

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**BRUNO PEDRA LOUREIRO**

**PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES:  
TROCA DO ROLAMENTO DE GIRO DA RECUPERADORA  
DE CARVÃO - ESTUDO DE CASO**

**VITÓRIA  
2007**

**BRUNO PEDRA LOUREIRO**

**PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES:  
TROCA DO ROLAMENTO DE GIRO DA RECUPERADORA  
DE CARVÃO - ESTUDO DE CASO**

Projeto de Graduação elaborado para complementação do curso de Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo como requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

**VITÓRIA  
2007**

**BRUNO PEDRA LOUREIRO**

**PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES:  
TROCA DO ROLAMENTO DE GIRO DA RECUPERADORA  
DE CARVÃO - ESTUDO DE CASO**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Profº Oswaldo Paiva Almeida Filho  
Orientador**

---

**Profº Geraldo Rossoni Sisquini  
Examinador**

---

**Profº Luciano Castro Lara  
Examinador**

**Vitória, 07 de dezembro de 2007**

Primeiramente a Deus por mais uma vitória em minha vida com a conclusão desse trabalho e por sua provisão em minha vida.

Aos meus pais por todo o sacrifício para que eu pudesse realizar esse sonho.

A toda minha família e pessoas que amo pela torcida e apoio nos momentos difíceis durante as batalhas travadas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela conclusão desse trabalho e o resultado final alcançado.

A todos que contribuíram, seja diretamente ou indiretamente para que esse trabalho fosse elaborado, não podendo deixar de citar as seguintes pessoas:

Ao Professor Oswaldo Paiva Almeida Filho pela brilhante orientação, a disponibilidade que demonstrou durante todas as etapas desse projeto, pelo zelo que mostrou durante as avaliações parciais desse projeto.

Ao Engenheiro da Vale Devanir Silva, pela disponibilização de todas as informações referentes ao planejamento e orçamento do projeto de troca do rolamento de giro da recuperadora de carvão.

Ao Engenheiro da Vale Carlos Eduardo Pires pelo auxílio no levantamento de informações para esse projeto.

Ao Engenheiro Weverton Riva pela idéia original de realizar um estudo sobre planejamento de intervenções relevantes e pela oportunidade de durante dois anos trabalharmos juntos na equipe de Engenharia de Manutenção da Vale.

Ao Engenheiro Roberto Bortolini por ter acreditado em meu potencial, ter me dado a oportunidade de estar em sua equipe de engenharia e me servir como principal exemplo de profissional durante todo o período de permanência na equipe da Engenharia da Vale.

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como principal objetivo traçar os requisitos mínimos para a elaboração de um planejamento de intervenções relevantes com o intuito principal de redução do tempo de realização dessas intervenções e garantia do cumprimento de todo o escopo do projeto com a menor probabilidade de ocorrência de acidentes possível.

A definição desses requisitos mínimos é evidenciada por todos os passos do projeto de troca do rolamento de giro da recuperadora de carvão da Companhia Vale do Rio Doce localizada em Vitória no Espírito Santo, com o sucesso da sua aplicação na troca do rolamento por uma equipe em sua maioria com pouca experiência com esse tipo de procedimento e a não ocorrência de nenhum acidente de trabalho, o seu planejamento deve ser utilizado como uma base para a definição desses requisitos.

Com todos esses conceitos amplamente explanados será proposto um padrão para a elaboração de planejamento de grandes intervenções com o intuído de garantir a qualidade desejada desse planejamento.

Palavras-chave: PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES, ROLAMENTO DE GIRO, RECUPERADORA DE CARVÃO, PADRONIZACAO DE PLANEJAMENTO.

## **ABSTRACT**

The present work has the main objective of setting the minimal requests for the creation of a relevant intervention plan, with the purpose of minimizing the time necessary to execute these interventions. And also assuring the complete execution of the hole escape of the project with the least possible probability of occurring accidents.

The definition of these minimal requests is evidenced by all the steps in the project of changing the slewing bearing of the bucket wheel reclaimer for coal handling of Companhia Vale do Rio Doce, located in Vitória in Espírito Santo. The success on the application of the intervention plan, by an inexperienced work team, in the change of the slewing bearing and the non occurrence of working accidents, shows that these steps can be used as those requests.

With all these concepts widely explained, will be proposed a pattern to standardize the planning for big interventions with the objective of gaining the desired quality on these plans.

**Key-words:** RELEVANT INTERVENTION PLANNING, SLEWING BEARING, BUCKET WHEEL RECLAIMER FOR COAL HANDLING, STANDARDIZING PLANNING.

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1.1 – ENFOQUE DA MANUTENÇÃO .....	11
FIGURA 1.2 – EXEMPLO DE META DE REDUÇÃO DE INTERVENÇÕES COM BASE NO OEE ..	13
FIGURA 2.1 – ESQUEMA DAS FASES DE UM PROJETO.....	16
FIGURA 3.1 – ARRANJO GERAL DO TERMINAL DE PRAIA MOLE .....	46
FIGURA 3.2 – RECUPERADORA DE CARVÃO.....	48
FIGURA 3.3 – DESENHO TÉCNICO DO ARRANJO GERAL DA RECUPERADORA .....	49
FIGURA 3.4 – TRUQUE DE TRANSLAÇÃO DA RECUPERADORA .....	50
FIGURA 3.5 – DESENHO TÉCNICO DOS TRUQUES DE TRANSLAÇÃO EM DESTAQUE.....	50
FIGURA 3.6 – RODA DE CAÇAMBA DA RECUPERADORA DE CARVÃO .....	51
FIGURA 3.7 – DESENHO TÉCNICO DA RODA DE CAÇAMBA.....	51
FIGURA 3.8 – LANÇA DA RECUPERADORA DE CARVÃO.....	52
FIGURA 3.9 – DESENHO TÉCNICO DA LANÇA DA RECUPERADORA.....	52
FIGURA 3.10 – CONTRAPESO DA RECUPERADORA DE CARVÃO .....	53
FIGURA 3.11 – DESENHO TÉCNICO DO CONTRAPESO LIGADO POR TIRANTES À LANÇA....	53
FIGURA 3.12 – CHUTE CENTRAL E MESA DE IMPACTO .....	54
FIGURA 3.13 – DESENHO TÉCNICO DO CHUTE CENTRAL E DA MESA DE IMPACTO.....	54
FIGURA 3.14 – CREMALHEIRA EXTERNA DO SISTEMA DE GIRO E ROLAMENTO DE GIRO DA RECUPERADORA DE CARVÃO.....	55
FIGURA 3.15 – DESENHO TÉCNICO DO SISTEMA DE GIRO .....	56
FIGURA 4.1 – ROLOS DANIFICADOS E INDÍCIOS DE LUBRIFICAÇÃO INSUFICIENTE.....	58
FIGURA 4.2 – CAMINHO DOS ROLOS DANIFICADO.....	58
FIGURA 4.3 – ROLOS COM INDÍCIOS DE DEFORMAÇÃO PLÁSTICA E PERDA DO ESPAÇAMENTO.....	59
FIGURA 4.4 – REUNIÃO DE PREPARAÇÃO .....	63
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	63
FIGURA 4.5 – APRESENTAÇÃO DO CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO, PLANO DE RIGGING E PROCEDIMENTO TÉCNICO DETALHADO.....	64
FIGURA 4.6 – CONTÊINER PARA CENTRO DE VIVÊNCIA DO CANTEIRO DE OBRAS E DEPOSITO DE FERRAMENTAS. ....	64
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	64
FIGURA 4.7 – LUMINÁRIAS INSTALADAS NO EQUIPAMENTO PARA REALIZAÇÃO DE SERVIÇOS NOTURNOS. ....	65
FIGURA 4.8 – TORRE DE ILUMINAÇÃO DA ÁREA DO CANTEIRO DE OBRAS.....	65
FIGURA 4.9 – TELAS DE ISOLAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS PARA PESSOAL NÃO AUTORIZADO.....	65
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	65

