

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**BRUNO DO NASCIMENTO MARQUES
HUGO REGIANI COSTA**

**MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM
ESTRUTURAS METÁLICAS NA ARCELOR MITTAL
TUBARÃO**

**Vitória
2010**

**BRUNO DO NASCIMENTO MARQUES
HUGO REGIANI COSTA**

**MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM
ESTRUTURAS METÁLICAS NA ARCELOR MITTAL
TUBARÃO**

Projeto de Graduação apresentado à Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, orientado pelo Prof. Oswaldo Paiva Almeida Filho.

**Vitória
2010**

**BRUNO DO NASCIMENTO MARQUES
HUGO REGIANI COSTA**

**MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM
ESTRUTURAS METÁLICAS NA ARCELOR MITTAL
TUBARÃO**

Projeto de Graduação apresentado à Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, orientado pelo Prof. Oswaldo Paiva Almeida Filho .

Aprovado em _____ de _____ de 2010

Prof. M.Sc. Oswaldo Paiva Almeida Filho
Orientador

Prof. Sideane Mattos De Nadai
Universidade Federal do Espírito Santo

Pedro Gonçalves Pereira Júnior.
ArcelorMittal Tubarão

AGRADECIMENTOS

A ArcelorMittal Tubarão e toda equipe da Manutenção Central de Serviços de Suporte que proporcionaram a base fundamental desse trabalho, em especial ao Gerente Pedro Gonçalves e aos Especialistas Jefferson Pimentel e Sérgio Picole.

Ao Especialista da Time Now Engenharia Isaias Belmiro e ao Engenheiro Juliano José L. B. Valadares, pelo apoio e horas gastas nas orientações e experiências compartilhadas sem as quais esse estudo não estaria completo.

Ao Professor Oswaldo Paiva Almeida Filho, pela orientação acadêmica e científica do estudo.

A todos os nossos Familiares e Amigos por toda compreensão e apoio nesses meses ao nosso lado colaborando para o sucesso desse trabalho.

LISTA DE NOMENCLATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AS: Autorização de Serviço.

CDQ: *Coke Dry Quenching* (Apagamento de Coque a Seco).

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

CST: Companhia Siderúrgica de Tubarão.

CTMF: Curva do Tempo Médio de Falha.

EM: Denominação de contratação de montagem e desmontagem de estruturas metálicas e tubulações em serviços de rotina.

ISO: *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização).

IRATA: *Industrial Rope Access Trade Association* (Associação Comercial de Alpinismo Industrial).

IUCS: Denominação de área de manutenção central de serviços de suporte da empresa ArcelorMittal Tubarão.

NBR: Norma Brasileira Registrada.

OS: Ordem de Serviço.

REER: Relatório de Entrega e Recebimento de Equipamentos.

RQ: Requisição de compra.

SAP: *Systems Applications and Products in Data Processing* (Sistema para aplicação e processamento de dados de produtos).

SISMANA: Sistema Informatizado de Apoio a Manutenção.

SPOT: Denominação de contratação pontual.

RESUMO

As organizações industriais expandem e adequam as suas tecnologias diante da necessidade de atendimento aos clientes e visando estarem bem posicionada diante do mercado e em consequência há a necessidade da manutenção ser compatível com a qualidade do produto e o atendimento ao plano de produção, recaindo na necessária disponibilidade operacional dos equipamentos.

Não distante desse cenário, as estruturas metálicas de equipamentos estáticos e dinâmicos, funcionando como base para equipamentos mecânicos de responsabilidade, também precisaram acompanhar esse desenvolvimento, onde cada vez mais estão sendo solicitadas, dado pela versatilidade e velocidade de montagem que apresentam, atendendo as necessidades produtivas.

Porém é notório que essas estruturas são colocadas em plano secundário para manutenção, priorizando os equipamentos em que elas acompanham. No entanto os resultados desse descaso podem acarretar perdas significativas para o conjunto e para a empresa.

Dessa forma, este trabalho vem mostrar que, através do uso das ferramentas de inspeção preditiva, utilização do software SISMANA, exclusivo da ArcelorMittal Tubarão, a aplicação do modelo de gestão de manutenção em estruturas metálicas, juntamente com o comparativo do estudo de caso de um componente do apagamento de coque a seco(CDQ) da empresa supracitada, que para manutenção, essas estruturas metálicas devem ser consideradas como equipamentos e com planos de gerenciamento em manutenções preditivas em detrimento da corretiva, que pode proporcionar a redução significativa dos gastos futuros com reparos maiores, levando aumento na produtividade das equipes executoras, além de reduções dos riscos tanto ambientais quanto da segurança ao homem.

Palavras Chave: Gestão; Manutenção; Estruturas Metálicas; Equipamento; Serviços.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS DA MANUTENÇÃO	6
2.1.1 Objetivos da manutenção	6
2.1.2 Manutenção centralizada	7
2.1.3 Manutenção descentralizada	8
2.1.4 Controle da manutenção	9
2.1.4.1 Formas de controle da manutenção	10
2.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	11
2.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	13
2.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	14
2.5 COMISSIONAMENTO E QUALIFICAÇÃO.....	17
2.6 ANÁLISE DE FALHA	18
2.6.1 Observação direta no primeiro componente com tendência de falha	20
2.6.2 Busca pela causa básica, pontos fracos ou por modos de falhas ocultos	21
3 MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS NA ARCELORMITTAL TUBARÃO.....	22
3.1 FORMAS DE TRABALHO DA MANUTENÇÃO CENTRAL DE SERVIÇOS DE SUPORTE	22
3.1.1 Histórico dos serviços em estruturas metálicas.....	23
3.1.2 Utilização do SISMANA	24
3.1.3 Procedimentos de inspeção da manutenção	31
3.1.3.1 Inspeção visual	33
3.1.3.2 Inspeção por meio de líquido penetrante	36
3.1.3.3 Ensaio por ultra-som.....	37
3.1.3.4 Ensaio por partículas magnéticas	39
3.1.3.5 Ensaio radiográfico	39
3.1.3.6 Ensaio termográfico	40
3.1.3.7 Ensaio por análise vibratória	41

3.1.4 Critérios para solicitação de serviços em estruturas metálicas	42
3.1.4.1 Fabricação, montagem e desmontagem de estruturas metálicas e tubulações em rotina – EM's.....	43
3.1.4.2 Serviços de estrutura metálica e tubulação nas grandes paradas de manutenção da usina	46
3.1.4.3 Serviços específicos de Estruturas Metálicas e Tubulações de grande abrangência e curta duração – SPOT	48
3.2 RESULTADOS ALCANÇADOS COM METODOLOGIA ATUAL DE GESTÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS.....	51
4 ESTUDO DE CASO	57
4.1 O APAGAMENTO DE COQUE A SECO	57
4.2 REFORMA DA TALHA 12PR06 DO CDQ	59
4.2.1 Histórico e obstáculos na primeira gestão da reforma	59
4.2.2 Análise dos procedimentos de gerenciamento utilizados	70
4.2.2.1 Forma de execução	71
4.2.2.2 Fornecimento de material.....	71
4.2.2.3 Prioridade na reforma da estrutura	72
4.2.2.4 Comparativo entre a gestão utilizada e o modelo proposto	75
5 CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

1 INTRODUÇÃO

As indústrias modernas são mais automatizadas, muito maiores e possuem uma gestão bem mais dispendiosa do que em qualquer outra época. A manutenção tem se mostrado um fator crítico de rentabilidade nestas indústrias, devido aos altos custos dos recursos necessários para se manter uma adequada continuidade operacional. Além disso, devido à progressiva sofisticação e o aumento tecnológico dos trabalhos de manutenção, faz com que aumente a complexidade dessa gestão. Logo, teoricamente, as empresas deveriam direcionar à manutenção os mesmos cuidados e o mesmo planejamento que são dados, por exemplo, ao processo de produção. Infelizmente isso não ocorre e com exceção de umas poucas indústrias de processamento de grande porte, a manutenção ainda não é devidamente aplicada (KELLY; HARRIS, 1978).

Uma organização industrial vive em função do lucro que é gerada por ela obtida dos equipamentos e da mão de obra por transformarem produtos brutos em outros produtos de maior valor. Em outras palavras o lucro é a diferença entre o valor de venda do produto e seus custos de fabricação e comercialização (KELLY; HARRIS, 1978).

A manutenção está correlacionada com a rentabilidade, na medida em que influencia na capacidade de produção e no custo operacional dos equipamentos (KELLY; HARRIS, 1978, s/ p.).

Com a devida manutenção nas indústrias eleva-se o rendimento dos equipamentos, porém também se eleva os custos de produção. O principal objetivo de um departamento de manutenção é em atingir um equilíbrio entre os estes efeitos, maximizando a contribuição do departamento na rentabilidade da empresa (KELLY; HARRIS, 1978).

Este estudo vem mostrar a relevância que deve ser dada à manutenção, principalmente, em estruturas metálicas fixas, sendo importante manter esse foco na possibilidade de poder reduzir as despesas devido à manutenção corretiva de urgência juntamente com paradas não programadas, assim como outros problemas que serão abordados ao longo do trabalho (KELLY; HARRIS, 1978).

Quando falamos em manutenção industrial logo imaginamos correções relacionadas a equipamentos ligados aos processos produtivos da empresa, pois se algumas dessas máquinas falharem afetarão diretamente no índice de produção. No entanto nos esquecemos das estruturas que são base de realização dos processos e acabam sendo deixados de lado, até que se perceba visual e ocasionalmente que se precisa de manutenção neste local, e devido a este esquecimento é acarretado um custo muito elevado na hora de se realizar a reforma necessária (KELLY; HARRIS, 1978).

Para este estudo utilizaremos um modelo de organização e gestão das atividades para manutenção de estruturas metálicas na ArcelorMittal Tubarão, juntamente com um estudo de caso ocorrido na empresa em 2008.

A ArcelorMittal Tubarão, localizada no Espírito Santo com maior parte de seu território fabril no município de Serra, opera industrialmente desde 1983, tornando-se recentemente a maior produtora mundial de aços semi-acabados e perfis planos, passou por várias mudanças ao decorrer de sua história, desde sua fundação como empresa de maior parte de capital estatal levando o nome de Companhia Siderúrgica de Tubarão, CST, até a atualidade onde a empresa se tornou capital privado com a junção dos grupos multinacionais Arcelor e Mittal Steel.

A planta de Tubarão tem em maior parte de suas construções para a produção em estruturas de perfis metálicos, escolheu essa por o aço ser um material único e homogêneo criando uma maior rapidez na montagem, possibilitando expansões agregadas a estruturas antigas sem comprometimento do processo industrial. Além

disso, possui maior precisão da fabricação e montagem de seus componentes estruturais, os quais servirão de base para equipamentos de responsabilidade e de importância chave na produção.

Os elementos de uma estrutura metálica composta possuem características específicas, englobando desde o parafuso às vigas de sustentação. Toda a estrutura em si sejam os apoios, encaixes e ligações são projetados para atender condições direcionadas a sua aplicação, dessa forma a simples ausência ou comprometimento de um parafuso ou de uma solda, podem abalar a confiabilidade da estrutura (MOBLEY et al., 2008).

Dessa forma, o macroclima de Tubarão contribui como um ambiente extremamente agressivo para construções e equipamentos em aço, dada pela proximidade com o litoral, além dos resíduos oriundos do processo siderúrgico, gerando corrosões em estado avançado em estruturas com idade relativamente jovens. Este é destacado como o principal mecanismo de degradação das estruturas, conforme mostrado pela Figura 1.1, além de outras causas como envelhecimento da pintura, vibrações excessivas e acúmulos de material. Dessa forma, medidas de manutenção são tomadas constantemente a fim de evitar danos maiores a equipamentos além de comprometer significativamente a segurança dos funcionários envolvidos.

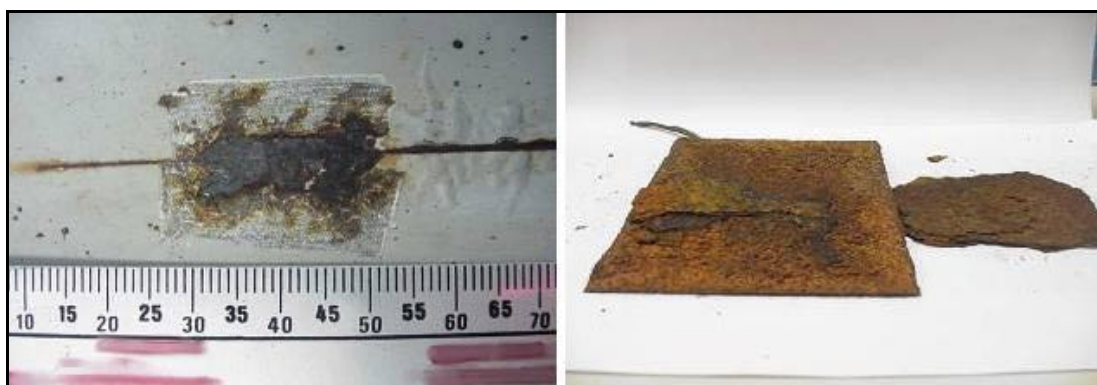


Figura 1.1 - Amostras retiradas da área de Carboquímicos - Coqueria, ArcelorMittal Tubarão, como exemplos de corrosão elevada, grau GA0.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

O custo com estruturas metálicas é relativamente baixo comparado aos demais investimentos na empresa, no entanto o conjunto formado por esse par: equipamento e estrutura formam um elo de importância que agrega valores elevados e retoma a importância também financeira de haver manutenções tanto preditivas quanto preventivas desse conjunto, conforme demonstrado pelo Gráfico 1.1.

Dessa forma no âmbito da manutenção de estruturas metálicas, podemos utilizar formas de trabalho que serão decisivas no sucesso de todas as atividades envolvidas, desde a inspeção da área cliente até a desmobilização dos executantes na finalização dos serviços.

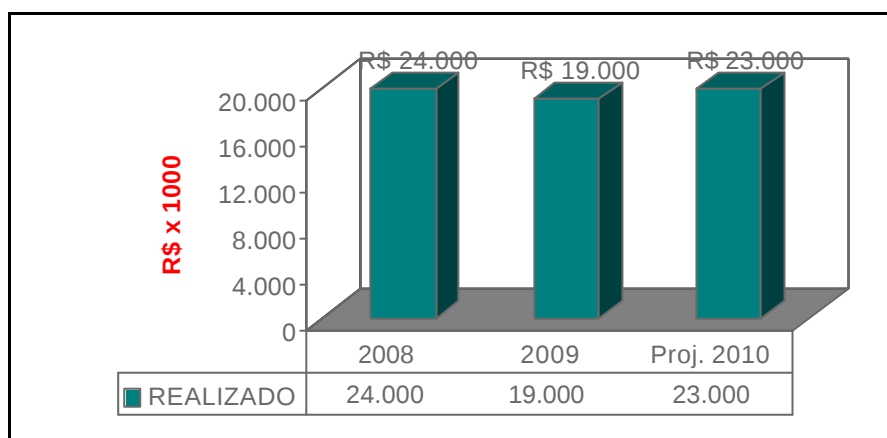


Gráfico 1.1 - Custos médios com serviços em estrutura metálica e proteção anti-corrosiva na ArcelorMittal Tubarão.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO O, 2010.

O defesa desse estudo estará girando em torno de situações onde os serviços serão realizados por meio da contratação de empresas terceirizadas para execução e fornecimento de materiais, e na maioria dos casos a posição de contratante será a equipe de manutenção central de serviços de suporte da ArcelorMittal Tubarão, prestando serviço a todas as áreas afins relacionadas ao processo siderúrgico.

Será relatada inicialmente a organização das atividades de forma a especificar os passos necessários para atingir as metas exigidas, detalhando esses procedimentos utilizados pela equipe de manutenção de serviços de suporte de forma a estarem conectados com todas as etapas da manutenção de estruturas metálicas, além dos benefícios que esses métodos de planejamento e gerenciamento trouxeram no atendimento das áreas clientes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS DA MANUTENÇÃO

“A manutenção é o ramo da Engenharia que visa manter, por longos períodos de tempo, os ativos fixos da empresa em condições de suprir plenamente a suas finalidades funcionais” (SANTOS, 2009).

“Volta-se para a preservação de máquinas, equipamentos, instalações gerais e edificações, procurando obter de cada um o maior tempo de vida útil possível e eliminar paralisações quando estiverem sendo chamados a operar” (SANTOS, 2009).

“Consiste em um grande erro o funcionamento de equipamentos em estado inadequado de manutenção. Essa prática eleva custos, algumas vezes mais do que aqueles possíveis de mensurar” (SANTOS, 2009).

2.1.1 Objetivos da manutenção

Podemos identificar as principais premissas que englobam o termo manutenção:

- Acompanhar o desempenho eletromecânico dos equipamentos envolvidos na produção, otimizando sua vida útil e minimizando tempo de paralisação por ocasião do trabalho;
- Elaborar controles que registrem anormalidades e ocorrências com os equipamentos, com o objetivo de identificar tipo e frequência dos problemas mais comuns e possibilitando correção antecipada. O reparo deve acontecer em tempo hábil e permitir retorno do bem ao fim a que se propõe sem prejuízo ao processo;

- Efetuar lubrificações, consertos e reformas nos equipamentos;
- Selecionar, dentro de uma abordagem técnica, insumos a serem utilizados (peças, óleos, graxas, etc), programando suprir na quantidade necessária à plena funcionalidade do processo. Deve suprir também com peças de reposição;
- Priorizar a qualidade nos serviços realizados, garantindo o uso contínuo e a operação dos equipamentos e das instalações (SANTOS, 2009).

2.1.2 Manutenção centralizada

Consiste na existência de um único departamento onde são dirigidas todas as operações planejadas. As equipes de manutenção atentem todos os setores e as oficinas também são centralizadas (SANTOS, 2009).