FIGURA 4.10 – DESENHOS E CRONOGRAMA DISPONIBILIZADOS NO INTERIOR DO CONTÊINER.....	66
FIGURA 4.11 – GUINDASTE POSICIONADO AGUARDANDO INÍCIO DE OPERAÇÃO.....	66
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	66
FIGURA 4.12 – ANDAIME MONTADO PARA A RETIRADA DO ROLAMENTO ANTIGO E POSICIONAMENTO DO NOVO.....	66
FIGURA 4.13 – ESTAIAMENTO DA LANÇA DA RECUPERADORA SEGUNDO O PLANO DE RIGGING.....	67
FIGURA 4.14 – INSTALAÇÃO DAS BASES DE SUSTENTAÇÃO COM ACIONAMENTO HIDRÁULICO PARA ELEVAÇÃO DA ESTRUTURA SUPERIOR DO EQUIPAMENTO.....	68
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	68
FIGURA 4.15 – RÉGUA PARA O CONTROLE DA ELEVAÇÃO DA ESTRUTURA.....	68
FIGURA 4.16 – ESTRUTURA SUSPENSA CERCA DE MEIO METRO ACIMA DA POSIÇÃO INICIAL.....	68
FIGURA 4.17 – RETIRADA DO ROLAMENTO DANIFICADO.....	69
FIGURA 4.18 – TESTE DE PLANICIDADE DO LEITO DO ROLAMENTO.....	69
FIGURA 4.19 – ANÁLISE DOS DADOS DE PLANICIDADE.....	69
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	69
FIGURA 4.20 – IÇAMENTO DO ROLAMENTO NOVO PELO GUINDASTE ATÉ A POSIÇÃO SOBRE A MESA INFERIOR DA RECUPERADORA.....	70
FIGURA 4.21 – ROLAMENTO NOVO POSICIONADO SOBRE A ESTRUTURA INFERIOR DA RECUPERADORA.....	70
FIGURA 4.22 – POSICIONAMENTO DO ROLAMENTO SOBRE O LEITO.....	71
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	71
FIGURA 4.23 – RETORNO DA ESTRUTURA SUPERIOR A POSIÇÃO INICIAL, REPOUSADA SOBRE O NOVO ROLAMENTO.....	71
FIGURA 4.24 – TORQUIAMENTO DOS PARAFUSOS E TIRANTES DE FIXAÇÃO DO ROLAMENTO NAS ESTRUTURAS INFERIOR E SUPERIOR DO EQUIPAMENTO.....	71
FONTE: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROJETO, CVRD (2007).....	71
FIGURA 4.25 – LUBRIFICAÇÃO DO ROLAMENTO DE GIRO.....	72
FIGURA 4.26 – REUNIÃO DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO REALIZADO DURANTE A TROCA DE TURNO DE TRABALHO.....	73
FIGURA 4.27 – EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DE EPI DURANTE A EXECUÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO.....	73
FIGURA A.1 - LADO DO CONTRAPESO RC07 - ÁREAS VÉLICAS PARCIAIS.....	91
FIGURA A.2 - ESTAIAMENTO DO CONTRAPESO DA RC07.....	94
FIGURA A.3 - LADO DA LANÇA RC07- ÁREAS VÉLICAS PARCIAIS .....	95
FIGURA A.4 - ESTAIAMENTO DA LANÇA DA RC07.....	96
FIGURA A.5 - RELAÇÕES DIMENSIONAIS DE RESISTÊNCIA PARA O TUBO .....	97

FIGURA A.6- LOCALIZAÇÃO DAS MASSAS E COORDENADAS AO PINO DE CENTRO DE GIRO DA RC07 .....	101
FIGURA A.7 - CURVA TEÓRICA DE FORÇAS EM RELAÇÃO À ALTURA.....	105
FIGURA A.8 - CURVA REAL DE FORÇAS DURANTE A SUBIDA (EM VERMELHO) .....	108
FIGURA A.9 - CURVA PROJETADA DE FORÇAS APÓS A ADIÇÃO DE 1,5TONF(EM VERMELHO) .....	109

## **LISTA DE TABELAS**

QUADRO 2.1: VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TERCEIRIZAÇÃO DE SERVIÇOS .....	32
QUADRO 3.1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA RECUPERADORA DE CARVÃO .....	47
QUADRO A.1 - REGISTRO DE FORÇAS DE SUSTENTAÇÃO.....	106

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA.....</b>	I
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	II
<b>RESUMO.....</b>	III
<b>ABSTRACT.....</b>	IV
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	V
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	VIII
<b>SUMÁRIO.....</b>	IX
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	11
1.1 Objetivo .....	14
1.2 Justificativa .....	14
<b>2. PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES .....</b>	15
2.1 Engenharia.....	16
2.1.1 Levantamento de Campo .....	18
2.1.2 Levantamento de dados no Acervo Técnico.....	20
2.1.3 Elaboração da Documentação Técnica .....	21
2.2 Contratação e Planejamento.....	26
2.2.1 Primarização .....	27
2.2.1.1 Elaboração do Procedimento Técnico detalhado.....	27
2.2.1.2 Elaboração dos Procedimentos de Segurança .....	28
2.2.1.3 Identificação de Equipamentos/serviços Críticos.....	28
2.2.1.4 Elaboração do Cronograma da Intervenção .....	29
2.2.2 Terceirização .....	31
2.2.2.1 Envio de Coleta.....	33
2.2.2.2 Visita Técnica.....	33
2.2.2.3 Recebimento de Propostas e Parecer Técnico.....	34
2.2.2.4 Análise Comercial .....	35
2.2.2.5 Assinatura de Contrato .....	36
2.3 Preparação .....	36
2.3.1 Exames Médicos .....	37
2.3.2 Treinamentos.....	37
2.3.3 Reunião de Preparação .....	38