Usualmente o departamento é dirigido por um gerente, em posição hierárquica igual ao gerente de produção, onde fazem parte setores de *staff* como projetos, orçamentos, custos, e planejamento (SANTOS, 2009).

Devido ao melhor aproveitamento dos serviços centralizados esse tipo de manutenção pode reduzir custos se bem coordenada, evitando-se duplicação por setores ou unidades de operação. No entanto, como as decisões agora estão na mão da manutenção poderão ocorrer desavenças com a produção, devido à retirada de equipamento de serviço, logo para se desenvolver esse modelo de manutenção é necessário um perfeito entrosamento entre a manutenção e a produção (SANTOS, 2009).

Permite também uniformizar rotinas e garante ainda o melhor aproveitamento do pessoal, tanto da manutenção das áreas como nas oficinas. Quando há pouca

atividade aproveita-se o pessoal na produção de peças sobressalentes, na execução de reformas de máquinas e outras tarefas (SANTOS, 2009).

“A manutenção centralizada em grandes instalações industriais possui um centro de controle, que comanda e despacha todas as solicitações de serviço, emitindo as respectivas ordens de serviço à manutenção” (SANTOS, 2009, s/ p.).

A manutenção é, usualmente, centralizada em empresas pequenas e médias, pois é justificável e até mesmo desejável que a manutenção dependa da produção. O chefe de produção deve ter total conhecimento técnico sobre as máquinas que dispõe, além de conhecer todos os problemas de linha, para poder aproveitá-las adequadamente. Portanto, nessas indústrias, é possível combinar a capacidade organizadora de um chefe ou supervisor de linha com os requisitos de manutenção (SANTOS, 2009).

2.1.3 Manutenção descentralizada

Esse modelo é separado em áreas ou setores, onde cada um dos quais fica responsável por um grupo de manutenção. É também conhecido como “manutenção por áreas” (SANTOS, 2009).

No caso de manutenção de fornos, laminação e usinagem, por exemplo, por serem de natureza muito diversa, é mais racional a especialização de equipes para serviços e sua conseqüente descentralização (SANTOS, 2009).

Possui as seguintes características:

- O posicionamento físico da manutenção se dá junto às unidades, assim como o estoque de peças de reposição;

- Em caso de necessidade a manutenção de área recorre à ajuda do próprio pessoal da produção;
- O responsável pelas decisões relativas à manutenção é superintendente de cada área, inclusive a determinação da prioridade de execução;
- O trabalho a ser executado nas próprias oficinas de manutenção da unidade possui limitações e, portanto, determinados trabalhos terão que ser enviados a oficinas fora da área (SANTOS, 2009).

É necessário maior pessoal, quando utiliza-se a manutenção descentralizada, porém as características citadas justificam o seu uso (SANTOS, 2009).

As decisões quanto a paradas das máquinas, quando por longos períodos, devem ser tomadas no nível mais elevado da produção, pois há sempre a tendência, por parte dos responsáveis pela produção, de minimizar reparos que determinam a sua paralisação (SANTOS, 2009).

2.1.4 Controle da manutenção

O princípio administrativo essencial ao controle de qualquer atividade é o planejamento. A sistemática do planejamento de manutenção pode ser abordada como segue:

- Providenciar uma Lista de todos os serviços a serem feitos;
- Instituir uma ordem de prioridade na execução;
- Quantificar material, mão-de-obra, equipamentos e serviços necessários;
- Determinar prazo de execução dos serviços;

- Efetuar orçamento;
- Estabelecer datas para início e conclusão de cada etapa;
- Emitir ordem de serviço (OS);
- Acompanhar custo de cada OS;
- Controlar execução, checando com o planejamento. (SANTOS, 2009).

“As OS’s registram o planejamento, enviando informações a quem vai efetuar e supervisionar o trabalho” (SANTOS, 2009, s/ p).

Através de mapas de controle acompanha-se o andamento, bem como permite o monitoramento dos custos envolvidos, comparando com os orçados. (SANTOS, 2009)

2.1.4.1 Formas de controle da manutenção

Existem diversos tipos de controle usados no gerenciamento da manutenção, como por exemplo:

- Ordens de Serviço (OS): Documento que autoriza a execução de um serviço pré-determinado de manutenção, identificando o material a ser utilizado, mão-de-obra, tempo a ser gasto, etc, e permite a avaliação de custo e de desempenho (SANTOS, 2009).
- Mão-de-obra: Controla aplicação do total da mão-de-obra, registrando como parâmetros principais a pessoa, a função, o tempo de ocupação e em que ordem de serviço esse indivíduo trabalhou (SANTOS, 2009).

- Registro de ocorrências: Especifica e registra os fatos e a data de ocorrência e acompanha problemas ocorridos com equipamentos. Quando é feito algum tipo de manutenção, de qualquer ordem, é realizado um registro completo dos serviços executados, devendo mencionar: As peças trocadas, o prazo de realização e quem foi o executante (SANTOS, 2009).
- Avaliação do funcionamento posterior: Esse controle permite acompanhar a vida mecânica do equipamento e identificar alguma anomalia, pela frequência com que algum problema se repete (SANTOS, 2009).
- Controle de insumos: O responsável pela manutenção deve realizar o controle sobre a quantidade consumida de insumos (graxa, óleos lubrificantes, peças de reposição), formando índices que expressem o consumo em função de um referencial qualquer, como horas trabalhadas por exemplo. Isso quer dizer que não basta só conhecer o período em que a fábrica gastou certa quantidade de insumo, mas conhecer essencialmente que nesse período o indicador de consumo foi de certa quantidade por hora trabalhada (ou em relação à quantidade produzida). Para um veículo, o referencial é quilômetro percorrido. O indicador de consumo de gasolina, por exemplo, é expresso como quantidade consumida por quilômetro percorrido ou quilômetros percorridos por litro de combustível. O controle é básico e determinadas empresas associam gerenciamento com o ato de controlar (SANTOS, 2009).

2.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA

“A lógica da gerência em manutenção corretiva é simples e direta: quando uma máquina quebra, conserte-a” (ALMEIDA, s/ ano, p.2).

Esta metodologia “Se não está quebrada, não conserte” de manutenção de maquinaria fabril tem representado uma grande parte das operações de manutenção da planta industrial, desde que a primeira fábrica foi construída e parece aceitável. Uma planta industrial empregando gerência por manutenção corretiva não consome qualquer dinheiro com manutenção, somente após que uma máquina ou sistema falhe em operação (ALMEIDA, 2010).

A manutenção corretiva é um artifício utilizado pela gerência reativa que não toma qualquer ação de manutenção até que a máquina ou equipamento quebre. Também é o método mais dispendioso de gerência de manutenção (ALMEIDA, 2010).

A filosofia verdadeira da manutenção corretiva é pouco usada em plantas industriais, mesmo em ambientes deste tipo de manutenção fazem-se tarefas preventivas na maioria das indústrias, como lubrificação e ajustes do equipamento. Porém, não são feitas revisões de equipamentos da planta industrial e tão pouco grandes reparos até que haja a falha dos mesmos em sua operação (ALMEIDA, 2010).

Pelo fato deste tipo de gerência aguardar a quebra do equipamento são gerados altos custos com alguns insumos, tais como: trabalho extra, estoque de peças sobressalentes, baixa disponibilidade de produção, elevado tempo de paralisação da máquina, entre outros (ALMEIDA, 2010).

Como a manutenção corretiva não antecipa quaisquer requisitos de manutenção é necessário que haja caros estoques de peças sobressalentes que incluem máquinas reservas ou, pelo menos, todos os principais componentes para todos os equipamentos críticos de fábrica (ALMEIDA, 2010).

Uma vez que a fábrica depende desse equipamento para sua produção faz-se necessário fundar-se em vendedores de equipamentos que possam oferecer entrega imediata de todas as peças sobressalentes requisitadas (ALMEIDA, 2010).

2.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Apesar de existir várias definições de manutenção preventiva, todas elas associam este modelo de manutenção com o tempo, essas tarefas de manutenção se baseiam em tempo gasto ou horas operacionais (ALMEIDA, 2010).

A probabilidade de falha de uma máquina é indicada pela curva do tempo médio de falha (CTMF), devido a problemas de instalação, durante as primeiras semanas de operação. a probabilidade de falha após esse período inicial é relativamente baixa por um longo espaço de tempo. Depois este período normal de vida da máquina, a probabilidade de falha aumenta subitamente com o tempo decorrido (ALMEIDA, 2010).

“Na gerência de manutenção preventiva, os reparos ou recondicionamentos da máquina são programados baseados na estatística CTMF” (ALMEIDA, 2010).

Segundo Almeida:

Todos os programas de gerência de manutenção preventiva assumem que as máquinas degradarão com um quadro de tempo típico de sua classificação em particular. Por exemplo, uma bomba centrífuga, horizontal, de estágio simples normalmente rodará 18 meses antes que tenha que ser revisada. Usando técnicas de gerência preventiva, a bomba seria removida de serviço e revisada após 17 meses de operação.

O empecilho com essa idéia é que as variáveis específicas do sistema ou da planta industrial e a maneira com que se opera afetam inteiramente a vida normal operacional da maquinaria (ALMEIDA, 2010).

O tempo médio entre as falhas (TMF) depende do tipo de serviço envolvido, por exemplo, uma bomba que trabalha com água e outra que trabalha com polpas abrasivas de minério não terão o mesmo TMF. O uso desta estatística tem como

resultado normal para programar a manutenção um conserto indispensável ou uma falha desastrosa (ALMEIDA, 2010)

Conseqüentemente, o material utilizado para o reparo e a mão-de-obra foram desperdiçados. Ainda assim a segunda vista da manutenção preventiva é ainda mais dispendioso. Caso a bomba falhe antes dos 17 meses, estaremos forçados a repará-la utilizando técnicas corretivas. Estudos mostram que a manutenção feita de forma reativa geralmente os gastos são triplicados, pelas razões já citadas. (ALMEIDA, 2010)

Segundo Almeida :

Talvez a diferença mais importante entre manutenção reativa e preventiva seja a capacidade de se programar o reparo quando ele terá o menor impacto sobre a produção. O tempo de produção perdido como resultado de manutenção reativa é substancial e raramente pode ser recuperado. A maioria das plantas industriais, durante períodos de produção de pico, opera 24 horas por dia. Portanto, o tempo perdido de produção não pode ser recuperado.

2.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Assim como a manutenção preventiva a manutenção preditiva possui varias formas de definição.

Segundo Almeida:

Para os mecânicos, a manutenção preditiva monitora a vibração da maquinaria rotativa numa tentativa de detectar problemas incipientes e evitar falha catastrófica. Para os eletricitas, é o monitoramento das imagens infravermelhas de circuitos, de chaves elétricas, motores, e outros equipamentos elétricos para detectar problemas em desenvolvimento.

A principal característica da manutenção preditiva é que através do monitoramento das condições mecânicas reais, o rendimento operacional dentre outros indicadores forneceram as informações necessárias garantir o máximo espaço entre os reparos. Além de minimizar os índices e custos de paradas não programadas devido à falhas do equipamento (ALMEIDA, 2010).

A manutenção preditiva se trata de otimizar a qualidade do produto, produtividade, o lucro e a efetividade global de nossas plantas industriais de manufatura e produção. Não é simplesmente o monitoramento de vibração ou análise de óleo lubrificante ou de imagens térmicas ou qualquer outra técnica de ensaios não destrutivos, que em sido marcadas como ferramentas desse modelo de manutenção, mas é sim uma filosofia que utiliza condições operacionais reais do equipamento e sistemas da planta industrial para otimizar a operação total (ALMEIDA, 2010).

De acordo com Almeida:

Um programa abrangente de gerência de manutenção preditiva utiliza uma combinação das ferramentas mais efetivas em custo para obter a condição operativa real de sistemas críticos da planta industrial e, baseando-se nestes dados reais, todas as atividades de manutenção são programadas numa certa base “conforme necessário”.

A manutenção preditiva nada mais é do que um programa de manutenção preventiva ativado por condições. Através do monitoramento direto do rendimento do sistema, condições mecânicas e outros indicadores são determinados pela manutenção preditiva, o tempo médio para falha real ou perda de rendimento para cada equipamento, ao invés de se basear em estatísticas de vida média do mesmo (por exemplo, tempo médio para falha) para programar atividades de manutenção (ALMEIDA, 2010).

Nos programas de manutenção anteriormente citados, a decisão final para reparos ou recondicionamento é fundado na intuição e experiência profissional do gerente de

manutenção. O acréscimo de um programa de gerência preditiva pode fornecer dados sobre as condições mecânicas reais dos equipamentos e o rendimento operacional de cada sistema do processo. Com estes dados o gerente de manutenção estará apto a programar atividade de manutenção com muito mais eficiência, economicamente falando (ALMEIDA, 2010).

Através das paradas programadas pela manutenção preditiva pode-se minimizar o número de quebra de todos os equipamentos em geral da planta industrial, uma vez que esse tipo de manutenção se dá por meio de identificação do problema antes que o mesmo torne-se grave. A falha mecânica se dá, de forma usual, em uma velocidade diretamente proporcional a sua severidade; logo, assim que um problema é identificado com antecedência, regularmente podem-se evitar maiores reparos (ALMEIDA, 2010).

Das técnicas de ensaios não destrutivos, existem muitas possibilidades que podem ser utilizadas na gerência da manutenção, mas cada ferramenta possui uma característica diferente que ajudará o gerente de manutenção na determinação da real necessidade das atividades, variando com cada particularidade do processo, conforme será abordado na seqüência desse trabalho (ALMEIDA, 2010).

De acordo com Almeida:

Portanto, um programa de manutenção preditiva total da planta industrial deve incluir várias técnicas, cada uma projetada para oferecer informações específicas sobre equipamentos da planta industrial, para obter os benefícios que este tipo de gerência de manutenção pode oferecer.

A técnica utilizada dependerá do tipo do equipamento da planta, impacto sobre a produção e outros parâmetros essenciais da operação da planta industrial, e dos objetivos esperados pela manutenção preventiva (ALMEIDA, 2010).

2.5 COMISSIONAMENTO E QUALIFICAÇÃO

O comissionamento é a ferramenta fundamental para garantir o bom funcionamento da planta industrial. Para iniciar tal trabalho, um dos passos iniciais é distingui-lo do processo de qualificação.

O comissionamento de instalações, sistemas e equipamentos integram as boas práticas de engenharia, que tem o objetivo de entregar ao usuário final um ambiente seguro e funcional de acordo com requerimentos de projeto e expectativas dos clientes. O comissionamento deve ser planejado, documentado e gerenciado. Para isto são escritos planos de comissionamento com inclusão do respectivo cronograma, testes de aceitação do fornecedor e, quando aplicável, planos de inspeção, testes funcionais e no final, um relatório de comissionamento.

Já o processo de qualificação de instalação, sistema e equipamento consistem em uma série de atividades divididas em qualificação de instalação, de operação e de performance, que são realizadas de forma a fornecer evidência documentada de que uma instalação, sistema ou equipamento está instalado e operando conforme os critérios de aceitação e boas práticas de fabricação.

A qualificação também deve ser planejada, documentada e gerenciada. Devem ser desenvolvidos os planos de validação/qualificação, os protocolos de testes e o relatório de qualificação final.

As atividades de comissionamento são realizadas durante a montagem das instalações, sistemas e equipamentos, e antes da etapa de *start-up*. O comissionamento é realizado para ajustar os sistemas de forma a atender aos requisitos de projeto, ou seja, enquanto estamos comissionando um sistema estamos ajustando *set-points*, fazendo testes de vazamentos, limpezas, etc.

As atividades de qualificação devem ser realizadas após o comissionamento do sistema e é realizada como uma forma de auditoria do sistema, ou seja, ajustes não são mais permitidos, ou os testes passaram ou falharam. Em caso de falha, abre-se registro de desvio, são realizadas investigações e são tomadas decisões para sanar os desvios detectados. Além disso, a qualificação verifica alguns passos que foram realizados durante o comissionamento.

Tendo as definições em mente, o passo seguinte é saber o que deve ser comissionado e o que deve ser qualificado. Todas as instalações, sistemas e equipamentos devem ser comissionados, porém, nem tudo deve ser qualificado, apenas as etapas que possuem impacto direto na qualidade do produto final. O sistema de combate a incêndio deve ser comissionado, porém, não deve ser qualificado. No caso do vapor: se estivermos falando de vapor a ser utilizado para esterilização de equipamentos, este deve ser comissionado e qualificado; se estivermos falando de vapor que alimenta a camisa de um reator, este sistema deve ser comissionado e não precisa ser qualificado, porém, quando estivermos qualificando o reator, deveremos verificar se o aquecimento está de acordo com o especificado.

Uma etapa de comissionamento adequada e bem definida pode proporcionar melhora no desempenho de equipamentos e componentes, economia de energia, retrabalhos nos processos de qualificação de operação e qualificação de performance. Pode-se resumir basicamente como redução de custo e otimização de tempos (hora homem), os custos mencionados englobam materiais e mão-de-obra como custos diretos, além de custos indiretos que nem sempre são mensuráveis.

2.6 ANÁLISE DE FALHA

A análise de falhas tem como principal objetivo evitar que novos problemas ocorram através da experiência de resultados negativos no passado. Através de investigações podem ser determinadas as causas básicas da falha e as informações obtidas devem ser empregadas na introdução de ações corretivas que venham a impedir que o problema ocorra novamente. O conceito de falha dá-se como a ocasião em que o componente ou equipamento não é mais capaz de executar sua função com segurança, logo deve ser levada em consideração a função exercida pelo mesmo na análise (AFONSO, 2002).

“Defeitos ocorridos a qualquer tempo serão considerados falhas prematuras se ocorrerem por modos de falhas não considerados no projeto ou em componentes com vida útil indefinida” (AFONSO, 2002).

“Analisar uma falha é interpretar as características de um sistema ou componente deteriorado para determinar porque ele não mais executa sua função com segurança” (AFONSO, 2002).

Uma análise de falhas que não serve de parâmetro para um conjunto de atos corretivos não tem utilidade alguma, porém sem determinar as causas físicas da falha não é possível a introdução de melhorias no sistema (AFONSO, 2002).

A profundidade da análise depende do tipo de falha. Usualmente as indústrias não dispõem de grandes contingentes de mão de obra dedicados somente a análise de falhas, então surge a necessidade do estabelecimento de um critério de priorização, enfocando os principais problemas, de modo a se obter o maior retorno possível a partir dos recursos disponíveis (AFONSO, 2002).

O tamanho do dano (perdas financeiras, lesões corporais e agressões ambientais) determinará a profundidade da análise. Nem sempre será justificável fazer uma análise completa do acontecimento devido ao tempo e dinheiro gasto com esse fator (AFONSO, 2002).

Ainda que os processos de análise sejam suficientes para a maioria das falhas, à sempre o risco de se ter que analisar acidentes desastrosos, onde todos os recursos existentes devem ser usados para exemplificar o mecanismo de falha e determinar as ações corretivas. “Esse processo normalmente é conhecido como *“Root Cause Failure Analysis”*, sendo enorme o esforço despendido para um estudo completo” (AFONSO, 2002)

Obviamente devemos seguir o esquema tradicional, coletar informações, organizá-las, analisar os dados, determinar o modo de falha e as causas básicas. Alguns pontos principais serão relatados por sua relevância (AFONSO, 2002).

2.6.1 Observação direta no primeiro componente com tendência de falha

Quando se observa uma máquina danificada, a origem do problema pode não ser tão evidente. Não se pode esquecer que na maioria dos casos apenas os eventos que deram início a falha são interessantes, as demais avarias observadas serão consequência da falha do primeiro componente (AFONSO, 2002).

Muitas vezes os esforços e tempo são gastos em análise de falhas secundárias, por isso a importância deste tópico está em manter o foco do trabalho dos componentes que deram início a falha (AFONSO, 2002).

É claro que devemos reter alguma atenção para os as partes danificadas do equipamento analisado, uma vez que possa ajudar a descobrir onde o problema começou conseguindo informações a respeito das causas da falha e determinando a extensão dos serviços de manutenção que serão necessários para voltar a operar normalmente (AFONSO, 2002).

2.6.2 Busca pela causa básica, pontos fracos ou por modos de falhas ocultos

“Os modos de falha ocultos são aqueles que acontecem com componentes que não funcionam o tempo todo, só sendo percebidos quando o componente é solicitado a trabalhar” (AFONSO, 2002). Turbinas auxiliares travadas e válvulas de segurança emperradas são exemplos clássicos. O componente que amplia os efeitos de uma falha em outro componente é o ponto fraco (AFONSO, 2002).

Quando se encontra a falha básica válida na análise, na maioria dos casos, dá-se o trabalho como terminado, no entanto essa ação pode ser comprometedora quando se pretende evitar problemas futuros. Em várias situações é necessária a busca por mais de uma única causa básica da falha, sabendo sempre diferenciar causa básica de causa imediata. Há casos em que não se encontram todas as falhas básicas da falha, assim a única possibilidade é implementar medidas preventivas somente para os problemas conhecidos, mas isso acaba entregando o sistema a falhas devido as causas não tratadas (AFONSO, 2002).

Como tentativa de prevenir esse quadro, técnicas de análise servem como ferramentas eficientes na busca pela falha que pode se repetir e comprometer novos componentes. Dentre elas podemos enunciar a análise de causa e efeito, matriz de decisão, lista de verificação, elaboração dos cinco porquês e a criação de históricos com bancos de dados atualizados com cada passo tomado em experiências passadas de forma a servir de referência para problemas futuros (AFONSO, 2002).

3 MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS NA ARCELORMITTAL TUBARÃO

3.1 FORMAS DE TRABALHO DA MANUTENÇÃO CENTRAL DE SERVIÇOS DE SUPORTE

A área de Manutenção de Serviços de Suporte da ArcelorMittal Tubarão presta apoio a manutenção central, é responsável pela gestão de estruturas metálicas na empresa, além de outras naturezas. O escopo de trabalho contempla gerenciamento, planejamento, programação, controle e acompanhamento da execução dos serviços prestados por empresas terceirizadas, tendo a área cliente a operação e produção da planta de Tubarão.

O processo realizado no que tange estruturas metálicas aborda fabricações, montagens e desmontagens de estruturas metálicas em geral através de serviços de contratação tais como, caldeiraria, tubulações, miscelâneas metálicas, silos, chaminés, tremonhas, tanques, calhas, dutos, vigas, colunas, vasos de pressão, etc.

Atualmente todos esses itens podem ser alocados preferencialmente em serviços de rotina, grandes paradas e contratos de serviços específicos de grande abrangência e curta duração ou SPOT, termo utilizado somente para indicação de serviço pontual, derivado da língua inglesa.

A forma atual de atendimento criou uma nova estratégia de contratação dos serviços de apoio através de contratos de longo prazo separados por tipo de atividade de natureza de serviços de estruturas metálicas, os quais atingiram resultados satisfatórios aumentando a produtividade das empresas contratadas, a consecução das solicitações e conseqüente satisfação das áreas clientes.

Antecedendo a forma de serviço a ser utilizada, a área cliente irá responsabilizar-se pela inspeção, análise da criticidade e criação das ordens de serviço com inclusão no SISMANA (sistema informatizado de apoio a manutenção), sistema que é responsável pela programação, controle e banco de dados digital de serviços de manutenção, utilizado exclusivamente pela ArcelorMittal Tubarão, para posteriormente haver o gerenciamento e execução dos serviços, integrando os serviços de suporte com as demais naturezas de manutenção da usina.

3.1.1 Histórico dos serviços em estruturas metálicas

Anteriormente os serviços de manutenção em estruturas metálicas, gerenciados pela manutenção central de serviços, giravam em torno de somente uma contratada que era responsável tanto pela execução quanto pelo planejamento, o que gerava disponibilidade de efetivos não correspondentes com as necessidades dos serviços. As fabricações e estoques de materiais eram feitos também sem planejamento prévio de prazos de montagem, gerando estoques indesejados e com condições inadequadas de condicionamento, além dos serviços em rotina concorrerem com atendimentos emergenciais e de paradas, gerando dessa forma baixa consecução das montagens.

Como tentativa de solucionar a disponibilidade de mão de obra, foi criado um contrato extra de execução de pequenos serviços em estruturas metálicas, com a mesma contratada única, para atendimento a serviços de rotina além da aplicação do uso de material fornecido pela área cliente, forçando a necessidade de controle de estoque e administração dos materiais recebidos. Mas ainda havia a desvantagem de cobrança de preços globais por serviço, o que gerou dificuldades de negociação e não houve consenso comercial.

Para haver continuidade nos serviços, houve a necessidade de contratação de uma nova empresa para suprir a demanda de rotina no contrato de pequenos serviços de

rotina e criação de contratos SPOT's para os demais serviços. No entanto esse tipo de contrato quando generalizado cria tendências de aumento dos preços devido à eventualidade e cria baixa absorção da cultura da empresa, além de um grande volume de contratos gerados, aumentando a burocracia envolvida.

Dessa forma a manutenção central de serviços utilizou a descentralização de somente uma contratada e utilizou a contratação de mais empresas para fornecimento de serviços a longo prazo, as medições dos desembolsos passaram a ser feitos na forma de recursos de homem hora através de inserção desses valores nas OS via SISMANA. Foram reduzidos assim os preços dos serviços e aumentada a taxa de atendimento as áreas clientes, mantendo os serviços SPOT's para serviços de grande porte e para fabricações de materiais.

3.1.2 Utilização do SISMANA

A integração dos serviços realizados na manutenção, armazenamento de um banco de dados com históricos de cada equipamento, elaborações de planos e disponibilidade de acesso rápido para todos os envolvidos como a manutenção, trouxeram a necessidade de criação na ArcelorMittal de um sistema digital, agilizando todos os processos que antes eram feitos via criação de arquivos.

O SISMANA, sistema digital integrado de suporte a manutenção, criado pela ArcelorMittal Tubarão e de uso exclusivo da empresa, funciona através de inclusões de dados pelos respectivos responsáveis por cada área, desde os inspetores das áreas clientes até os executantes dos serviços. A possibilidade de modificações ou inclusões caberá com o perfil de cada usuário, liberado e controlado por uma equipe de engenharia especializada na manutenção desse software.

A utilização do SISMANA pela manutenção central de serviços de suporte integrou a natureza de estruturas metálicas com os planos de manutenção e paradas da usina,

permitindo melhores práticas de planejamento com a troca de informações cronológicas e estratégicas dos serviços, além de maior rapidez no atendimento.

O SISMANA funciona como software de interatividade direta, na tela de comandos existem várias naturezas divididas para cada tipo de serviços a ser executado, programado ou consultado conforme Figura 3.1.

O inspetor de área irá avaliar o tipo de serviço que deverá ser executado e incluí-lo conforme os módulos disponíveis. No caso dos serviços prestados pela manutenção central de serviços de suporte, se encontram na tela de Módulo de Serviços Auxiliares, conforme mostrado na Figura 3.2, no caso demonstrando uma abertura de O.S. de montagem de andaimes.

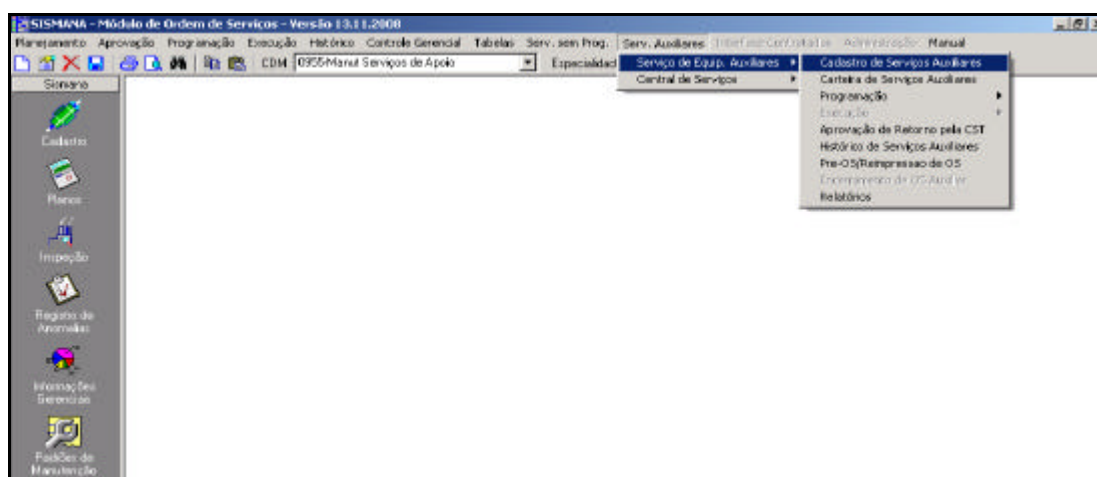


Figura 3.1 - Tela principal do SISMANA.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Carteira de Serviços Auxiliares

Número do Serviço: _____ Título do Serviço: _____

Dados Gerais | Recursos Utilizados | Impedimentos | Padrões | Anexos | Descrição do Detalhamento

Tipo de Serviço Auxiliar: SA Andaime Centro de Custo: 1911 MANUTENCAO MECANICA COQUERIA

Setor Responsável: 0100-Manut. Mec. Coqueria Responsável: Luiz Carlos Lima Dos Santos

Item de Cadastro: 01 198 ... Descrição: QC-101 - UNIDADE APAGAMENTO A SECO DE COQUE N° 1

Serviço: MONTAR Descrição do Título: ANDAIME PARA

Ocasão de Início		Número	Data Prevista	Hora	Duração (Dias)	Status
Ano	Sigla					
Parada			01/12/2008	08:00	03	

CDM Executante: _____ Superv. de Execução: _____

Exibir OS Vinculadas

Figura 3.2 - Tela do SISMANA para programação de OS.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Após a inclusão ter sido realizada, basicamente o fluxo geral será com a área gestora da manutenção liberando e programando o efetivo para realização do serviço, a contratada irá posteriormente dar o aceite dos recursos programados ou devolverá para a área gestora se não houver possibilidade de execução. Se possível execução, após a finalização dos serviços programados, a contratada retornará a finalização para as áreas gestoras e clientes, e em conjunto será feito a aprovação do serviço. Esses passos são demonstrados conforme o fluxo da Figura 3.3.

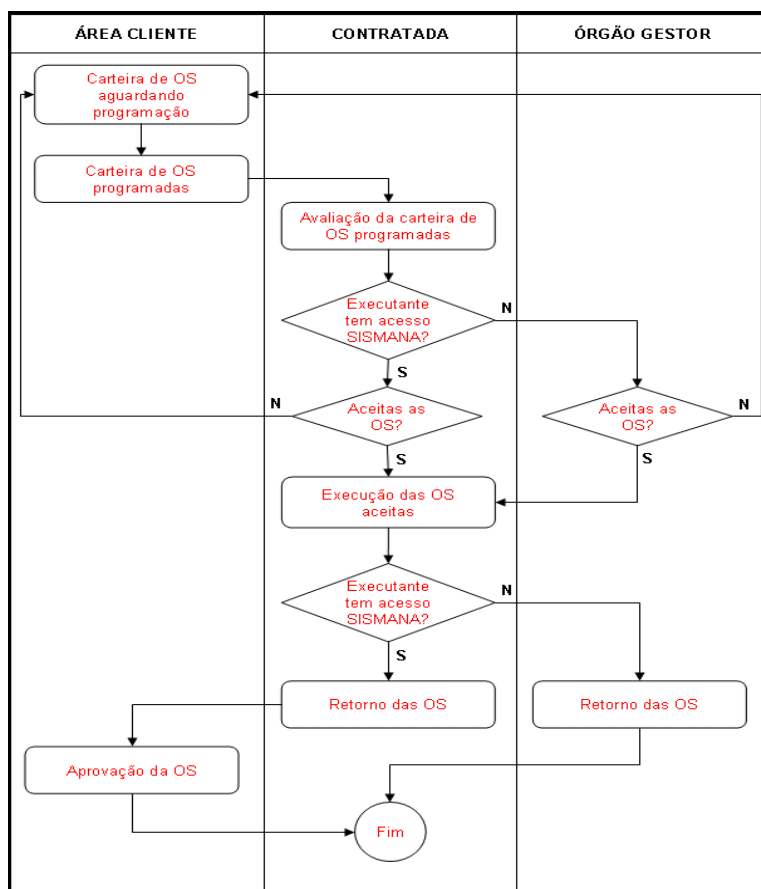


Figura 3.3 - Fluxo de atendimento da IUCS no SISMANA.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Esse fluxo nos mostra uma apresentação geral do funcionamento de geração da carteira de serviços das contratadas da manutenção central. Essas O.S. também podem estar inclusas em planos de manutenção preditiva de equipamentos ou estruturas, medidos primeiramente por necessidade de atendimentos as normas de qualidade ABNT NBR ISO 9001:2008, NR-13 reguladora de vasos de pressão e caldeiras e ABNT NBR ISO 14001:2006 de sistemas de controle ambiental e não afetando as normas anteriormente citadas, os planos devem ser separados por criticidade, separados por fatores de falha de produção, custo, meio ambiente e segurança no trabalho, não necessariamente nessa ordem (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010). A Figura 3.4 exemplifica esse plano na aplicação de inspeção dos equipamentos da fábrica de oxigênio.

Planos de Inspeção Preditiva

Planos | Inspeção | Pontos de Medição

Filtro: Plano da Atividade: SISTEMA COMUM FCM II Tipo Programação: Todos Frequência: Código do Item de Cadastro: Aumento da Frequência Desaparecimento Manual

☐ Exibir itens possíveis de vínculo com Plano de Funcionamento ☐ Exibir itens vinculados a Planos de Funcionamento

Itens do Plano de Inspeção Total de Registros: 118

Executante	Localização	Item de Cadastro	Quando de Início	Freq.	Programação	Método de Controle	Parâmetro de Controle
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIGÊNIO A PRESSÃO MC-1300	04/05/2007	56	Semanal	Pressão	Pressão
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIGÊNIO A PRESSÃO MC-1300	04/05/2007	56	Semanal	Pressão	Pressão
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIGÊNIO A PRESSÃO MC-1300	04/05/2007	56	Semanal	Nível	Volume
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIGÊNIO A PRESSÃO MC-1300	04/05/2007	56	Semanal	Posição de Eixo	Dedocamento
		COMPRESSOR DE OXIGÊNIO A PRESSÃO MC-1300 COMPRESSOR DE ALTA PRESSÃO COMPRESSOR DE OXIGÊNIO N.1 MC-1300 SISTEMA COMUM DA FCM FRACTIONAMENTO DE AR					
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIGÊNIO A PRESSÃO MC-1300	04/05/2007	56	Semanal	Vazão	Vazão
		11.058.07.003 BOMBA DE OLEO N°1 DP1 301 COMPR. MC-1300	04/05/2007	63	Semanal	Controle de	Temperatura
		11.058.07.003 BOMBA DE OLEO N°1 DP1 301 COMPR. MC-1300	04/05/2007	63	Semanal	Pressão	Pressão
		11.058.07.003 BOMBA DE OLEO N°1 DP1 301 COMPR. MC-1300	04/05/2007	63	Semanal	Vibração	Velocidade
		11.058.07.005 BOMBA DE OLEO N°2 DP1 302 COMPR. MC-1300	18/05/2007	63	Semanal	Controle de	Temperatura
		11.058.07.005 BOMBA DE OLEO N°2 DP1 302 COMPR. MC-1300	18/05/2007	63	Semanal	Pressão	Pressão
		11.058.07.005 BOMBA DE OLEO N°2 DP1 302 COMPR. MC-1300	18/05/2007	63	Semanal	Vibração	Velocidade
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Parâmetro Elétrico	Corrente Elétrica
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Controle de	Temperatura
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Controle de	Temperatura
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Controle de	Temperatura
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Pressão	Pressão
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Nível	Volume
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Posição de Eixo	Dedocamento
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Vibração	Velocidade
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Vazão	Vazão
		11.058.02.001 COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300	14/05/2007	56	Semanal	Vazão	Vazão

Dados de Inspeção: Executante: Código do Item de Cadastro: COMPRESSOR DE OXIG A. PRESSÃO HP MC-2300

Tipo Programação: Frequência: Início (Data ou Período): Método de Controle: Parâmetro de Controle: Unid. Medida:

Semanal 56 14/05/2007 Polinômio Elétrico Corrente Elétrica A - AMPERE

Padrão: Serviço Complementar: Plano de Funcionamento

Nº Padrão	Descrição
PD MAN UTILIM 008	DISTRIBUIÇÃO DE OXIGÊNIO - INSPEÇÃO MECÂNICA NOS
PD MAN UTILIM 009	RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA PARA INSPEÇÃO MECÂNICA

Cancelar?