2.3.4 Canteiro de Obras .....	39
2.4 Execução Física da Intervenção (Implantação) .....	41
2.4.1 Itens de Segurança.....	41
2.4.2 Reunião Diária de Acompanhamento .....	42
2.5 Desmobilização.....	43
2.5.1 Relatório de Execução da Intervenção .....	43
2.5.2 Reunião de Avaliação .....	44
2.6 Fase 6: Registro da Intervenção .....	45
<b>3. A RECUPERADORA DE CARVÃO .....</b>	<b>46</b>
3.1 Introdução: O Terminal de Praia Mole .....	46
3.2 Dados Técnicos da Recuperadora.....	47
3.3 Principais Conjuntos .....	48
3.3.1 Translação .....	49
3.3.2 Roda de Caçamba.....	50
3.3.3 Lança .....	51
3.3.4 Braços e Contrapeso .....	52
3.3.5 Chute Central e Mesa de Impacto .....	53
3.3.6 Sistema de Giro .....	55
<b>4. SUBSTITUIÇÃO DO ROLAMENTO DE GIRO DA RECUPERADORA RC07 – ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>57</b>
4.1 Aplicação da Fase de Engenharia .....	57
4.2 Aplicação da Fase de Contratação e Planejamento .....	60
4.3 Aplicação da Fase de Preparação .....	63
4.4 Aplicação da Fase de Execução Física da Intervenção (Implantação) .....	67
4.5 Aplicação da Fase de Desmobilização .....	74
4.6 Aplicação da Fase de Registro da Intervenção.....	75
<b>5. PROCEDIMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES – PADRONIZAÇÃO</b>	<b>76</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>80</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>8. APÊNDICES .....</b>	<b>85</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>91</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O nível atual de competição entre as empresas consideradas de ponta tem elevado o nível de investimento na área da manutenção a patamares nunca antes contemplados. Trata-se de uma estratégia da alta direção da organização objetivando obter o aumento da disponibilidade dos equipamentos e da sua capacidade de operação.

O aumento da demanda de mercado em certas áreas de produção tem levado as empresas à ampliação da sua produção. O aumento da produção de uma empresa pode ser obtido pela ampliação de sua planta industrial ou por meio de projetos de redução do tempo de intervenções e de melhorias proporcionando que os equipamentos existentes necessitem de cada vez menos tempo de intervenção para a manutenção de seus componentes ou maiores intervalos de tempo entre as paradas de manutenção.

Para obter-se o nível, chamado por Xavier (2001) de manutenção de classe mundial é necessário um rompimento da filosofia seguida pelas equipes de manutenção das empresas de terceiro mundo com uma mudança de enfoque da atuação, conforme figura abaixo:

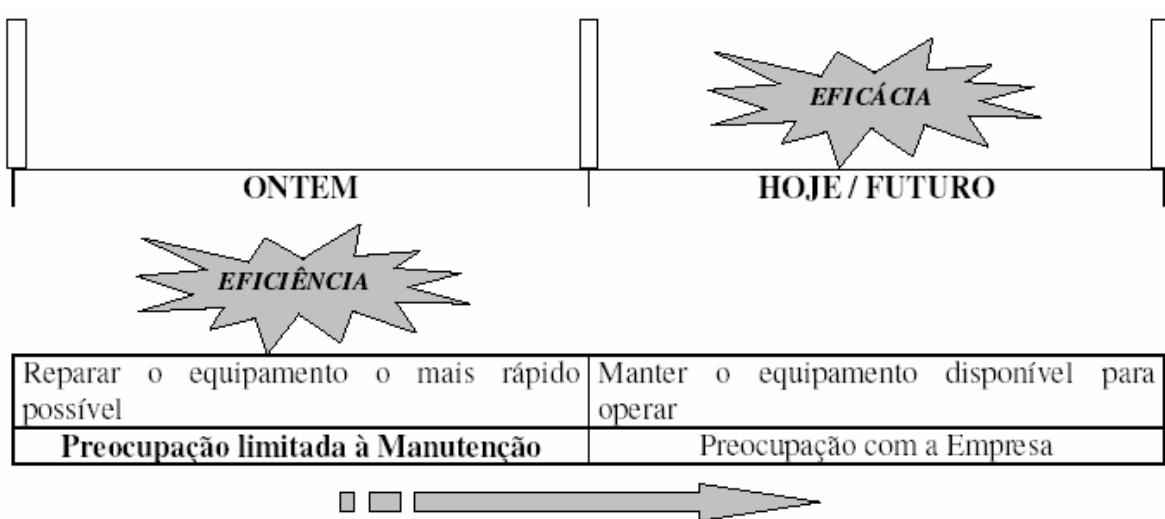


Figura 1.1 – Enfoque da Manutenção.

Fonte: Manutenção Classe Mundial, Xavier (2001).

Como vemos o enfoque que a manutenção deve ter para a obtenção do grau de manutenção de classe mundial, tornando-se referência em seu seguimento de negócio para as demais empresas deve estar empenhada em aumentar a disponibilidade dos equipamentos da empresa.

A redução do tempo em intervenções para a manutenção é uma forma de se obter um aumento disponibilidade de um equipamento crítico no processo produtivo, elevando consequentemente a produção, sem que a planta industrial necessite de uma ampliação, ou seja, o tempo que estaria disponibilizado para a manutenção periódica ou de emergência de um equipamento teria seu tempo otimizado liberando o equipamento com antecedência para a produção.

Outra forma de reduzir o tempo de manutenção é a preparação de componentes ou conjuntos reserva que possam substituir os em operação proporcionando que a manutenção do item seja cada vez mais rápida com maior intervalo entre eventos. Para isso há a necessidade da participação da engenharia de manutenção como responsável em elaborar estudo de materiais mais resistentes ou até mesmo componentes mais eficientes que se desgastem menos com a ação do tempo.

Essa idéia de criação de equipamentos que cada vez exijam menos manutenção é abrangida pela política da *Total Productive Maintenance* (TPM) que visa redução dos tempos de desperdícios operacionais e voltando o foco da empresa em resultados. Essa política deriva-se dos conceitos de Deming, das empresas japonesas Pós-Segunda Guerra Mundial e tem como criação creditada a Seiichi Nakajima.

Entre as diretrizes do Planejamento Estratégico está a redução da freqüência e do tempo de manutenção corretiva, ou de emergência, que provocam paradas abruptas e não programadas da produção por manutenções preventivas e preditivas que resultariam numa maior confiabilidade do equipamento e num planejamento da produção mais consistente.