Figura 3.4 - Modelo de Plano de Inspeção no SISMANA.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Podem ser vistos na Figura 3.4, os equipamentos que englobam o plano de inspeção, os métodos e parâmetros de controle, a frequência que devem ser inspecionados além dos padrões necessários para essa atividade. Para haver controle local dos componentes, o inspetor pode focar em um só ponto de medição e ajustar os valores críticos e tolerâncias para serem gerados alertas sendo criadas providências e evitando as possíveis falhas, conforme Figura 3.5.

Plano de Inspeção Preventiva

Planos | Inspeção | Pontos de Medição

Dados do Plano de Medição Total de Registros -> 22

Ponto de Medição	Vr. Normal	Tolerância (+)	Tolerância (-)	Vr. Alerta	Vr. Crítico
23MOTOR AP 1A	1.5	2	2	6	8
24MOTOR AP 1H	1.5	2	2	4	6
25MOTOR BP 2A	1.5	2	2	4	6
26MOTOR BP 2H	1.5	2	2	4	6
27COMBP 3A	1.5	2	2	6	8
28COMBP 4H	1.5	2	2	6	8
29COMBP 5H	1.5	2	2	6	8
30COMBP 6A	1.5	2	2	6	8
31COMBP 7H	1.5	2	2	6	8
32COMBP 7V	1.5	2	2	6	8
33COMBP 8H	1.5	2	2	6	8
34COMBP 8V	1.5	2	2	6	8
35COMBP 8A	1.5	2	2	6	8
36COMAP 3A	1.5	2	2	6	8
37COM AP 4H	1.5	2	2	6	8
38COM AP 5H	1.5	2	2	6	8
39COMAP 6A	1.5	2	2	6	8
40COMAP 7H	1.5	2	2	6	8
41COMAP 7V	1.5	2	2	6	8
42COMAP 8H	1.5	2	2	6	8
43COMAP 8V	1.5	2	2	6	8
44COMAP 8A	1.5	2	2	6	8

Nome do Ponto: Valor Normal: Tolerância (+): (-): Valores: Alerta Crítico

Providência: N° Situação Providência

N° Situação Tipo de Providência

Figura 3.5 - Itens a serem acompanhados no plano de inspeção no SISMANA.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

A partir daí automaticamente serão geradas as O.S. de serviços, vinculadas a varias naturezas de execução, cabendo a área solicitante atrelar no momento de liberação da O.S. os históricos, manuais e o tempo necessário de possíveis revisões, atendendo as freqüências de execução em função das reais condições dos equipamentos para haver fechamento dos serviços em questão.

Os serviços no SISMANA também podem ser caracterizados por atendimentos em grandes paradas programadas, onde demandam maiores quantidades de recursos e necessitam atenções especiais com relação à criticidade envolvida na cronologia dos serviços.

Vale ressaltar que todas as O.S. devem estar claras nos critérios de segurança, com as evidências de procedimentos de impedimento e etiquetagem dos equipamentos.

Deve conter além disso o número da ordem de serviço, executante e responsável direto com impressão conjunta da Autorização de Serviços (A.S.), utilizado para se registrar a solicitação de autorização para se executar serviços que não requeiram impedimento, constituindo-se em protocolo de responsabilidade entre o responsável pela operação do equipamento e o executante do serviço. Juntamente deve estar o Relatório de Entrega e Recebimento de Equipamento (RERE), documento de execução impresso no SISMANA para os serviços com necessidade de impedimento, usado como protocolo de responsabilidade entre o responsável pela operação do equipamento e o responsável pelo serviço, sendo utilizado para registro das solicitações de impedimento/desimpedimento de equipamentos. (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010).

É notório que sistemas como o SISMANA são extremamente importantes para obtenção e geração de informações, mas muitos profissionais descrevem que seus planejamentos realizados na manutenção funcionarão tão bem quanto seus sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção funcionarem (PALMER, 2006). Mas deve ser ressaltado que as ferramentas computacionais apesar de serem uma poderosa forma de organização, planejamento e controle, não funcionam isoladamente.

O SISMANA conseguiu interagir diversas naturezas de serviços da manutenção central de serviços com os planos de manutenção das áreas clientes, trazendo grandes melhorias, de agilidade de planejamento e facilidade para os executantes.

Mas ações tomadas no campo como as reuniões prévias de realização de grandes serviços, visitas técnicas dos inspetores das áreas juntamente com os programadores e gestores da equipe executora na obra a ser realizada, além das junções de informações de outros sistemas informatizados ou mesmo de arquivos em papel, os quais não perdem sua importância, devido sua validade legal para possíveis auditorias e consultas de órgãos de responsabilidade fiscal, são sempre indispensáveis. Elas reforçam a necessidade de profissionais com bases fortes nos conceitos básicos dos

processos de planejamento, mostrando que as ferramentas computacionais devem trabalhar em função desses profissionais, e que o planejamento da manutenção engloba mais do que simplesmente utilizar um computador. (PALMER, 2006)

3.1.3 Procedimentos de inspeção da manutenção

As formas utilizadas para realização de inspeções em estruturas metálicas têm como objetivo a padronização dos itens a serem verificados, gerando recomendações e ações a serem tomadas conforme problemas identificados. Deve-se então inicialmente evidenciar as possíveis causas de falha, aplicando-se critérios de manutenção preditiva ou mesmo identificar a falha em estruturas complementares, como em elementos de união, e requisitar a execução da manutenção corretiva, antecipando o colapso da integridade geral da estrutura ou do equipamento que a mesma contém. (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010).

Sendo a inspeção uma atividade freqüente, os itens a serem inspecionados devem ser criados através de planos de inspeção, conforme os critérios mencionados anteriormente, inserindo esses itens e caracterizando-os conforme sua criticidade e periodicidade, a Figura 3.6 explica o processo.

Neste cenário, podemos representar a inspeção para manutenção preditiva, aquela que utiliza equipamentos de medição ou verificação para a determinação de um parâmetro de controle, indicadores do estado real do equipamento em relação às condições exigidas de desempenho, indicadas através de valores de normalidade, de alerta e criticidade. Dessa forma, a inspeção preditiva deve ser utilizada prioritariamente para itens de alta e média criticidade, dada sua maior precisão das informações geradas pelos equipamentos de inspeção. (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010).

Por muitas vezes, o inspetor tem que realizar a escolha do tipo de ensaio não destrutivo para complementar sua inspeção e dar maior confiabilidade em seus laudos. As escolhas destes ensaios nas inspeções de manutenção possuem vários fatores, nos quais podem até mesmo determinar o uso de vários ensaios nas diversas partes de um mesmo equipamento. No caso da ArcelorMittal Tubarão, a responsabilidade de execução desses tipos de ensaio para a manutenção cabe ao corpo de engenharia, pois caracterizam serviços extremamente especializados e são executados como apoio ao processo, seguindo rotinas próprias e seus resultados serão avaliados pelos responsáveis de cada área para decisão dos serviços a serem executados em função da apresentação dos resultados. (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010).

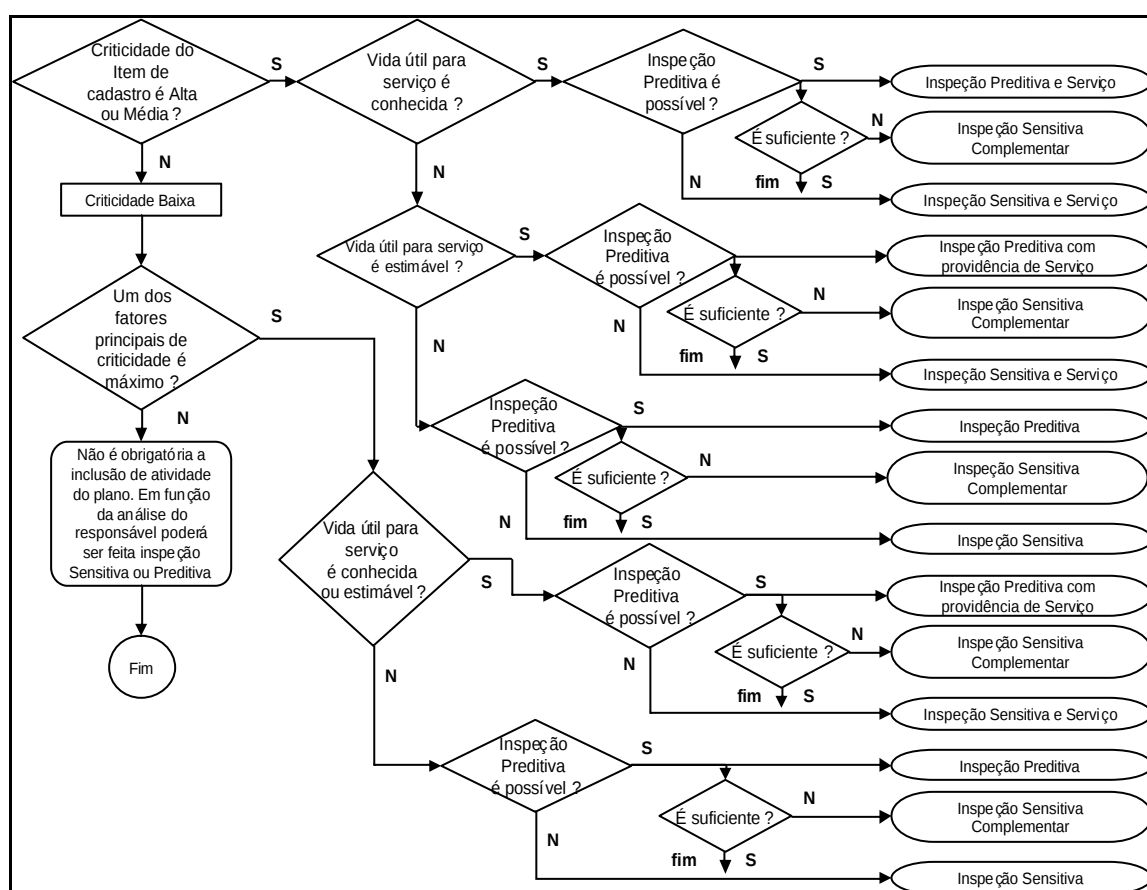


Figura 3.6 - Fluxo para definição de inspeções e serviços a Incluir nos planos de trabalho de manutenção em função da criticidade.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Podemos considerar que os principais itens que influenciam estão entre os mecanismos de deterioração atuantes no equipamento, as dimensões da parte do equipamento que se deseja inspecionar, o tipo de descontinuidade mais provável atribuída ao mecanismo de deterioração, as características superficiais do local a ser inspecionado e as propriedades metalúrgicas do material. (PALMER, 2006). Destacaremos então destacar alguns dos métodos de maior relevância e os mais aplicados em inspeções preditivas.

3.1.3.1 Inspeção visual

A inspeção sensitiva é realizada com a utilização dos sentidos humanos, para determinação das condições reais de um item em relação às condições exigidas e está intimamente ligada a manutenção preditiva, por ser uma forma de completar as técnicas com utilização de equipamentos, mas sendo necessário que o inspetor possua elevado senso crítico e experiência.

Particularmente o exame visual constitui uma poderosa ferramenta para todas as atividades industriais e de uso freqüente nas inspeções de manutenção. No entanto quando é tomado como ferramenta única, indica-se sua utilização para inspeções de baixa criticidade, mas possui ganhos significativos referentes a custos baixos, rápida apuração de resultados, fornecimento de conjuntos de importantes de informações quanto à conformidade de componentes além de em muitos casos auxiliar na prevenção de acidentes cujas conseqüências podem ser altamente dispendiosas. (NEPOMUCENO, 1999).

Dependendo da técnica e os meios utilizados pelo exame visual, a mesma assume papel muito importante na manutenção preditiva, pois é sempre o primeiro passo a ser tomado numa verificação qualquer. Dessa forma essas observações devem ser periódicas e registradas de maneiras claras, como por exemplo, através de relatórios

fotográficos, permitindo assim a atualização de históricos e registros de falha, verificando a evolução de um problema potencial referenciando os possíveis mecanismos de degradação.

Na inspeção visual preditiva para estruturas metálicas, objetiva-se a verificação de problemas específicos, ou mesmo uma possibilidade de um passo errado na execução que venha futuramente a se tornar uma falha. Pode ser dado como exemplo o acompanhamento de soldagens, onde é possível monitorar o cordão durante a execução até sua integridade final, dependendo da responsabilidade do serviço executado, além da verificação dos consumíveis ou técnicas utilizadas para a soldagem, observando os parâmetros que podem influenciar de maneira marcante na qualidade final da peça soldada (NEPOMUCENO, 1999).

Dentre eles os problemas que relatamos os que são possíveis de se destacar visualmente e as medidas iniciais a serem tomadas para recuperação ou substituição:

- Corrosões e perdas de espessura: Classifica-se com graus de leve, onde somente houve perda da camada de proteção de pintura, moderada quando há perda de até aproximadamente 20% de material da estrutura original levando a necessidade de jateamento abrasivo para retirada da camada de óxido e reforço com chaparia, ou grave quando há perda maior que 20% levando a necessidade de substituição. (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010)
- Deformações como amassamentos ou ausência de elementos estruturais: Identificar e registrar através de relatório fotográfico e identificar conforme desenho da estrutura montada, referenciando também todas as peças complementares, a fim de levantar todas as possíveis pontos de correção da anomalia. Se necessário, a engenharia de manutenção deverá ser acionada para elaboração de cálculos estruturais ou projetos executivos complementares. (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010)

- Surgimento de trincas ou quebras de componentes: Identificar a trinca através de ensaio por líquido penetrante ou marcação por jateamento e pintura superficial, registrando em relatório fotográfico e programar Ordem de Serviço de substituição.

Algumas técnicas de inspeção preditiva caracterizam-se pela apresentação dos resultados como exclusivamente visuais e complementam a inspeção, pois agem como facilitadores onde somente o olho humano não seria capaz de agir. Relataremos as mais utilizadas em campo para inspeção de estruturas metálicas, referenciando suas facilidades de aplicação, rapidez de resultados e custos relativamente baixos.

- Jateamento Abrasivo e pintura superficial: É de conhecimento que o jateamento abrasivo é utilizado para retirada de camadas de óxido em estrutura metálicas para preparação anterior ao recebimento da camada de pintura anti-corrosiva. No entanto esse tipo de procedimento destaca-se como eficaz método de identificação de descontinuidades superficiais em grandes extensões de material a ser avaliado. Primeiramente o procedimento deve ser realizado com a utilização de jateamento tipo Sa 1 – *brush-off*, a fim de remover rapidamente a camada de óxido, conforme NBR 7348 – *Pintura industrial: Preparação de superfícies de aço com jato abrasivo e hidrojateamento*, sem haver a necessidade de maiores tratamentos para ancoragem de camada anti-corrosiva. Posteriormente aplica-se uma camada de pintura reveladora que irá evidenciar e marcar as descontinuidades superficiais, conforme mostrado na Figura 3.7.



Figura 3.7 - Jateamento abrasivo em viga de rolamento para inspeção (esquerda) e realce da perda de material por corrosão nas bases dos parafusos e abas da viga (direita).

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010

A grande vantagem do uso desse processo é dada pela grande cobertura visual da rápida apresentação de descontinuidades. No entanto este método somente é aplicável quando há mão de obra mobilizada disponível especializada em jateamento, normalmente realizado por empresa de aplicação de tratamentos anti-corrosivos. Além disso, a aplicação do jato pode comprometer a integridade da estrutura inspecionada, dependendo do grau de corrosão que se encontra a mesma. Dessa forma uma verificação de pontos críticos e análises visuais de espessura dos elementos principais como vigas, colunas, contraventamentos e uniões aparafusadas previamente, deve ser realizada a fim de se evitar o colapso antes mesmo da realização da obra de recuperação ou substituição.

3.1.3.2 Inspeção por meio de líquido penetrante

Método desenvolvido para detecção de descontinuidades superficiais que ainda estejam abertas nas camadas mais superiores do material, tais como trincas, poros e dobras podendo ser aplicado em materiais não porosos e de superfície lisa. Consiste em fazer penetrar na abertura da descontinuidade um líquido, posteriormente

removendo seu excesso e fazendo o líquido sair de sua descontinuidade através de um revelador, conforme Figura 3.8. (ANDREUCCI, 2008)

Todo procedimento está assentado nos princípios de capilaridade e alta tensão superficial dos materiais utilizados, pois a eficácia do processo está no penetrante, que deve apresentar propriedades de fluência e “molhamento” (NEPOMUCENO, 1999). Esse tipo de ensaio demanda limpeza inicial, retirando todos os possíveis contaminantes, principalmente camadas de óxido, óleo e água.