O cálculo das metas de otimização da disponibilidade e da confiabilidade de um equipamento ou processo é feito verificando o seu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), que utiliza como informações o histórico de horas de operação, todo o tipo de intervenção da manutenção e incidência de fatores externos (como o mau tempo, por exemplo). Dessa forma é possível traçar metas para o aumento da disponibilidade de um equipamento reduzindo os tempos de perda operacional dos diversos eventos que afetam o equipamento.

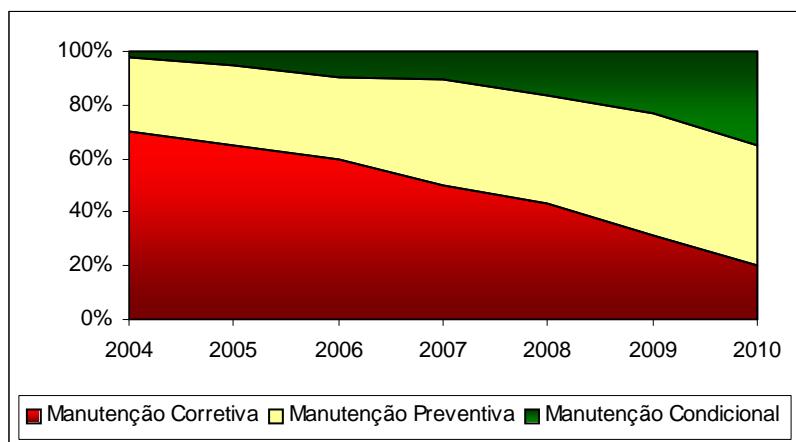


Figura 1.2 – Exemplo de meta de redução de intervenções com base no OEE.

Fonte: Requisitos Mínimos para Elaboração do Planejamento Estratégico da Manutenção, CVRD (2007).

Para a redução da quantidade de manutenções corretivas, bem como aumentar a capacidade de operação de um equipamento ou até mesmo redução da freqüência de intervenções da manutenção, a Engenharia de Manutenção é a responsável por elaborar projetos que venham a englobar esses objetivos, como meta principal e uma das formas de implantação desses projetos realizados é feito mediante a realização de uma intervenção muitas vezes com uma grande extensão de tempo, as chamadas intervenções relevantes, que caso não for realizado com um planejamento estruturado poderá ocasionar em altas perdas no processo produtivo da empresa como um todo, afetando outros equipamentos e até mesmo outros processos interligados a essa onde a intervenção foi realizada.

O gerenciamento dessas intervenções relevantes é um dos principais produtos da equipe de Engenharia de Manutenção, pois se trata de uma ferramenta para a

implantação dos projetos de reforma e de melhoria que visão aumentar a confiabilidade do equipamento como um todo. O planejamento dessas intervenções é uma ferramenta fundamental para obtenção de redução do tempo destinado à manutenção de um equipamento e a implantação de melhorias que possam resultar em um aumento do desempenho desse equipamento durante sua operação normal.

## **1.1 Objetivo**

Pretende-se com esse projeto instituir diretrizes básicas para a realização de um planejamento de intervenções relevantes estruturado para a obtenção de ganho com a redução do tempo total de implantação de um projeto, redução considerável da ocorrência de acidentes de trabalho, garantir a confiabilidade do produto e redução do tempo de intervenções corretivas aumentando consequentemente a disponibilidade de um equipamento.

## **1.2 Justificativa**

Em um mundo globalizado e altamente competitivo onde as empresas estão cada vez mais voltadas ao chamado “foco no cliente” o pronto atendimento da demanda do mercado, com alto nível de qualidade dos produtos e serviços prestados é fator predominante no sucesso de uma empresa no mercado atual.

Uma empresa com um alto índice de manutenções corretivas não é capaz de realizar um planejamento de produção consistente, além de ser alta a probabilidade de frustração do cliente por não atendimento de sua demanda por parte da empresa e gerar desconfiança sobre o nível de organização da mesma.

Como forma de garantir a confiabilidade do processo a Engenharia de Manutenção da empresa constantemente deverá elaborar projetos para aumentar essa disponibilidade e confiabilidade dos processos, utilizando grandes intervenções para a implantação desses projetos e o planejamento dessas intervenções vem a ser peça fundamental para o bom andamento da implantação do projeto de maneira mais segura e consistente possível.

## 2. PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES

A elaboração de um planejamento estruturado tem como resultado direto minimizar probabilidade e de ocorrência de anomalias que venham a comprometer o sucesso da implantação do projeto.

De uma forma ampla, o planejamento pode ser estratificado em seis grandes fases:

- Engenharia;
- Contratação e Planejamento;
- Preparação;
- Execução;
- Desmobilização;
- Registro;

A melhoria continua é uma filosofia que prega que nada está tão perfeitamente elaborado que não possa ser melhorado e aperfeiçoado e é um dos requisitos mínimos para o que Xavier (2001) chamaria de Manutenção de Classe Mundial, sendo assim todo o processo deve estar em constante atualização com o intuito principal de suprir necessidades, sejam antigas, ou seja, novas, que o processo produtivo demanda e o desempenho exigido para o equipamento ou processo. Dessa forma é possível entender o processo de reformas e melhorias de um equipamento industrial como sendo uma prática dessa filosofia de melhoria contínua onde as modificações realizadas no equipamento seguem um ciclo determinado onde uma fase fornece o suporte para a realização da outra, onde os registros gerados em uma alteração das características de um equipamento durante uma intervenção sirvam como base para a elaboração de outro projeto futuro, nesse mesmo equipamento ou similares.

A Figura 2.1 serve como indicação do ciclo de intervenções realizadas em um equipamento ou um ativo com o principal objetivo de se atingir os critérios requisitados para a consolidação de uma manutenção de classe mundial, que significa principalmente estar alinhado com a estratégia de manutenção das maiores

empresas do primeiro mundo para assim tornar-se referência nesse setor para as demais empresas.

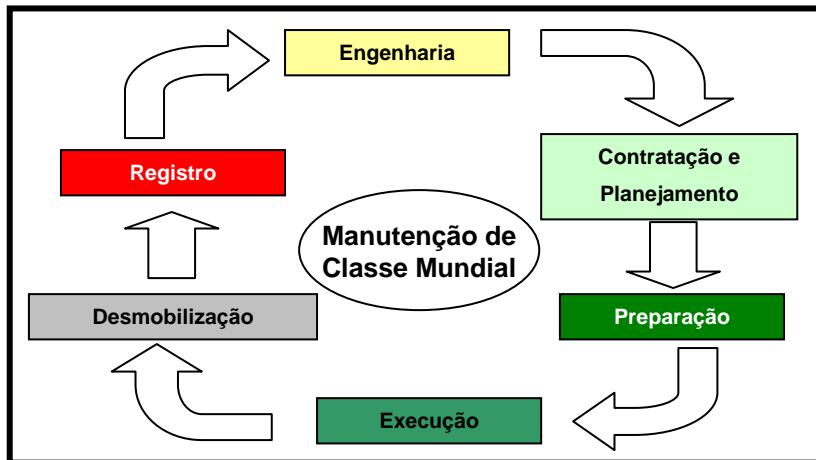


Figura 2.1 – Esquema das fases de um projeto.