A principal vantagem desse método é a simplicidade, pois requer pouco tempo de treinamento do inspetor, no entanto deve-se atentar para o tempo de penetração e a limpeza anterior e posterior ao ensaio (NEPOMUCENO, 1999). A maior limitação desse procedimento é dada pela detecção de apenas descontinuidades superficiais, não revelando possíveis problemas no interior da estrutura do material observado, levando em caso de maior criticidade a necessidade de outro tipo de ensaio não destrutivo.

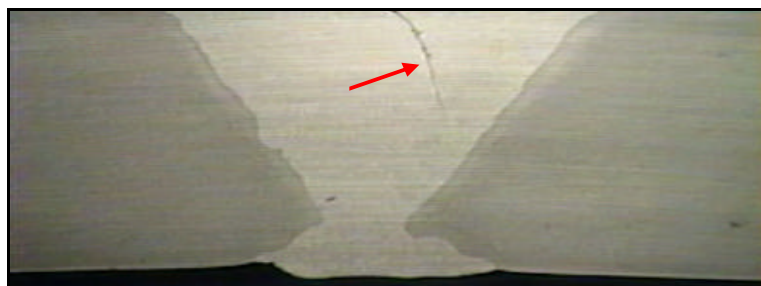


Figura 3.8 - Aplicação de líquido penetrante em junta soldada evidenciando uma trinca.

Fonte: ANDREUCCI, 2008

3.1.3.3 Ensaio por ultra-som

Detecta as descontinuidades internas do equipamento avaliado através da introdução de um feixe sônico (frequências superiores a 20.000 Hz), emitidos com características

compatíveis com a estrutura do material a ser ensaiado por transdutores de cristais piezelétricos. O instrumento emite um feixe sônico, numa direção favorável em relação à descontinuidade, se for refletido por esta descontinuidade, será mostrado como um pico, conforme Figura 3.9.

Esse tipo de ensaio demonstra as menores fissuras e suas profundidades sem emissão de partículas radioativas e com apresentação dos resultados no campo. Muito utilizado nas áreas de caldeiraria, constitui uma ferramenta indispensável para garantia da qualidade de peças de grandes espessuras, geometria complexa de juntas soldadas e chapas de grande criticidade e responsabilidade.

Mas, existem restrições para a aplicação desse ensaio, o qual exige grande habilidade e conhecimento teórico por parte do inspetor, dado pela complexidade de operação do equipamento, além de deficiências do método referente a faixas finas de espessura da estrutura analisada e necessidade de preparo da superfície aplicada (ANDREUCCI, 2008).

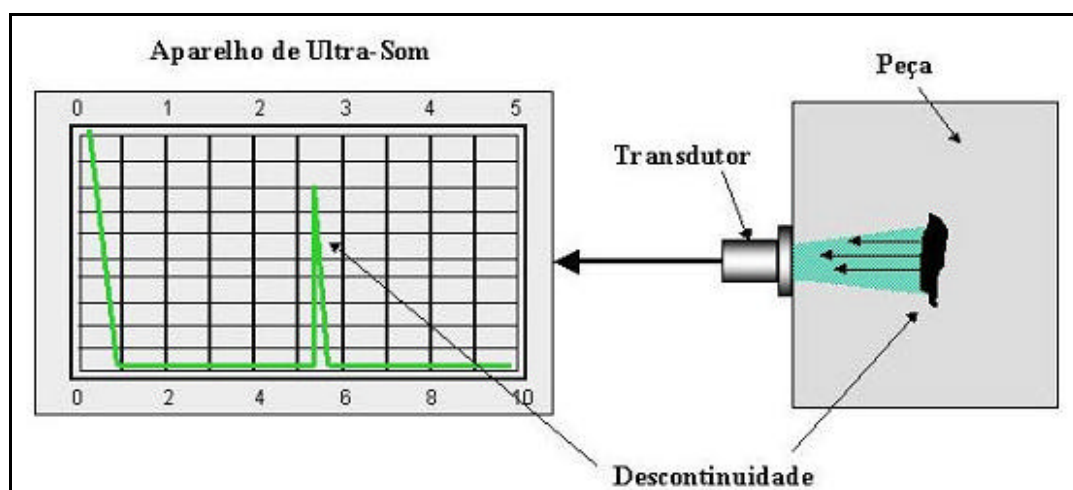


Figura 3.9 - Esquema representando o ensaio por ultra-som.

Fonte: ANDREUCCI, 2008.

3.1.3.4 Ensaio por partículas magnéticas

Método utilizado para avaliar descontinuidades superficiais e sub-superficiais em materiais ferromagnéticos, devido à forte atração destes pela corrente magnética, podendo aplicar essa prática em peças no processo de fabricação, acabados ou semi-acabados.

Consiste na projeção de um campo magnético, onde as regiões magnetizadas com descontinuidades causarão uma fuga desse campo e a aplicação das partículas ferromagnéticas causará uma aglomeração nas partes de fuga, uma vez que elas são atraídas devido ao surgimento de pólos magnéticos. Essa aglomeração indica o contorno do campo de fuga e fornece o formato e a extensão da descontinuidade.

Para realização desse ensaio devem-se escolher os métodos de magnetização e os tipos de partículas a serem utilizadas para cada aplicabilidade, preparo inicial da superfície para retirada de imperfeições que possam comprometer o ensaio, além de grande acuidade visual do inspetor, que será responsável pela interpretação dos resultados (ANDREUCCI, 2008).

3.1.3.5 Ensaio radiográfico

Esse tipo de procedimento utiliza radiações penetrantes “X” ou “Gama” emitindo ondas eletromagnéticas, atravessando a peça sob inspeção e atacando quimicamente a emulsão fotográfica que apresenta os resultados, os defeitos aparecem por contrastes após processamento dos filmes.

Notoriamente é destacado como uns dos mais antigos ensaios não destrutivos utilizados e consagrou-se como um dos mais eficientes para detecção de descontinuidades na fabricação de peças e componentes, mostra-se também muito

eficaz para acompanhamento da vida útil de componentes na manutenção preditiva. Entretanto, devido à maior complexidade das instalações industriais e condições de acessos de componentes e estruturas, devem ser realizados estudos preliminares para posicionamento da fonte emissora de radioativa, para se obter resultados favoráveis da imagem radiográfica que se quer alcançar, resultando em especificações independentes de ensaios para cada tipo de aplicação.

Além disso, a sua grande limitação dá-se no quesito segurança, que não pode em nenhum momento ser relevado, sob pena da radioatividade causar sérios danos a integridade física dos operadores e de qualquer indivíduo ao redor do processo. Os regulamentos de segurança são emitidos pela CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear, e sua observância implica naturalmente no aumento do custo do ensaio, com o uso de equipamentos auxiliares e obrigatórios de monitoramento da radiação emitida, instalações especiais ou isolamento de áreas (NEPOMUCENO, 1999).

3.1.3.6 Ensaio termográfico

Técnica preditiva designada a monitorar a emissão de energia infravermelha causada pela propagação do calor, não visível a olho nu, para determinar as condições operacionais dos equipamentos. Detectando as anomalias, ou seja, as variações de intensidade conforme mudanças de temperatura, um inspetor experiente consegue localizar e definir problemas incipientes, conforme Figura 3.10. Possibilita uma rápida apresentação de resultados, não havendo necessidade de impedimento do processo do equipamento, além de fácil manuseio.

No entanto sua aplicação fica limitada quando existem variações na superfície analisada como pintura ou camadas de proteção, podendo afetar as condições de emissões, e também a atmosfera envolvente do processo, pois vapores e emissões de gases absorvem as emissões infravermelhas. Como uma atmosfera industrial pode

estar mudando constantemente, a coleta de dados termográficos exige um cuidado com a interpretação dos sinais infravermelhos adquiridos (MOBLEY, et al. 2008).

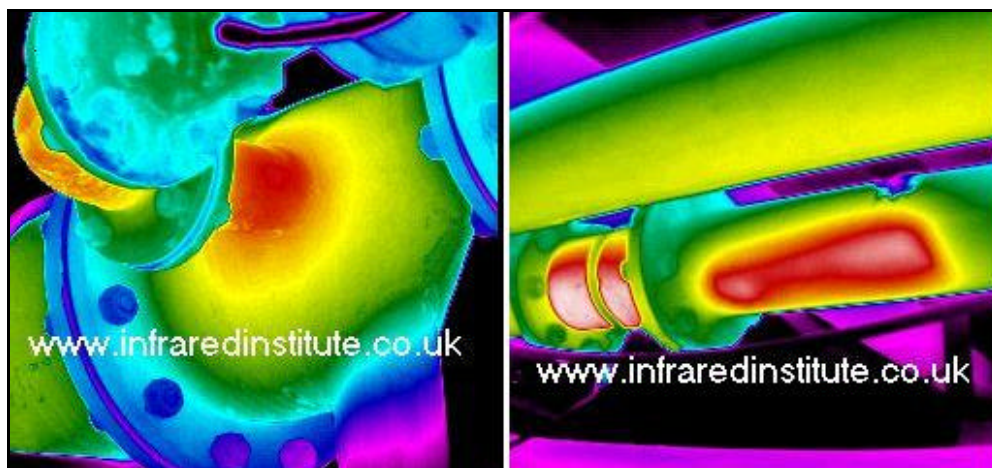


Figura 3.10 - Ensaio termográfico em tubulações.

Fonte: INFRARED INSTITUTE, 2010.

3.1.3.7 Ensaio por análise vibratória

Como existe vibração decorrente de qualquer processo mecânico a análise vibratória para manutenção preditiva torna-se umas das técnicas mais utilizadas e com maior aplicabilidade.

Esta técnica analisa as frequências presentes no equipamento com a utilização de transdutores, responsáveis por transformar vibração em sinal elétrico, conforme Figura 3.11. Posteriormente é realizado a varredura ou espectro dessas frequências, visualizando-as posteriormente em um gráfico e criticando as amplitudes obtidas com as máximas estabelecidas por equipamentos, tomando como referência a norma ISO 10816 – *Vibração Mecânica de máquinas operando em frequências de 10 a 200 Hz*

No entanto, o custo de capital de instrumentação e os conhecimentos necessários para adquirir e analisar os dados, impedem a aplicação generalizada deste tipo de técnica preditiva (MOBLEY, et al. 2008).

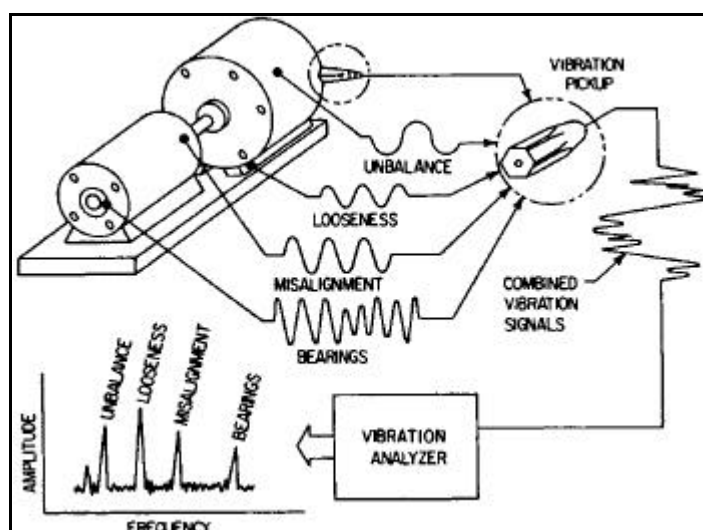


Figura 3.11 - Modelo de passos em ensaio por análise vibratória.

Fonte: MOBLEY et al., 2008

3.1.4 Critérios para solicitação de serviços em estruturas metálicas

Conseqüentemente com a identificação do problema e a análise realizada pelos inspetores da área cliente, gera-se a necessidade da criação da ordem de serviço OS, onde esta poderá passar pela análise da engenharia de manutenção para cálculos, dimensionamento e revisões do projeto existente.

Essa OS estará condicionada a padrões de fornecimento de serviços, será direcionada para as empresas executantes contratadas pela área gestora da manutenção, no caso a IUCS, limitando para formas de execução específicas com finalidade de identificar a área de atuação, estando estas no âmbito da manutenção de estruturas metálicas divididas em três grandes grupos que serão citados a seguir.

Além dos serviços realizados por OS's, podemos também citar a contratação por serviços específicos, de grande desembolso e curta duração, tecnicamente chamado por contratos SPOTS, termo esse que deriva do inglês, fazendo analogia a um trabalho realizado pontualmente.

Os métodos de atendimento fornecidos pela IUCS à área cliente darão um leque de possibilidades com os resultados da inspeção para se verificar qual tipo de fornecimento atenderá com melhor custo benefício em critérios financeiros e cronológicos.

3.1.4.1 Fabricação, montagem e desmontagem de estruturas metálicas e tubulações em rotina – EM's

Contempla o serviço geral de estruturas metálicas realizados rotineiramente com fixação cronológica para solicitação dos serviços, com prazos pré-determinados de inclusão e avaliação das OS's, contratação para fabricação das estruturas e montagem final. Esse tipo de inclusão das OS's, favorece melhor planejamento e distribuição da equipe contratada de montagem ao longo do ano, além de tempo hábil para verificação dos melhores preços e prazos de entrega do mercado para fornecimento de materiais de montagem, evitando assim acúmulo de serviços e favorecimento de atendimento para uma área cliente específica, podendo dessa forma separar aqueles serviços de maior criticidade dos que podem ser atendidos em rotina.

Existem quatro tipos de OS's especificadas para essa forma de atendimento:

- Fabricação e Montagem: o escopo desse serviço contempla fabricação, pintura, montagem do material e caso necessário desmontagem do existente.
- Fabricação: onde somente haverá fornecimento de material.

- Montagem: esse tipo de serviço contempla somente montagem e caso necessário também desmontagem.
- Desmontagem: Utilizada quando não haverá novas construções e somente será feita a desmontagem das estruturas existentes.

Esses tipos de OS's foram separados dessa forma, pois organiza no SISMANA a natureza do serviço a ser executado, onde esse será incluso na descrição do tipo de serviço que aparecerá na OS que irá para a contratada executante conforme mostrado na Figura 3.12.

Figura 3.12 - Tela de abertura de OS do SISMANA exemplificando modo de EM de montagem.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010

A cronologia de serviços de EM's é montada criando a janelas para execução das inclusões, avaliações, contratação, fabricação das estruturas e montagem. Todas as solicitações (OS's) poderão ser incluídas durante o ano para formação dos pacotes/carteira de serviços.

As solicitações incluídas no SISMANA serão avaliadas somente nos meses de Fevereiro e Julho de cada ano, conforme Figura 3.13. Caso a OS não contemple todos os pré-requisitos, será devolvida às áreas clientes com as respectivas justificativas e somente será contratada no próximo pacote, caso seja revisada e atenda aos pré-requisitos.

Os pré-requisitos são o fornecimento dos desenhos completos que indiquem escopo detalhado da fabricação e montagem, tais como quantitativo de peças, tipo de material, peso estimado, lista de material, cor final, desenho de conjunto e de montagem, oportunidade de montagem se rotina ou parada e se parada indicar qual. (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Inclusão					Inclusão						
	Avaliação					Avaliação					
		Contratação/Fabricação das Estruturas					Contratação/Fabricação das Estruturas				
Montagem das Estruturas					Montagem das Estruturas						Montagem
Primeiro Pacote de Estruturas Metálicas e Tubulações Segundo Pacote de Estruturas Metálicas e Tubulações											

Figura 3.13 - Cronograma dos Pacotes de EM's durante o ano.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010

Para realização desses serviços a IUCS possui dois contratos com empresas diferentes de serviços de execução, com preços fixos e previsão de desembolso mensal determinado, além de possuírem longa duração, com previsão de 36 meses para atendimento em toda usina, onde os desembolsos são realizados conforme produtividade porcentual medida de cada OS, avaliada pelos técnicos de área da IUCS.

Esse escopo favorece o foco nesse tipo de serviço, pois a equipe de montagem volta-se totalmente para o atendimento de EM's, separando demais forças de trabalho nas frentes de obra das outras naturezas.

A fabricação de materiais torna-se aqui responsabilidade da manutenção central de serviços juntamente com o setor de compras, agilizando o processo de montagem e eliminando a criação de estoques desnecessários. Seguem os passos para a fabricação:

- Emissão e Aprovação das Requisições de Compra (RQ's): A IUCS como órgão gestor cria os códigos de estoque, emite e aprova as RQ's para compra dos materiais necessários.
- Compra dos Materiais: A área de suprimentos efetua a cotação do pacote no mercado e fecha a compra com os fornecedores que tem a maior competitividade por RQ.
- Fornecimento do Material: Os materiais são fornecidos completos, com tratamento superficial, pintura anti-corrosiva, chapas de desgastes, elementos de ligação, borrachas, juntas e etc.
- Recebimento do Material e Armazenagem: O material é recebido pelo almoxarifado da ArcelorMittal Tubarão e armazenado por RQ.
- Montagem: Após aprovação do planejamento de execução da contratada, o material será retirado do estoque e aplicado na área (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010)

3.1.4.2 Serviços de estrutura metálica e tubulação nas grandes paradas de manutenção da usina

Este processo contempla a execução da carteira de serviços durante as grandes paradas programadas na área da usina, que envolvem recursos de pessoal de execução superior ao usado nos contratos de atendimento de rotina.

Nesta modalidade de contratação todos os recursos como, guindaste, material fabricado para montagem, andaimes e limpeza são de responsabilidade da área cliente. A mesma OS contempla a preparação se necessário, execução total do serviço e retoque de pintura, independente se for um ou mais turnos de trabalho, pois como o tempo de serviço é crucial para sucesso em paradas, as contratadas podem trabalhar em turnos variados para cumprimento do escopo da obra .

O Fluxo de programação é determinante nesse processo, pois informações não casadas entre planejadores das áreas clientes e da IUCS, podem comprometer o serviço e consequentemente a parada em questão.