A perfeita execução dessas fases não isenta a intervenção de ocorrência de fatores que venham a prejudicar o andamento ou o sucesso do projeto, porém as probabilidades de se obter sucesso durante a execução da intervenção aumentam consideravelmente se comparadas as de um projeto com planejamento incompleto ou falho.

O planejamento deve cumprir todos os pontos exigidos nas normas regulamentadoras (NR's) do Ministério de Trabalho vigente no país, quando aplicáveis no projeto. O Ministério do Trabalho possui em vigência trinta e três normas regulamentadoras (NR's) que abrange desde casos específicos (como trabalhos em altura, em espaços confinados, trabalho portuário, etc.) como casos de aplicação gerais (como equipamentos de proteção individuais).

## 2.1 Engenharia

Todo o projeto de reforma ou melhoria em um equipamento tem como origem a solução de uma demanda ou requisito que o processo produtivo exige, sendo que essa demanda poderá ser tanto na adequação do processo em normas e legislações em vigor no país, para aumento de disponibilidade ou confiabilidade do

equipamento, aumento da produção ou para adequação do equipamento para realização de ações que não foram contemplados no projeto inicial do equipamento.

A identificação da demanda projetos que o processo produtivo necessita é realizada pela ação conjunta entre as equipes de manutenção e de engenharia da empresa, pois é de responsabilidade de uma monitorar constantemente as alterações ocorridas no equipamento durante a ação do tempo e da outra elaborar soluções técnicas viáveis para a confiabilidade e melhoria do processo.

Com isso o objetivo primordial do trabalho da equipe de inspeção é essa identificação inicial das anomalias no equipamento. As anomalias que forem consideradas crônicas, devido à freqüência de ocorrência relativamente alta, que a manutenção preventiva não possa ser eficaz ou até mesmo possuírem um custo elevado são repassadas à Engenharia de Manutenção para a elaboração de um estudo detalhado e embasado e definição de uma solução técnica viável que venha a corrigir e adequar o equipamento aos níveis de desempenho exigidos para que a probabilidade de impacto grave no processo produtivo seja sanada ou minimizada.

A Engenharia de Manutenção após elaborar esse estudo priorizar os equipamentos considerados críticos no processo produtivo, o chamado mapa de criticidade. O conceito de criticidade é basicamente a definição de quanto um equipamento é decisivo no processo produtivo como um todo.

Existem equipamentos que não afetam diretamente o processo produtivo durante um determinado tempo, mas que caso esse problema não seja sanado em um tempo hábil poderá acarretar graves problemas futuros. É comumente utilizada pelas grandes empresas a classificação de basicamente três níveis de criticidade: grau A ou 1 para equipamentos que impactam diretamente no processo produtivo, grau B ou 2 para equipamentos que no primeiro momento não paralisam o processo, mas caso não seja sanado impactaram gravemente no futuro e grau C ou 3 para equipamentos considerados equipamentos auxiliares, ou seja, não interferem no processo produtivo. Para a definição desses três graus é instituída uma matriz onde

fatores de segurança e meio ambiente, além dos fatores de caráter produtivo, definindo assim o mapa de criticidade do processo.

É obrigatório que todos os equipamentos desse processo estejam presentes nesse mapeamento de criticidade e cabe a própria Engenharia de Manutenção a criação, gerenciamento e atualização desse mapa, e assim, ser utilizado como ferramenta gerencial para a priorização da realização dos projetos.

Os critérios para a definição do nível de criticidade de um equipamento não devem levar em consideração somente parâmetros operacionais, mas avaliações de caráter de segurança dos trabalhadores e do patrimônio da empresa, bem como riscos ambientais devem ser levados em consideração na elaboração do mapa de criticidade de uma empresa. A complexidade da estrutura do equipamento deverá também ser um dos itens de definição de sua criticidade.

Essa priorização dos projetos, utilizando o mapa de criticidade, é fundamental na definição de quais serão implementados para a solução e adequação do equipamento garantindo assim, o seu perfeito funcionamento ou melhoria do processo produtivo como um todo, eliminando principalmente pontos que venha a ocorrer interrupções abruptas ou baixo desempenho que afetariam lucratividade do negócio ou até mesmo na qualidade do produto final.

Os projetos críticos priorizados com seus respectivos orçamentos são submetidos à avaliação e aprovação da gerência superior, que leva em consideração os ganhos operacionais que cada investimento irá retornar, bem como ganhos nas áreas de segurança e meio ambiente.

### **2.1.1 Levantamento de Campo**

Para que o detalhamento do projeto obtenha um embasamento sólido, com informações ricas em detalhes necessários é realizado um levantamento de campo. A Engenharia é responsável por realizar uma inspeção minuciosa juntamente com a

equipe de manutenção do equipamento para assim, analisar a real necessidade da elaboração do projeto e o estado em que o equipamento encontra-se.

Em muitos casos essa análise irá identificar que a anomalia se encontra num grau extremamente elevado de gravidade e sendo assim, se faz extremamente necessária a elaboração de um plano emergencial de contenção para garantir que o equipamento funcione nas condições mínimas de operação sem que o nível de confiabilidade do equipamento seja afetado evitando que o mesmo venha a entrar em colapso antes que a execução física do projeto seja concretizada.

Esses planos de contenção têm como intuito principal manter o equipamento e condições seguras de funcionamento enquanto o planejamento da intervenção é elaborado, com isso é possível evitar perdas abruptas de produção por uma pane inesperada no equipamento avariado. Dentre as medidas possíveis de serem adotadas dentro desses planos de contenção estão:

- redução da capacidade normal de operação do equipamento, como redução de horas disponibilizadas para operação do equipamento;
- carga máxima suportada;
- redução da velocidade de locomoção ou operação do equipamento;
- escoramento e reforços estruturais.

Todos os planos elaborados não podem ser vistos como soluções definitivas, e sim uma garantia de que a situação não se agrave e o equipamento mantenha-se instável até que a intervenção possa ser concretizada, podendo até mesmo havendo liberação no funcionamento do equipamento, mesmo que limitada, para evitar um impacto extremamente prejudicial no processo produtivo da empresa que pode vir a gerar não somente perdas na lucratividade do negócio como também na imagem da empresa para os seus investidores e clientes e até mesmo na redução da qualidade do produto final gerado.

Outra função importante desse levantamento de campo é que a criticidade adotada no projeto poderá ser revisada caso durante a análise detalhada for concluído que o

grau de importância previamente definido pode não estar de acordo com a realidade em que se encontra o equipamento, aumentando ou diminuindo a importância da execução do projeto.

### **2.1.2 Levantamento de dados no Acervo Técnico**

O acervo técnico é a área definida pela empresa para arquivar todos os projetos executados no equipamento bem como todas as intervenções nele realizadas até a data presente. Com o levantamento desses dados pode se traçar todo o histórico do equipamento e, consequentemente, definir todas as particularidades do equipamento que deverão ser observadas no planejamento do projeto, recomendações, dispositivos instalados no equipamento pelo fabricante que podem vir a auxiliar a elaboração do planejamento e, até mesmo, causa-base da anomalia que poderá vir a ser identificado como:

- falha do projeto inicial;
- falha de execução de uma intervenção ou projeto anterior;
- não cumprimento do plano de manutenção recomendado pelo fabricante do equipamento.

A documentação disponibilizada pelo fabricante do equipamento é ferramenta de extrema importância no planejamento da intervenção, pois para que a execução venha a ter sucesso, vários fatores devem ser vistos, e não somente os componentes que a intervenção irá atuar diretamente, mas outras funcionalidades do equipamento poderão ser prejudicadas caso não haja atenção durante o planejamento dos fatos que podem afetar esses conjuntos.

Um exemplo seria que, durante a execução de uma intervenção, os cabos que alimentam a máquina sejam partidos durante a troca de um conjunto do equipamento. Caso esse problema não tenha sido identificado durante o planejamento, essa intervenção certamente irá se prolongar por um tempo demasiadamente superior ou que foi previsto, pois além de executar os serviços programados no escopo do projeto devem-se também corrigir esses desvios

gerados durante a execução do projeto, problema que seria facilmente contornado caso fosse identificado nos desenhos técnicos do fabricante a disposição desses cabos de alimentação.

Muitos projetos de melhorias no equipamento poderão ser vetados caso seja identificado na análise dos documentos do fabricante, restrições na implementação dessas melhorias, como por exemplo, restrições de resistência da estrutura física do equipamento.

### **2.1.3 Elaboração da Documentação Técnica**

Durante essa etapa toda a documentação técnica para a definição de todas as premissas do projeto, com a elaboração da especificação técnica, quadro de quantidades e preços e documentação de análise de impactos na segurança e no meio ambiente.

A especificação técnica é a ferramenta de requisição do serviço em si, onde é descrito todo o escopo do projeto detalhando os serviços necessários definidos pela análise da equipe de Engenharia para a solução da anomalia identificada. Esse tipo de documentação é uma exigência caso seja optado terceirizar o serviço de execução do escopo do projeto, pois fornece a empresa contratada todos os detalhes referentes aos serviços que serão requisitados, tais como:

- equipamentos especiais que deveram ser locados pela empresa durante a execução da intervenção;
- exigências de materiais especiais na execução do escopo;
- outros.

Os levantamentos de dados em campo e no acervo técnico devem ser utilizados como principais ferramentas de apoio na elaboração da especificação.

A especificação técnica, de forma indireta, já que se trata de sua principal função, cumpre as exigências que determinadas pelas Normas Regulamentadoras NR7 e NR18 do Ministério do trabalho que diz:

7.1.3. Caberá à empresa contratante de mão-de-obra prestadora de serviços informar a empresa contratada dos riscos existentes e auxiliar na elaboração e implementação do PCMSO nos locais de trabalho onde os serviços estão sendo prestados. (NR 7)

18.2.1 É obrigatória a comunicação à Delegacia Regional do Trabalho, antes do início das atividades, das seguintes informações:

- a) endereço correto da obra;
- b) endereço correto e qualificação (CEI, CGC ou CPF) do contratante, empregador ou condomínio;
- c) tipo de obra;
- d) datas previstas do início e conclusão da obra;
- e) número máximo previsto de trabalhadores na obra.

(NR 18)

Dentre os diversos pontos que uma especificação técnica deverá abordar pode ser exemplificado:

**Objeto:** Deve conter a descrição da intervenção, de uma forma clara e resumida.

**Escopo dos serviços:** Este tópico deverá o detalhamento de todos os serviços que deverão ser realizados, apresentando assim o escopo do projeto definido durante o Objetivo da especificação técnica. Um ponto de atenção é evidenciar de forma clara e objetiva os pontos do escopo do projeto exigências especiais para minimizar, ou até mesmo neutralizar, os impactos ambientais, ou seja, exigências no recolhimento e dejeto de todos os materiais excedentes, cuidados para evitar possíveis contaminações do solo e do mar. O elaborador da especificação técnica deve estar atendo aos pontos em que deverão ser tomadas ações para eliminar todos os riscos referentes à segurança de todos os que estiverem envolvidos na execução do escopo do projeto, incorporando neste documento os serviços que necessitarão de equipamentos de proteção especiais para os seus executantes.

**Abrangência:** A descrição da localização exata das instalações onde os serviços serão realizados, identificando também o local para instalação do canteiro de obras.

**Equipe e Turno de Trabalho:** Requisitos mínimos de experiência e capacitação da equipe que irá trabalhar na intervenção, determinando o número mínimo de profissionais capacitados para a elaboração e execução do projeto. Deverá ser previsto também, o período em que o trabalho será realizado determinando a necessidade de se manter mobilizada toda ou parte da equipe durante feriados e finais de semana, divisão em turnos de trabalho, conforme as regulamentações trabalhistas vigente no país, para execução ininterrupta da intervenção.

**Ferramentas e Instalações:** Neste item deverão estar evidenciadas todas as ferramentas de uso coletivo e pessoal que serão utilizadas no decorrer do projeto, inclusive os custos para instalações de banheiros químicos, contêiner para estocar materiais e ferramentas. Necessidade de locação de equipamentos especiais que não são de fornecimento da empresa que efetuará a contratação deverá estar contido neste item como forma de se contabilizar os custos desse equipamento no valor total do projeto.

**Prazo:** Determinação do prazo máximo para a execução da obra a partir do dia da assinatura do contrato de execução do serviço, esse prazo deverá ser respeitado na elaboração de todos os passos que irão compor o planejamento da intervenção relevante.