Primeiramente o inspetor responsável pela área cliente inclui a OS no plano de inspeção para a parada e o supervisor da área faz a aprovação. Esse plano é enviado para a IUCS com até trinta dias antes da parada, para ser concedido tempo hábil para as contratadas de execução estarem mobilizando seu efetivo, conforme Tabela 3.1 este prazo pode variar dependendo da complexidade do serviço.

Na sequência a IUCS avalia se as OS estão de acordo com os requisitos, libera recurso no SISMANA e a área cliente realiza a programação com as demais OS. Em seguida a contratada está apta a execução e após os serviços finalizados a inspeção da área retorna a OS para comprovação de finalização autorizando a IUCS remunerar a contratada, pelo serviço da OS.

Os serviços de parada, por sua complexidade, trouxeram também a necessidade de criação de dois contratos com empresas distintas de longo prazo, com 36 meses, preços fixos e desembolsos distribuídos ao longo dos picos mensais de paradas, conforme planejamentos estratégicos anuais realizados nos planos das áreas clientes.

Toda contratação corresponde a um processo que pode ser de aquisição de equipamentos, materiais e serviços referentes à implantação de um projeto de investimento. Para a manutenção esses projetos correspondem a substituições, melhorias ou reparos, e contratos dessa natureza de fornecimento na manutenção central de serviços contemplam grandes obras onde a equipe contratada lotada para execução de serviços, de rotina ou paradas, não seria capaz de atender.

3.1.4.3 Serviços específicos de Estruturas Metálicas e Tubulações de grande abrangência e curta duração – SPOT

Nos serviços de parada as equipes estão focadas em atendimentos a várias OS em pontos estratégicos de serviços que só poderiam ser feitos com os equipamentos sem estarem em funcionamento, já no atendimento de rotina das EM's as equipes são reduzidas e a medição dos serviços é por produtividade montada.

Tabela 3.1 - prazos mínimos de programação para serviços de paradas programadas

GRANDES PARADAS PROGRAMADAS	PRAZO EM DIAS UTEIS
Grande Reparo do LTQ Grande Reparo do LA e LT Sinterização Alto Forno 01 Alto Forno 02 Alto Forno 03 Aciaria com Alto Forno 01 (área comum) MLC's com Alto Forno 01 Campanha de Convertedor 01 Campanha de Convertedor 02 Campanha de Convertedor 03 Linha L (Sinterização com Alto Forno 01)	30
PARADAS DE LINHA E PLANTAS	PRAZO EM DIAS UTEIS

Convertedor 01 Convertedor 02 Convertedor 03 MLC 1 MLC 2 MLC 3 Condicionamento Linha de Tesoura Linha de Acabamento LTQ Pátio de Minérios Briquetagem	10
--	----

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Para haver um atendimento que corresponda a uma atividade com vários serviços estratégicos de curta duração onde existem grandes mobilizações de mão de obra, reparos em estruturas de grande porte e que necessitem de todos os recursos envolvidos, como guindastes, plataformas móveis, andaimes e material de fabricação para execução, os contratos SPOT's vêm para suprir essa necessidade.

Para iniciar este processo de contratação, primeiramente áreas clientes realizam o estudo preliminar, com os passos iniciais de inspeção e engenharia, e criam um documento de especificação técnica dos serviços, justificando a necessidade dessa modalidade de contrato, onde este será analisado e avaliado em conjunto com a manutenção central de serviços de suporte.

Em seguida realiza-se uma solicitação de contratação pela área de manutenção, que será gestora do contrato e do serviço, no caso a manutenção central de serviços, para abertura da concorrência onde serão feitas as análises de preço, capacidade técnica, esclarecimentos e visitas para compor o orçamento.

A partir daí a contratada vencedora da concorrência inicia seu processo de mobilização para a obra ser executada, com o período de execução definido no

momento da contratação e de acordo com o tipo de serviço. Vale lembrar que esse tipo de contrato, dependendo da complexidade e necessidade do equipamento envolvido, pode ser executado totalmente ou parcialmente em serviços de paradas, suprindo as frentes onde a demanda de serviços impede a permanência única das equipes fixas de execução dos contratos de estruturas metálicas e tubulações em grandes paradas.

Para contratos que contemplem fornecimento de materiais de estruturas metálicas, deve-se estar atento ao período hábil de fabricação, onde a finalização dessa etapa deve coincidir com a data inicial das montagens em campo.

De forma a gerenciar os registros dos serviços de manutenção, a contratação SPOT também deve ser incluída no SISMANA pela área cliente, a partir do momento de abertura da ata de mobilização, com a inclusão de uma OS única, mesmo se a obra contemplar várias atividades, conforme Figura 3.14.

Figura 3.14 - Cadastro de OS para serviços de contratação SPOT no SISMANA.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Atenta-se que para esse modo de contratação existe a possibilidade de aumento dos preços conforme a demanda de serviços, devendo haver limitação destes através da dependência do orçamento anual de cada área cliente. No entanto avaliando a execução com atendimento satisfatório, os preços em elevação podem ser compensados pela grande produtividade que os contratos SPOTS agregam, referenciando o volume de estruturas que pode ser montado em um espaço de tempo reduzido.

3.2 RESULTADOS ALCANÇADOS COM METODOLOGIA ATUAL DE GESTÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS

Conforme mencionado, os modelos de contratação anteriores ao período de mudança da gestão da manutenção de estruturas metálicas da IUCS contemplavam um cenário de improdutividades e baixas consecuições nas montagens, onde os limites orçamentários das áreas eram variáveis e com previsões muito distintas da realidade.

Mas com as mudanças aplicadas no gerenciamento, os números anuais se mostraram favoráveis ao modelo e criaram melhorias nos resultados financeiros além daqueles não quantificáveis. Comparando a metodologia anterior com a atual podemos montar um quadro que evidencia essas mudanças para um cenário mais satisfatório, conforme Tabela 3.2.

As principais mudanças sentidas com a aplicação da nova metodologia na IUCS, tanto para o atendimento em serviços contratados de execução, quanto para as fabricações, foram as respostas financeiras.

Conforme o Gráfico 3.1 pode-se perceber o aumento médio da produtividade na execução, medida através da diminuição do valor de homem hora por tonelada montada (HH/ton), de 11,5% no período de 2007 a 2006 no início da desmobilização

da contratada única, e uma redução de 4,4% no período de 2007 até 2008, onde já estavam contratadas as empresas para realização dos serviços de rotina.

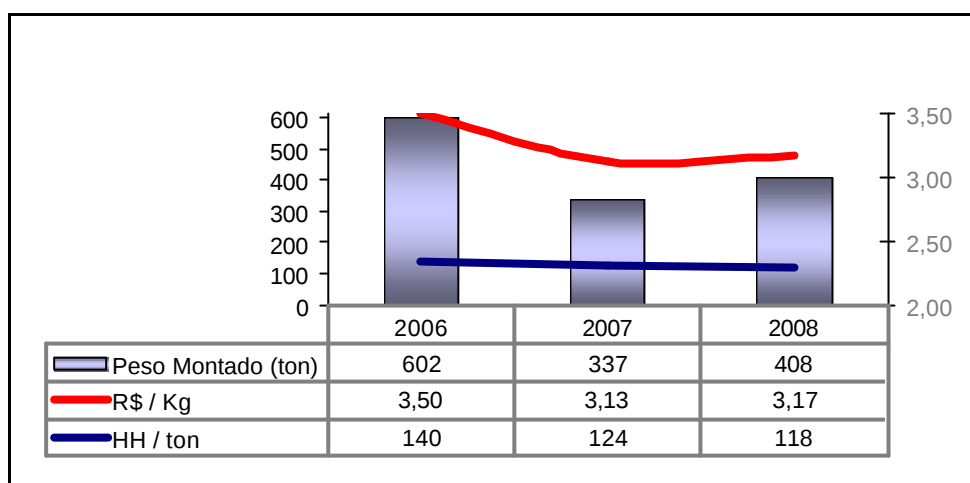


Gráfico 3.1 - Resultados obtidos na mudança da gestão de execução de serviços em estruturas metálicas.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Tabela 3.2 - Comparativo da gestão da manutenção de estruturas metálicas.

DESCRIÇÃO	CONDIÇÃO ANTERIOR	CONDIÇÃO ATUAL		
		ROTINA (EM'S)	PARADAS	SPOTS
Tipo de Contrato	Por Preços unitários definidos pela característica dos serviços.	Quantidades e valor global por EM com base nas produtividades históricas.	Quantidades históricas, valor global por OS's.	Contratação específica por Preço Global.
Quantidade de Contratos	Um contrato de longo prazo para atender a usina	Dois contratos de longo prazo para atender a usina com empresas distintas.	Dois contratos de longo prazo para atender a usina com empresas distintas	Conforme quantidade de demanda e orçamento do período.
Alteração de Escopo	Possibilidade de troca de serviços. Em 2006, o índice de troca de serviços acumulado é de 25%	100% das EM's do pacote são concluídas, tem possibilidade de incluir emergências no pacote.	Possibilidade de troca de serviços, nos últimos eventos o índice esta aproximadamente 3%.	Não há possibilidade de troca de serviços e alteração do escopo.
Preços	Preços unitários. Interferências, ociosidades e improdutividades inclusas.	Preços com base em produtividade específica de cada EM.	Preços por HH, com prévia negociação e consolidado do valor global por OS.	Tendência de aumento de preços, a ser compensada pela produtividade e valor agregado da atividade.
Capacidade de Execução	Limitada aos recursos disponíveis na Contratada.	Limitada a demanda dos pacotes e orçamento.	Limitada aos recursos disponíveis das Contratadas.	Limitada a demanda dos pacotes e orçamento.
Planejamento dos Serviços	Planejamento da contratada, itens de maior produtividade são priorizados	Planejamento da área cliente em conjunto com órgão gestor. (Dois pacotes anuais)	Planejamento da área cliente, liberação de recursos pela área gestora.	Período de execução definido durante a contratação e Planejamento de execução da contratada.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Esses números mostram que mesmo com uma menor quantidade de peso montado no ano de 2008 em relação a 2006, foi necessário menos mão de obra para se montar um volume proporcional.

Dessa forma com esse aumento de produtividade, pode ser avaliada uma redução de aproximadamente 13% em pagamentos de serviços no período de três anos acompanhados, baseado nos valores de pagamentos médios anuais em homem hora de cada contrato (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010).

Para se chegar nesse valor, foi analisado o desembolso anual médio de cada contrato, em 2006 com somente a contratada única, em 2007 o desembolso com a contratada de serviços de rotina e a contratada única desmobilizada e em 2008 com dois contratos, envolvendo paradas e rotina. O cálculo foi realizado da seguinte forma:

- 2006: Contratada A – valor anual médio: X_A ;
- 2007: Contratada B – valor anual médio: X_{B1} ;
- 2008: Dois contratos de B – valor anual médio: $X_{B2} + X_{B1}$ (o contrato de 2007 ainda estava em vigência);
- Média dos desembolsos anuais: $MD_A = \frac{X_A + X_{B1} + (X_{B2} + X_{B1})}{3}$
- Média anual para os três anos do aumento da produtividade MAP :

$$AP_{06-07} = ((Hh \text{ efetivo de } 2006) - (Hh \text{ efetivo de } 2007)) \cdot (\text{valor de } Hh \text{ de } 2006 \text{ a } 2007)$$

$$AP_{07-08} = ((Hh \text{ efetivo de } 2007) - (Hh \text{ efetivo de } 2008)) \cdot (\text{valor de } Hh \text{ de } 2007 \text{ a } 2008)$$

$$MAP = \frac{AP_{06-07} + AP_{07-08}}{3}$$

- Redução dos pagamentos no período: $RP = \frac{MAP}{MD_A} \cong 12\%$

Os valores contratuais globais e de desembolso em homem hora não serão divulgados para preservar financeiramente as contratadas que prestam ou prestaram serviços à ArcelorMittal Tubarão.

Acompanhando também os resultados nas fabricações de estruturas metálicas e tubulações, pode-se perceber que levando as aquisições para o setor de compras, com pedidos independentes via RQ's no sistema SAP, pode-se alcançar uma redução de 21% no valor médio por quilograma de material fabricado em comparação quando havia contratos fechados para fornecimento de material, conforme Gráfico 3.2 (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010). Atenta-se que em 2008 o fornecimento ocorreu pelos dois métodos e dessa forma pode-se observar qual sairia mais rentável.

A variedade de fornecedores que essa metodologia permite, faz com que haja maior concorrência entre os preços de diversos fornecedores cadastrados capacitados tecnicamente para atender a demanda dos serviços.

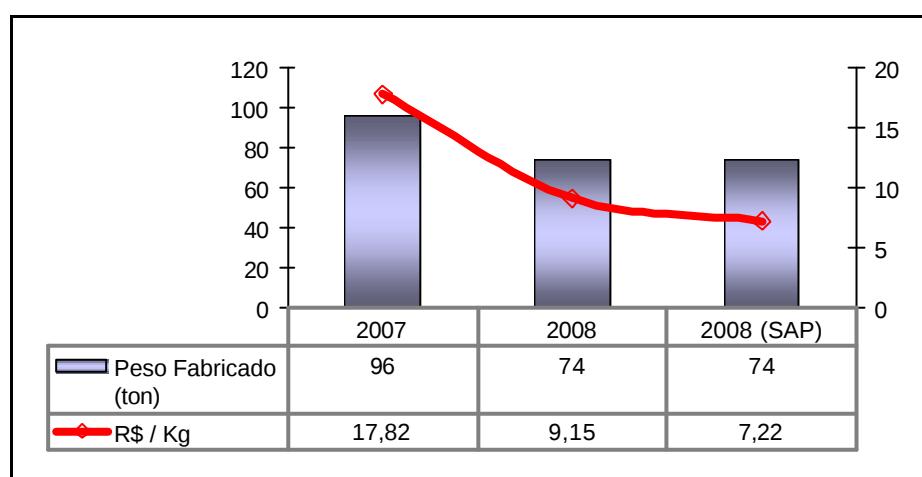


Gráfico 3.2 - Resultados obtidos com fabricações via RQ's.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Além desse retorno financeiro a nova metodologia de gestão se tornou eficaz com resultados não quantificáveis, onde se retira a dependência de uma única contratada gerando concorrência interna nas novas contratadas buscando de qualidade, segurança e produtividade.

Dessa forma pode-se melhorar o atendimento a serviços de rotina e paradas programadas simultaneamente, aumentando a consecução das montagens de materiais fabricados além da possibilidade de rastreá-los com maior facilidade, através dos registros via SAP.

Isso tudo retoma um a satisfação das áreas clientes em relação a um aumento claro de capacidade de atendimento da Manutenção de Serviços de Suporte.

4 ESTUDO DE CASO

Serão apresentados nesse capítulo, o funcionamento do apagamento de coque utilizado na ArcelorMittal Tubarão e a aplicação da metodologia de gestão de manutenção de estruturas metálicas em uma reforma da estrutura torre de manutenção Talha 12PR06, parte integrante desse conjunto de equipamentos. Inicialmente falhas na gestão geraram tanto comprometimento físico estrutural, quanto a parada de equipamentos, vindo a prejudicar a manutenção mecânica e a produção da coqueria.

A apresentação desses fatos demonstrará a eficácia da metodologia defendida através da apresentação de uma solução para conclusão de uma obra que já havia postergado todos os prazos e custos possíveis.

4.1 O APAGAMENTO DE COQUE A SECO

Tecnologia conhecida comercialmente como CDQ (*Coke Dry Quenching* ou Apagamento de Coque a Seco), patenteada pela empresa japonesa Nippon Steel Corporation é utilizado na ArcelorMittal Tubarão trabalhando adjacente a produção de coque.

Esse conjunto de equipamentos tem como princípio um método de recuperação de calor na forma de vapor, oriundo do apagamento do carvão mineral já na forma de coque, o qual sai das baterias da Coqueria em torno de 1000° C e tem sua temperatura diminuída com a utilização de um gás para apagamento no caso o nitrogênio, ao invés da utilização de jateamento com água.

Dessa forma o tratamento realizado é por um sistema fechado e evita a emissão de gases poluentes para a atmosfera, causada pela dispersão de pós e fumos quando o método úmido é utilizado. Além disso, esse tipo de tecnologia de apagamento a seco proporciona uma melhor qualidade de coque produzido, devido ao seu método de apagamento gradual, mantendo as propriedades químicas necessárias da estrutura do carvão coqueificado.

A Figura 4.1 apresenta o complexo de equipamentos e estruturas metálicas utilizadas no CDQ da ArcelorMittal Tubarão.



Figura 4.1 - Estruturas do Apagamento de Coque Seco da ArcelorMittal Tubarão.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Em 2008, a equipe responsável pela manutenção mecânica da Coqueria, iniciou trabalhos de recuperação das estruturas metálicas do CDQ, visando retirada de condições inseguras causadas pela degradação das estruturas devido ao elevado grau de corrosão que as mesmas apresentavam.

4.2 REFORMA DA TALHA 12PR06 DO CDQ

4.2.1 Histórico e obstáculos na primeira gestão da reforma

Podemos observar na Figura 4.1 que as estruturas do CDQ possuem grandes dimensões e atingem alturas elevadas em relação ao solo. Dessa forma, equipamentos de elevação foram concebidos para auxílio no transporte vertical tanto para a produção quanto para manutenções diversas que se façam necessárias, retirando a necessidade de uso de guindastes para cargas com dimensões menores. Os equipamentos responsáveis para esse fim são formados por duas estruturas torres denominadas Talhas 12PR06 e 12PR07. A estrutura da 12PR06 e a simulação dos seus esforços pelo software da empresa ANSYS Inc. podem ser evidenciados pela Figura 4.2.