**Obrigações da Empresa Contratada:** Descrição dos serviços, equipamentos e documentação que são de fornecimento da empresa que está sendo requisitado esse projeto. Dentre os pontos de exigência deve estar registrado a comunicação por escrito de qualquer alteração do escopo inicial do projeto para aprovação do responsável pelo projeto, bem como a exigência do registro de todas as atividades desempenhadas na execução do escopo do projeto, informando que não poderá ser realizado nenhum serviço não esteja contido nesta especificação técnica e não está documentado e aprovado pelo responsável do projeto, fornecimento de

refeições, transporte, equipamentos de proteção individual (EPI's) necessários.

**Obrigações da Empresa Contratante:** Descrição dos serviços, equipamentos e documentação que são de fornecimento da empresa que está contratando o serviço. Dentre os pontos que deveram ser abordados podemos destacar: a comunicação previa de alterações no dia da realização da intervenção e alterações no escopo do projeto, a disponibilidade de energia elétrica para os equipamentos da empresa contratada, o fornecimento de espaço físico para instalação do canteiro de obras, os equipamentos de serão fornecidos pela empresa contratante, dentre outros pontos que forem julgados necessários de serem abordados.

**Critérios de medição e faturamento:** São os critérios referentes ao pagamento da empresa contratada dos serviços por ela desempenhados, nesse item deverão ser previstas também, multas contratuais que serão debitados do pagamento da empresa contratada caso ocorra atraso na entrega do projeto, a ocorrência de acidentes na execução dos serviços unicamente por falha da empresa contratada, má utilização dos equipamentos disponibilizados pela empresa contratante, degradação dos ativos da empresa, dentre outros pontos que forem julgados primordiais para a execução do escopo do projeto.

**Documentações Exigidas nas Propostas Técnicas:** Deverá conter juntamente com a especificação técnica documentos complementares como cronograma da execução do serviço, plano de trabalho, currículo da empresa e dos empregados.

**Analise das propostas técnicas:** São os critérios que serão adotados na escolha da empresa que executará o projeto.

**Anexos:** Juntamente com a especificação técnica deverão ser disponibilizados todos os documentos necessários para o detalhamento

das propostas técnicas (desenhos, relatórios, documentação do fabricante, etc.).

A especificação técnica é um documento legal e base para o contrato. Descreve todos os pontos acordados entre a empresa contratada e a empresa contratante e, por esse motivo, deverá ter uma atenção especial quando for redigida, pois é a única evidência dos serviços que foram acordados, caso venha ocorrer anomalias ou falhas na execução do serviço a especificação será utilizada como amparo legal para reter o pagamento da empresa contratada.

As empresas contratadas somente terão compromisso de executar os serviços que constarem na especificação técnica e atender as exigências que a mesma determina, por isso quanto mais detalhada for à especificação técnica maior é a garantia de que o produto final da intervenção seja alcançado. Caso ocorram, alterações na especificação técnica, como a realização de um serviço não abordado na especificação técnica durante o desenvolvimento, ambas as partes, empresa contratante e contratada, deverão estar de comum acordo com essas alterações e formalizam um aditivo contratual.

Um dos documentos que auxiliam a elaboração da especificação técnica é o Quadro de Quantidades e Preços dos equipamentos e serviços (QQP) solicitados. A função base desse documento é facilitar a equalização das propostas comerciais apresentadas pelas empresas fornecedoras dos serviços descritos na especificação técnica, pois padroniza a cotação realizada pelas empresas que concorrem ao contrato facilitando a comparação dessas propostas pelo órgão responsável.

É de responsabilidade da engenharia a elaboração da análise dos impactos ambientais e de segurança pessoal. Somente após todas as análises ambientais e de segurança estarem realizada de forma detalhada o projeto poderá seguir para a próxima fase. No caso de identificação de qualquer impacto grave do projeto nessas análises, justifica o impedimento da realização do projeto. Somente após todos os desvios sejam sanados e um parecer favorável das áreas responsáveis pela

segurança e saúde dos empregados for concedido o projeto poderá seguir para a próxima fase.

## **2.2 Contratação e Planejamento**

Tratar-se da fase onde é definida equipe que irá atuar no planejamento e na execução do escopo do projeto apresentado na especificação técnica.

Normalmente, serviços que necessitam de alto grau de planejamento prévio e outros serviços específicos de engenharia contêm um alto valor agregado, o que eleva os custos do projeto, a forma de contratação é avaliada pela empresa.

Uma das soluções que podem ser adotadas pela empresa é a de que esses serviços sejam primarizados, ou seja, todos os serviços definidos no escopo do projeto detalhados na especificação técnica, bem como todo o planejamento e identificação dos pontos de principal atenção serão realizados por Engenharia da própria empresa. Ao utilizar os recursos disponibilizados pela própria empresa, seja de matérias e de mão-de-obra para o planejamento e execução de um projeto reverte-se em uma economia muitas vezes considerável devido ao serviço necessitar de uma engenharia especializada.

Muitos serviços podem ter pouca opção no mercado de empresas especializadas, e com isso o custo de realização do projeto perde a sua rentabilidade, pois os ganhos gerados podem não compensar esses custos, para resolução desse problema a empresa poderá optar por primarizar os serviços.

Quando o projeto não é considerado uma atividade fim da empresa ou necessita de uma engenharia altamente especializada e seus custos desse não são elevados comparados com os ganhos e com a análise preliminar dos custos descritos no Quadro de Quantidades e Preços (QQP) realizado durante a elaboração da especificação técnica é recomendado que a empresa opte por terceirizar a execução do escopo desse projeto, nesse caso todo planejamento descrito na opção de primarização fica a cargo da empresa contratada para a execução do serviço,

enquanto a empresa contratante tem apenas a obrigação de acompanhar o desempenho desses serviços de acordo com o planejamento realizado, instituindo multas contratuais, caso necessárias, conforme descrito na especificação técnica.

É obrigatório, caso a empresa opte pela opção de terceirização, que seja confeccionada a especificação técnica e seja realizada a coleta de preços.

### **2.2.1 Primarização**

Um serviço primarizado significa que todo o serviço de engenharia durante o planejamento, bem como a mão-de-obra necessária para a execução do projeto será composto pela própria empresa solicitante do serviço.

Sendo assim, a equipe de Engenharia de Manutenção deverá se atentar aos seguintes pontos que devem constar no planejamento da intervenção relevante:

#### **2.2.1.1 Elaboração do Procedimento Técnico detalhado**

A especificação técnica tem toda a descrição dos serviços que deveram ser realizados no projeto, definindo assim o escopo do mesmo.

O Procedimento Técnico é o detalhamento da execução desses serviços descritos na especificação, com esse detalhamento minucioso é possível identificar todos os serviços e equipamentos especiais necessários para a execução do projeto, podendo assim prever os prazos mínimos para a disponibilidade dos recursos necessários e a determinação do custo real da realização de todo o escopo do projeto.

No procedimento técnico o detalhamento é obrigatoriedade minucioso, identificando os passos que deverão constar ações preventivas que prevejam minimizar a probabilidade de ocorrência de fatalidades contra o patrimônio, ambiente e o trabalhador.