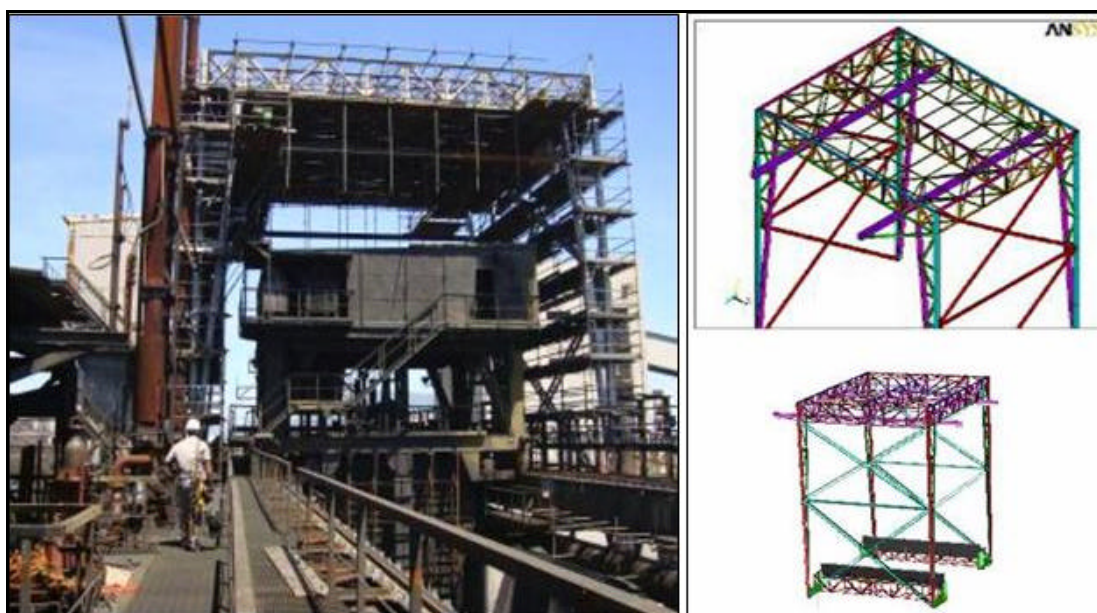


Figura 4.2 - Estruturas metálica da Talha 12PR06 e simulação em ANSYS.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Conforme mostrado nesse estudo sobre a falta de análise de criticidade para estruturas metálicas, como caso geral em grande parte das usinas, a grande parte dos componentes metálicos do apagamento de coque estava em elevado grau de corrosão, necessitando de substituições em sua maioria.

Não diferente desse cenário, as estruturas metálicas da Talha 12PR06 apresentaram os maiores índices de corrosão, envolvendo comprometimento da segurança operacional e dos trabalhadores, sendo necessária a interrupção da utilização do equipamento em Abril de 2008.

Durante os serviços recuperação do CDQ, foram utilizadas equipes contratadas e gerenciadas pela manutenção central de serviços para execução das trocas e reparos, com fornecimento de material via RQ's, conforme demonstrado anteriormente. Os serviços de inspeção, detalhamento e dimensionamento foram repassados para outra empresa terceirizada, que será relatada como Contratada, para permanência da idoneidade da mesma. Esta empresa foi contratada diretamente pela área de manutenção da Coqueria, e não pela manutenção central como as demais envolvidas no serviço.

Particularmente a Talha 12PR06 apresentava maiores complexidades de serviço, por sua estrutura estar diretamente em contato com a ponte rolante das baterias de coque, pré-supondo que a obra deveria estar atrelada com as paradas produtivas. Além disso, a altura envolvida e os gases residuais do processo de apagamento reiteravam a necessidade de uma equipe especializada para essa execução.

Sendo assim, o elevado estado de corrosão mostrado pelo relatório de inspeção final, conforme a Figura 4.3, a complexidade e o risco iminente de abalo total da estrutura, levaram a área cliente a tomar medidas de urgência, que deveriam ser realizadas com precisão. A Contratada que realizou além da inspeção, foi convocada para fornecimento de serviços de reparos em estrutura metálica por alpinismo, com profissionais e experiência comprovada para trabalhos em altura, possuindo

certificação IRATA (*Industrial Rope Access Trade Association*), órgão inglês responsável no mundo para liberação desse tipo de trabalho.



Figura 4.3 - Elementos estruturais da Talha 12PR06 em elevado estado de corrosão.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Atenta-se que essa situação gerou um quadro de “quarteirização do fornecimento de serviços” a partir do momento que a área da manutenção mecânica da Coqueria optou pela contratação de uma empresa terceira. A contratada é uma empresa especializada em engenharia e inspeção, mas que não possuía efetivo e infra-estrutura própria para realização do preposto, somente gerenciando o escopo de requisição e o fornecimento de material, além da mão-de-obra especializada de alpinismo industrial para realização das atividades envolvidas na Talha 12 PR06. Posteriormente será mostrado que para esse tipo de caso, essa quarteirização pode ter ocasionado insucesso na entrega final da obra.

Em seqüência dos fatos, para fechamento do cronograma da obra e criação do plano de recuperação, seria necessário atacar alguns pontos chave inicialmente, evitando comprometimento dos caminhos críticos, os quais eram:

- Mobilização e plano de *rigging* do guindaste Manitowoc 180 t, pertencente à ArcelorMittal Tubarão, para movimentação das peças;
- Desmontagem das plataformas e passarelas com risco de desabamento;
- Data e condição para remoção da estrutura das monovias da talha;
- Detalhamento dos tempos de fabricação e entrega dos materiais;
- Desmontagem das demais estruturas;
- Montagem final e posicionamento da talha.

No entanto, a execução estava atrelada à disponibilidade da mão de obra dos alpinistas industriais e o plano de *rigging* do guindaste, onde a partir daí começaram a surgir os primeiros obstáculos. Esses profissionais precisavam ser alocados de outros estados onde existe pessoal com essa especialidade, gerando problemas para a mobilização desse efetivo. Além disso, o turno de serviço dos mesmos estava atrelado a condições climáticas e necessidade de trabalho exclusivamente diurno devido aos riscos envolvidos. Sendo assim, por diversas vezes durante a desmontagem para retirada dos elementos estruturais, devido as condições inseguras, a equipe de alpinismo esteve ociosa alegando intempéries.

Adicionalmente, outro fator de obstrução foi relacionado ao fornecimento do material de estruturas metálicas para montagem final e travamento das demais estruturas durante a desmontagem, os quais estavam sob responsabilidade da Contratada, que deveria gerenciar os quantitativos estipulados no projeto e enviá-los para a sub-contratada de fabricação. Esse encargo tornou-se falho no momento que o a Contratada não acompanhou o processo de fabricação, perdendo o controle da rastreabilidade e dos padrões que esses materiais seriam fabricados, os quais

necessitavam de pintura anti-corrosiva específica para a área da Coqueria. Geraram-se dessa forma inúmeros atrasos na entrega das peças e foi necessário realizar a mudança no fornecedor para haver melhores condições técnicas de atendimento.

Também deve ser ressaltado que a retirada das peças deveria ser com a utilização do guindaste Manitowoc 180 t, necessário devido à robustez de alcance da sua lança conforme Figura 4.4. O guindaste estava sendo solicitado tanto para reforma, quanto para manutenções nas paradas programadas do CDQ, motivo este dado pela interdição da Talha 12PR06, dessa forma a programação deveria estar casada com os dois eventos para haver harmonia na execução.



Figura 4.4 - Detalhe da lança do guindaste Manitowoc 180 t, auxiliando durante a reforma da Talha 12PR06.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Todos esses fatos deveriam ter sido tratados com maior relevância, no entanto a falha desses itens de planejamento empurrou o cronograma da obra para uma previsão de conclusão em Abril de 2009, conforme mostrado no Gráfico 4.1.

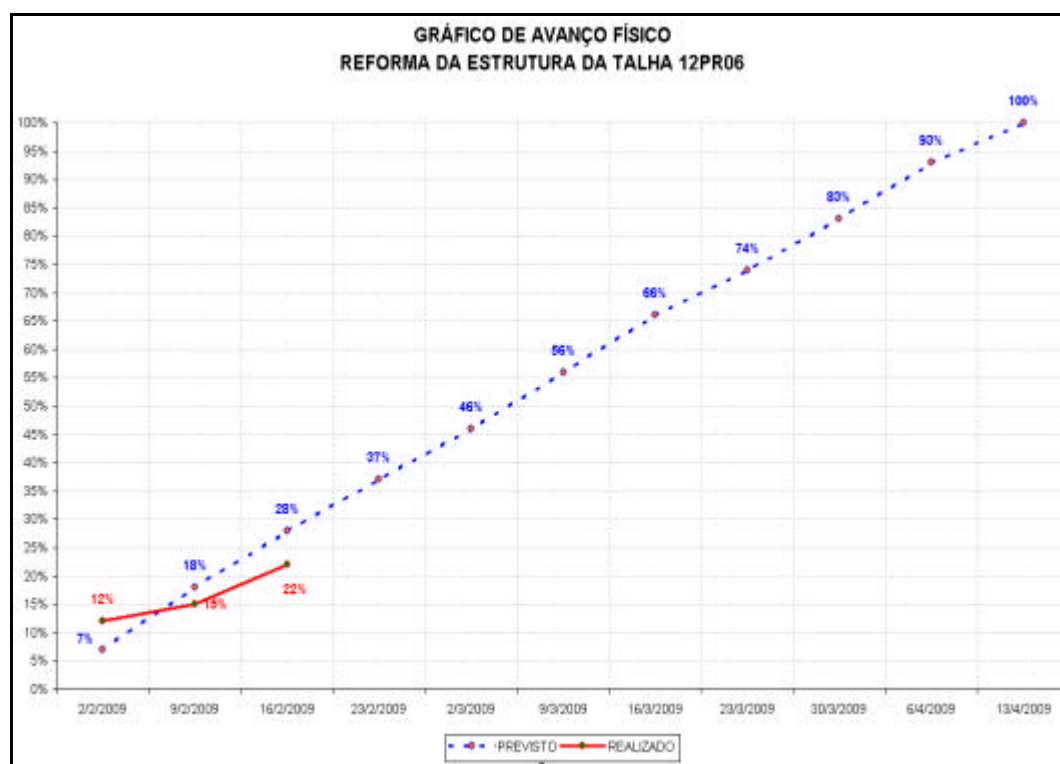


Gráfico 4.1 - Avanço físico da obra em 2009.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Pode-se observar que ainda em Fevereiro de 2009, a obra avançou somente 22% do previsto, mostrando que mesmo com essa previsão ajustada para a realidade de execução em 2009, conforme cronograma da Figura 4.5, em uma janela de aproximadamente nove meses a partir da mobilização da equipe de alpinistas e da finalização da inspeção final em junho de 2008 a reforma esteve praticamente paralisada, com o andamento inicial no primeiro ano sendo tomado apenas para realização das desmontagens das peças críticas com risco de desabamento, o que representava 20% da obra total, totalizando um avanço físico de aproximadamente 42%, somando inspeção, reparo mecânico e pintura anti-corrosiva.

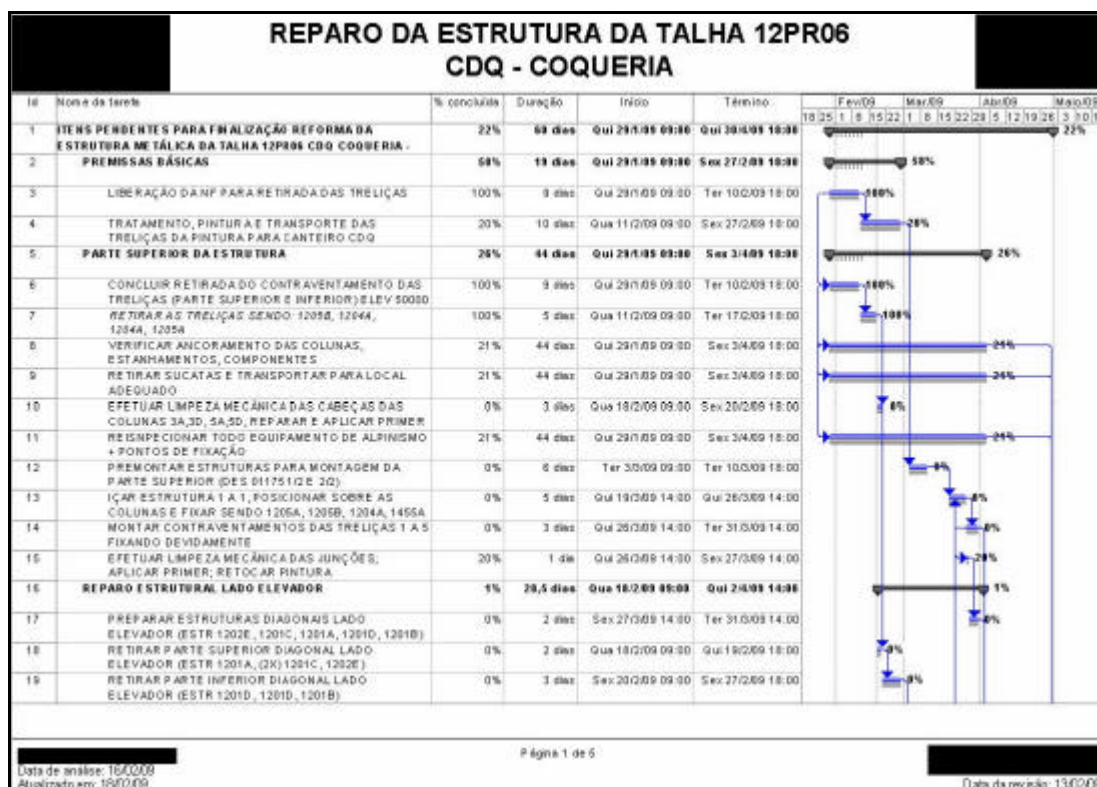


Figura 4.5 - Cronograma do andamento da reforma em 2009.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

Esse novo ajuste foi possibilitado pela chegada ao campo dos materiais fabricados para escoramento das estruturas antigas e montagem final, sendo possível assim realizar a desmontagem das treliças principais e dos contraventamentos em fevereiro de 2009 pela equipe de alpinismo conforme cronograma da Figura 4.5 e como mostra a operação na Figura 4.6.

Mesmo com as medidas de retomada da obra, a Contratada continuou a falhar no seu planejamento, com retornos nas peças fabricadas por erro nas especificações de projeto e no tratamento anti-corrosivo inadequado, além da alta improdutividade da equipe de alpinismo, alegada pelas condições climáticas desfavoráveis como incidência de ventos e chuva. Essa afirmação poderia ser relevante se não fosse reforçada que a equipe da Contratada estava ciente das condições de trabalho e clima da região, com esse termo sendo confirmado na ata de mobilização dos serviços em Abril de 2008.



Figura 4.6 - Operação de desmontagem realizada em fevereiro de 2009.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

As sucessíveis interrupções, erros de projeto e o andamento lento da evolução nos cronogramas levaram a área contratante da manutenção mecânica da Coqueria a rescindir o contrato com a Contratada por incapacidade de gestão. Somado a esse fato, deve ser pontuado as tentativas da contratada de justificar essas falhas repassando a responsabilidade financeira de reembolso para a contratante dos altos valores assumidos com a improdutividade dos alpinistas, materiais estruturais adicionais devido a erros de planejamento e equipamentos utilizados para amarração das estruturas antigas. As defesas para essas justificativas foram tomadas em base das cláusulas contratuais e atas de reuniões de obra, da Contratada com a ArcelorMittal, salientando que todos os procedimentos deveriam ser de responsabilidade da contratada. O reembolso não foi realizado e essa situação consolidou a rescisão.

Para haver uma finalização da obra, uma nova proposta de trabalho deveria ser tomada. Dessa forma a manutenção central de serviços de suporte, que já estava gerenciando as equipe de reparos em estruturas metálicas nas demais áreas do CDQ, foi acionada para execução juntamente com as contratadas de montagem de andaimes e pintura industrial, conforme mostrado na Figura 4.7. Nesse momento foram utilizados os contratos SPOTS gerenciados diretamente pela equipe da manutenção central de serviços, aditando as cláusulas necessárias para legalização dos procedimentos a serem tomados como escopo desses contratos existentes.

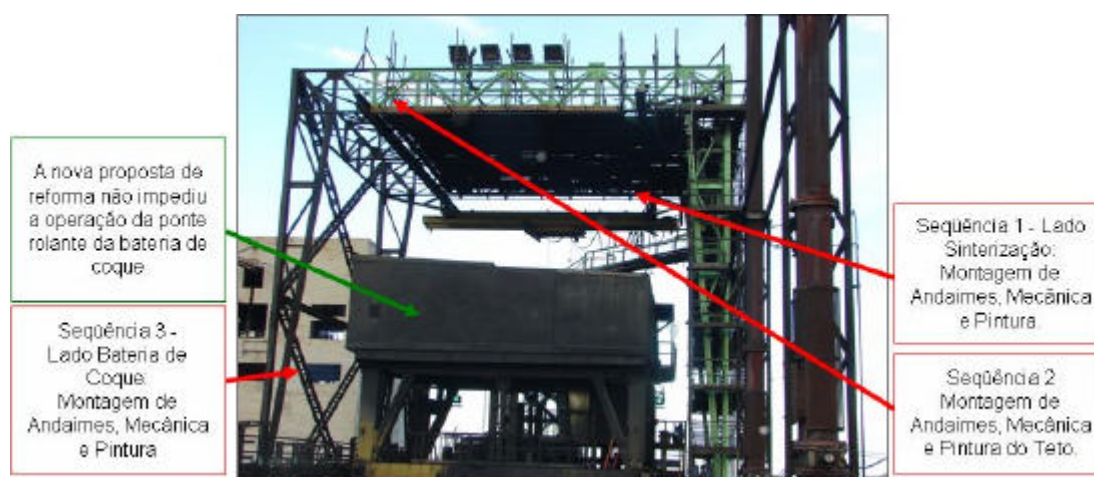


Figura 4.7 - Nova proposta de execução para finalização da reforma da Talha 12PR06.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

A execução foi reiniciada em Agosto de 2009, com atuação das três empresas contratadas atacando nos pontos chave de reparo para finalização nessa ordem:

- Montagem de andaimes em torno de toda estrutura;
- Retirada e reparo das demais vigas secundárias corroídas além da conclusão de todas as soldas;
- Montagem das novas passarelas de acesso conforme Figura 4.8;

- Recuperação e posteriormente posicionamento das monovias de rolamento da talha conforme Figura 4.9;
- Elaboração de estrutura de reforço e pintura final para as colunas principais que não puderam ser retiradas, conforme Figura 4.10;
- Posicionamento final da Talha 12PR06 conforme Figura 4.11;
- Ligações elétricas e *start-up* do equipamento para operação;

Essa forma de trabalho possibilitou a conclusão da obra sem incidentes de segurança em fevereiro de 2010, com um tempo total de trabalho de seis meses decorridos a partir da mobilização das novas empresas contratadas.

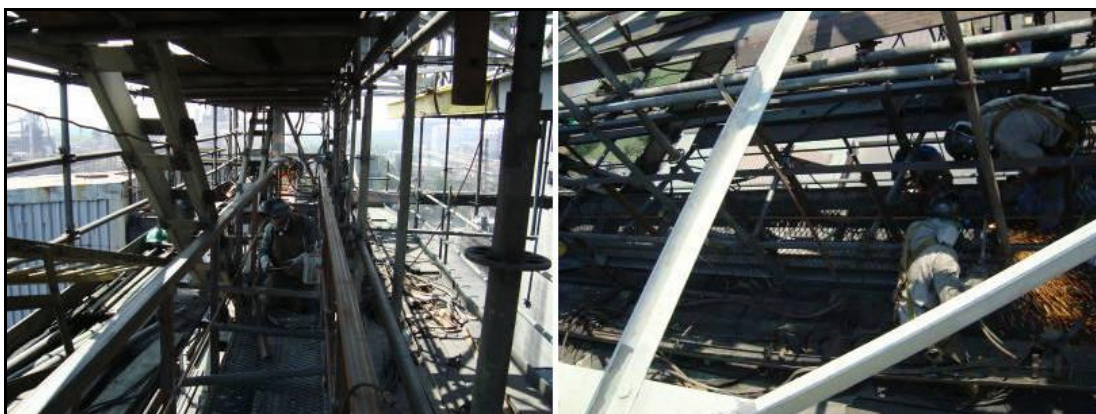


Figura 4.8 - Montagem das novas passarelas de acesso.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.



Figura 4.9 - Recuperação e posicionamento das monovias de rolamento da talha.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.



Figura 4.10 - Reforço estrutural e acabamento final das colunas principais da estrutura.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.



Figura 4.11 - Posicionamento final da Talha 12PR06.

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

4.2.2 Análise dos procedimentos de gerenciamento utilizados

Verificamos anteriormente que a forma de gestão assumida pela manutenção mecânica da coqueria, criou o que pode ser chamado de “quarteirização dos serviços”. A quarteirização é vista como uma ferramenta de gestão utilizada atualmente que pode trazer benefícios na agilidade dos processos empresariais, onde trabalha diretamente com a terceirização dos serviços. Em suma, a terceirização é dada pela transferência de tarefas de uma empresa para outra, podendo esta primeira estar focando em seu ramo específico, reduzindo consequentemente os custos do processo produtivo (DIAS, 1998). Já a quarteirização é avaliada como a evolução do processo de terceirização, onde uma empresa já contratada iria administrar os outros processos que por ventura seriam também contratados, tornando a quarteirização uma ferramenta de gestão de contratos que poderiam ser terceirizados, mas retirando a responsabilidade do gerenciamento direto da contratante. (DIAS, 1998).

No entanto o método que foi utilizado na reforma da Talha 12PR06, repassou toda a responsabilidade de execução e não somente gestão, para uma empresa já contratada, a qual não possuía efetivo e material para realização do preposto, diferenciando a forma de quarteirização ideal.

Isso pode ser visto como uma das causas básicas para os atrasos sucessivos nos cronogramas da obra, além dos caminhos tomados na execução, no fornecimento de material e na falta de priorização da criticidade da manutenção da estrutura. Os pontos chave das falhas de gestão serão comparados a seguir.

4.2.2.1 Forma de execução

Tecnicamente equipes de alpinismo industrial possuem renome mundial em operações realizadas em alturas onde não seriam possíveis outros meios de acesso. Mas no caso dos serviços realizados em siderurgia, esse tipo de especialidade estaria limitada a velocidade de execução que esses profissionais conseguem executar, já que não estariam atrelados ao término da montagem de andaimes ou alocação de plataformas móveis. Mas esses recursos de elevação devem estar sempre disponíveis nos pátios fabris de uma siderúrgica, dessa forma reafirmam que referente aos custos, essa disponibilidade de andaimes e plataformas móveis consegue obter maior rentabilidade com preços menores.

Além disso, o desembolso por hora de um mecânico montador ou soldador comum é metade do preço de um mesmo profissional com certificação de alpinismo, reforçando que a necessidade de mobilização desse tipo de efetivo deve ser realizada quando as alternativas convencionais não conseguem atuar.

4.2.2.2 Fornecimento de material

A forma adotada para contratação de empresas para fabricação dos materiais de estruturas metálicas também deve ser considerada para os atrasos nas montagens da

talha. A Contratada não possuía capacidade de fornecimento e precisou atuar no mercado em busca de fornecedores de peças para estruturas metálicas.

As empresas que foram envolvidas não detinham capacidade técnica para fornecimento do volume de material no curto prazo com tempo hábil para fabricação, determinado pelo planejamento da obra, gerando sucessivos retornos de peças por erros na comunicação com o gerenciamento e descumprimento de padrões de fabricação estipulados nos projetos para aqueles materiais.

Deve ser lembrado o problema do rastreamento das peças, pois com a falha desse item de controle, ocasionaram-se falhas na estocagem até o momento da montagem e também peças entregues sem seus conjuntos complementares e em tempos alternados.

4.2.2.3 Prioridade na reforma da estrutura

Conforme já mencionado nesse estudo, estruturas metálicas notoriamente são levadas ao esgotamento de sua vida útil para haver manutenção de seus componentes, com as estruturas da Talha 12PR06 não foram diferentes. Mas essa postura assumida levou a área cliente a tomar medidas de urgência sob pena de haver prejuízos ainda maiores envolvendo segurança humana.

A visão inicial era que esse equipamento não envolveria tantas perdas se permanecesse inutilizado, já que o mesmo tinha função de apoio à produção, não atuando com o processo em si, mas a área responsável não mediu as consequências futuras da opção pela manutenção corretiva, que acabou saindo mais onerosa financeiramente e produtivamente, exigindo equipes direcionadas para uma obra que tomou proporções maiores que a esperada.

Ressalta-se que a interrupção operacional da talha demandou a utilização do guindaste Manitowoc 180 t para operações simples de elevação, mas relevante devido ao alcance de sua lança. Apesar de o guindaste ser patrimônio da ArcelorMittal, caracteriza-se por ser um equipamento estratégico dado pela sua grande capacidade de carga e longo alcance de operação. Sendo assim, o custo desse equipamento utilizado nas áreas do apagamento de coque para manutenções menores onde a Talha 12PR06 poderia ter atuado, pode ser feito com o gasto das demais áreas com locações de equipamentos similares. Isso porque o deslocamento desse guindaste demanda operações complexas, requerendo trânsito exclusivamente noturno em razão do mesmo ser montado sob esteiras, que em horários de temperaturas mais elevadas podem danificar o piso de rolagem onde as esteiras passarem, dificultando o atendimento do equipamento em demais áreas num espaço de tempo menor.

Dessa forma os custos finais dessa manutenção corretiva podem ser somados a todos os fatores envolvidos, desde os gastos com a execução, fornecimento de material, opção pela manutenção corretiva e até mesmo com o guindaste, que mesmo sendo patrimônio interno, poderia ser contabilizado devido ao desprendimento de logística e planejamento para sua utilização. Os valores médios desembolsados podem ser estimados como mostra a Tabela 4.1.

Vale lembrar que os valores da Tabela 4.1 são em ordem de grandeza proporcionais aos desembolsados nos contratos, somente estão sendo destacados para critério de modelo para estudo dessa metodologia de gestão. Serão preservados os números originais para manutenção da idoneidade financeira de cada empresa participante dessa realização.

Tabela 4.1 - Custos envolvidos com a reforma da Talha 12PR06.

FATORES ENVOLVIDOS	VALORES APROXIMADOS
GASTOS PREVISTOS	
Material de estruturas metálicas;	R\$ 320.000,00
Mão de obra de Alpinistas Industriais;	R\$ 550.000,00
Pintura Industrial;	R\$ 100.000,00
GASTOS NÃO PREVISTOS	
Aluguel e montagem de Andaimos;	R\$ 92.000,00
Mão de obra convencional de execução;	R\$ 210.000,00
GASTOS POSSÍVEIS ADICIONAIS	
Utilização do Manitowoc nas paradas;	R\$ 75.000,00
TOTAL	R\$ 1.347.000,00
CUSTOS NÃO CONTABILIZÁVEIS	
Atrasos na entrega da obra;	-
Riscos de desabamento da estrutura ameaçando a segurança humana e produtiva;	-

Fonte: ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010.

A estimativa feita na Tabela 4.1 toma como base os seguintes fatores:

- Material de estruturas metálicas: valor médio por quilograma somado ao peso utilizado na obra de aproximadamente 23 toneladas.
- Mão de obra dos alpinistas industriais: Valor por homem x hora médio, somados a preços diferenciados para cada nível de especialidade além do valor do trabalho de inspeção.
- Pintura industrial: Preço correspondente à quantidade de metros quadrados envolvidos para tratamento no local.
- Andaimos: Valor estimado pelo volume de 3000 m³ montados e alugados.

- Mão de obra convencional de execução: Valor médio por homem x hora cobrado por soldadores e caldeireiros montadores, onde se inserem os valores totais cobrados pela contratada.
- Utilização Manitowoc: Custo estimado com base nas três paradas do CDQ de 60 horas cada, realizadas durante o período da reforma, multiplicado pelo valor médio da diária de um guindaste do mesmo porte no mercado.

4.2.2.4 Comparativo entre a gestão utilizada e o modelo proposto

A metodologia utilizada inicialmente pela manutenção mecânica da Coqueria, abordou uma forma de quarteirização por contratação SPOT diretamente pela área cliente e no momento que houve falhas nesses serviços optou por convocar outros contratos SPOT's que prestavam serviço na área, mas eram gerenciados pela manutenção central de serviços. O comparativo que deseja ser feito gira em torno das opções de gestão que poderiam ser utilizadas que gerariam melhores resultados para a área cliente, conforme defendido neste trabalho.

Podemos citar como exemplo, a contratação pelo pacote de serviços de fabricação e montagem de estruturas metálicas em rotina, ou como denominado anteriormente EM's, onde com uma manutenção preditiva e não corretiva, a área cliente realizaria a inspeção, encaminharia a manutenção central de serviços de suporte a necessidade, no caso envolvendo fornecimento de fabricação de material, estruturas de elevação, desmontagem e montagem das novas estruturas. Dessa forma, seria utilizada uma equipe contratada já mobilizada dentro da usina e com a confiabilidade dos serviços conhecida que detém ciência dos padrões técnicos e de qualidade estipulados, não havendo necessidade de treinamento e atenções redobradas para prestadoras de serviços novas que ainda não absorveram a cultura de trabalho da contratante. Além disso os materiais seriam fornecidos por empresas cadastradas e a rastreabilidade estaria assegurada pelo controle numérico gerado pelas requisições de compra

(RQ's), evitando assim problemas com padronizações técnicas, tempo de entrega e condicionamento dessas peças adquiridas.

Mas como as estruturas apresentavam elevado estado de degradação, a opção pela Contratada com gerenciamento via manutenção central de serviços seria a mais relevante e mais rápida, pois seu modelo de gestão contemplaria contratação por pacote fechado, abrangendo fabricação, fornecimento de material, equipamentos de elevação e serviços de execução realizados por somente uma empresa. Essa contratada seria detentora da capacidade técnica e aquisitiva para realizar todas essas tarefas, com maior velocidade de execução. Diferentemente da forma que foi realizada a contratação SPOT gerenciada diretamente pela área cliente, onde a primeira empresa a realizar os serviços necessitou de uma quarteirização dos serviços, agregando disciplinas às quais a mesma somente possuía somente capacidade gerencial, metodologia esta que poderia ser administrada pela manutenção central de serviços de suporte com as contratadas já conhecidas e que estão no leque de fornecimento contínuo dentro da ArcelorMittal Tubarão.

5 CONCLUSÃO

Com o estudo realizado sobre os conceitos de manutenção, onde estes são aplicáveis à metodologia de gestão e realizando um paralelo com o estudo de caso apresentado, é possível perceber que o Modelo de Gestão de Manutenção de Estruturas Metálicas traz sua importância quando sua utilização de forma precisa, e agrega reduções significativas nos custos das áreas produtivas industriais.

Isso mostra que os gastos iniciais envolvendo a engenharia de manutenção preditiva em estruturas metálicas, mesmo que parecendo dispendiosos em curto prazo, retomam sua importância quando reduzem o número de paradas por falha e diminuem os riscos que possam envolver tanto a segurança do homem, o meio ambiente e a produtividade fabril.

As formas de gestão de serviços para a manutenção são inúmeras, podendo estar sendo executadas por equipes diretas ou contratadas, como é o caso abordado neste estudo. A preferência pela terceirização nos serviços de manutenção transforma o papel da contratante em fiscalizadora da execução, transportando a responsabilidade para outra empresa, mas não abolindo o dever de acompanhar tecnicamente cada passo tomado em um serviço a ser executado. Dessa forma a terceirização de serviços de execução para a manutenção posiciona o foco da contratante no objetivo produtivo, mantendo seus representantes inseridos diretamente na gestão dos serviços realizados pelas contratadas.

Essa inserção direta de membros da empresa contratante, relacionados à gestão de engenharia de manutenção, torna-se de suma importância para o controle e planejamento e deve ser feita sempre que há contratação de terceiros para serviços de manutenção, sob pena de perda da confiabilidade da execução se a inserção não for executada, como exemplo mostrado no estudo de caso.

Resumindo, a abordagem geral do estudo de Gestão de Manutenção de Estruturas Metálicas, defende principalmente três premissas, como modelo para obtenção de resultados favoráveis em execuções futuras de manutenção na ArcelorMittal ou em outras empresas, são elas:

- Manutenção preditiva em detrimento da corretiva nas estruturas para redução das possíveis perdas que possam vir com a falha e que possam afetar à segurança, ao meio ambiente e à produção;
- Terceirização da execução com controle total de gerenciamento pela contratante, transferindo maior parte de seu efetivo para a produção e somando assim valores com a criação de parcerias com empresas especializadas nesse tipo de serviço;
- Controle do fornecimento de materiais, com responsabilidade igualmente importante a execução;

Dessa forma mostra-se que seguindo os passos apresentados é possível reduzir perdas de caráter geral, reforçando a importância que mesmo sendo auxiliares ao processo produtivo, estruturas metálicas devem ser consideradas equipamentos mecânicos fixos e sua manutenção deve ser sempre levada em conta como os demais equipamentos móveis utilizados para a produção industrial.

Além disso, seria interessante futuramente a continuidade nesse estudo tomando como base uma medição numérica dos gastos da utilização da inspeção preditiva e a economia com redução do número de paradas por falha, realizando um paralelo com a não utilização desse tipo de inspeção e seus impactos na manutenção, reforçando assim a importância do uso da manutenção preditiva em detrimento da corretiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, L. O. A., **Análise de falhas de máquinas rotativas – Alguns pontos importantes**, agosto 2002. Trabalho apresentado no IEV - 6ª Conferencia de tecnologia de equipamentos, 2002.

ANDREUCCI R.; **Ensaio por Líquidos Penetrantes**; Associação Brasileira de Ensaaios Não Destrutivos – ABENDE, 2008.

ANDREUCCI R.; **Ensaio por Partículas Magnéticas**; Associação Brasileira de Ensaaios Não Destrutivos – ABENDE, 2008.

ANDREUCCI R.; **Ensaio por Ultra-Som**; Associação Brasileira de Ensaaios Não Destrutivos – ABENDE, 2008.

ALMEIDA, M. T.; **Instituto de Vibração MTA**; disponível em <http://www.mtaev.com.br>. Acesso em 03 mar.2010.

ARCELORMITTAL TUBARÃO; **Documentos e Relatórios Fotográficos Empresariais**; acessados em 2010.

DIAS, R.. **Tópicos Atuais em Administração: Quarteirização**. São Paulo, Alínea, 1998.

INFRARED THERMOGRAPHY INSTITUTE; **Instituto de Termografia Infravermelha**; disponível em <http://www.infraredinstitute.co.uk/>. Acesso em 18 de maio de 2010.

KELLY, A.; HARRIS, M.J. **Administração da manutenção industrial**. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Petróleo, 1978.

MOBLEY R. K.; HIGGINS L. R.; WIKOFF D. J.; **Maintenance Engineering Handbook**, Seventh Edition, McGraw-Hill Handbooks, 2008.

NEPOMUCENO L. X.; **Técnicas de Manutenção Preventiva, Volume II**, Segunda Edição, São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1999.

PALMER D. R.; **Maintenance Planning and Scheduling Handbook**, Second Edition; McGraw-Hill Handbooks; 2006

SANTOS, M. Q. G.; **O que é manutenção**. Disponível em <http://www.profissionalizando.org>. Acesso em 24 fev.2010.