### **2.2.1.2 Elaboração dos Procedimentos de Segurança**

Muitos projetos durante sua execução podem causar acidentes graves referentes a fatores inerentes aos serviços determinados, por exemplo, caso o serviço seja realizado em área subterrânea poderá ocorrer desmoronamento, equipamentos de grande porte a ação do vento pode causar diversos tipos de problemas podendo levando ao colapso estrutural do equipamento.

A fim de evitar esses tipos de anomalias deverá ser analisado o risco de fatores externos que a execução do projeto poderá correr (chuva, relâmpagos, ventos fortes, mar revolto, desmoronamento de terra, etc.) e para cada um desses possíveis problemas mapeados são bases para a elaboração de um padrão de segurança que, sendo observado e cumprido, evita possíveis ocorrências indesejáveis referentes à segurança.

O padrão de segurança poderá conter rotas de fuga caso existam riscos de acidente, envenenamento por fumaça ou qualquer fato que possa comprometer a saúde dos profissionais que atuam na execução de serviço.

E importante ressaltar que todos esses procedimentos deveram ser de conhecimento de todos os envolvidos na execução do projeto. Como alguns fatores externos (como ventos fortes, por exemplo) podem comprometer a integridade física do ativo o procedimento deverá conter também o procedimento de travamento do equipamento para que a incidência desses fatores não venha a causar acidentes graves.

### **2.2.1.3 Identificação de Equipamentos/serviços Críticos**

Vários equipamentos ou serviços necessários na execução do procedimento técnico, bem como os procedimentos de segurança não são de uso rotineiro da empresa responsável pela execução da obra (seja a mão-de-obra primarizada ou terceirizada) sendo assim se faz necessário a locação desses equipamentos e serviços de empresas especializadas nessas áreas e, assim sendo, o cronograma da execução

do projeto deverá contemplar a data indicada por essas empresas para a disponibilidade desses equipamentos e serviços.

Muitos equipamentos e serviços podem ser de fornecimento de empresas com sede no exterior, nesse caso taxas de importação, tempo de viagem, tempo de liberação na alfândega deveram estar inclusos no cronograma e no custeio final do projeto, esses prazos podem influenciar diretamente o sucesso do projeto visto que alguns serviços podem ser impedidos de serem realizados por questões alfandegárias ou falta de disponibilidade desses equipamentos especiais.

#### **2.2.1.4 Elaboração do Cronograma da Intervenção**

O cronograma da intervenção é a principal ferramenta de gerenciamento da intervenção, isso torna a ferramenta um importante indicador para a produtividade da equipe que atua na execução do escopo do projeto e aponta os passos onde ocorreram eventos impactantes no tempo total de execução do projeto, medindo assim, o sucesso do planejamento prévio da intervenção.

O cronograma deve prever os prazos estipulados para o fornecimento de materiais, serviços e equipamentos críticos que foram anteriormente evidenciados, com isso será possível a garantia da disponibilidade desses equipamentos quando estes forem requisitados na execução do serviço que depende desses recursos, anulando assim, as perdas de produtividade geradas por falta de sua disponibilidade e consequentemente reduzindo os riscos de atraso da execução física do projeto.

O cronograma deve estar de acordo com os prazos exigidos na especificação técnica, deve conter todos os passos dos serviços descritos no procedimento técnico detalhado identificando, assim, o caminho crítico da intervenção, podendo encontrar os pontos onde poderão existir desvios que venham a impactar no tempo total necessário para a execução de todos os serviços descritos no planejamento.

O tempo que o equipamento permanece inoperante implica diretamente em perda de produção, pois neste tempo específico a intervenção está sendo realizada

impossibilitando sua operação. Com o intuito de minimizar esses impactos drásticos na produção um ponto deverá ser dado extrema importância: ao ser solicitado que um equipamento fique inoperante para que assim a realização do projeto possa ser efetuada pela equipe de manutenção, deve ser de conhecimento da equipe responsável pela operação desse equipamento, o cronograma da intervenção e todos os pontos onde exista a probabilidade de alteração no tempo total em que a intervenção será efetuada.

Com esta importante interface entre essas duas áreas (operação e manutenção) possibilitara a criação de programações de operação do equipamento levando em consideração a variação do tempo de execução da intervenção definido pela equipe de manutenção e evidenciado no cronograma de execução.

Com uma atenção especial dada a essa interface entre as áreas é possível se utilizar o tempo ganho entre o término da intervenção e o tempo solicitado de permanência do equipamento inoperante para obter ganhos de produção evitando assim, que o equipamento permaneça ocioso caso a equipe de manutenção só venha a programar operação com este equipamento na data inicial acordada para entrega do projeto, ou caso o projeto venha a ser concretizado somente após a data estipulada pelo planejamento poderá ser estabelecido medidas para que a produção não venha a ser impactada neste período. Caso venha a ocorrer esse tempo ocioso ou a indisponibilidade do equipamento, pois, não foi previsto durante a elaboração do cronograma de paradas possíveis variações no tempo total da parada evidencia claramente que o planejamento foi falho ou insuficiente, pois não pode prever estes desvios.

Essa anomalia pode ser facilmente sanada durante a fase de planejamento, identificando claramente os passos onde exista a probabilidade de alterações no tempo total em que a intervenção será executada e quais são os fatores que deverão podem impactar no aparecimento desses desvios, se o planejamento prever com antecedência a atuação desses fatores durante a execução do projeto esses desvios não ocasionaram em desvios na produção e o impacto gerado pela intervenção pode ser minimizado.

O cronograma é uma importante ferramenta gerada na fase de planejamento da intervenção, caberá ao responsável técnico realizar a gestão dessa ferramenta, analisando o cumprimento desse cronograma, os desvios ocorridos e o avanço real do escopo do projeto.

### **2.2.2 Terceirização**

Segundo Xavier (2001):

A terceirização tem sido uma das estratégias empresariais para o aumento da competitividade. Verifica-se uma forte tendência à terceirização desde que as empresas perceberam que devem centrar seus esforços na atividade fim, ou seja, no seu negócio. Uma série de atividades, que não são atividades fins da empresa, podem ser terceirizadas. (Xavier, 2001).

O Tribunal Superior do Trabalho, através do enunciado nº 331 estipula que é proibida a contratação de empresas ou autônomos para realizar serviços considerados atividades fins da empresa, que estão descritas na clausula objeto de contrato social das empresas e descritos pelo Planejamento Estratégico definido como missão da empresa.

O Planejamento Estratégico, teoria que é desenvolvida desde a revolução industrial, tem como uma das principais definições de um seguimento empresarial a sua missão, que se trata nada mais do que a razão da existência dessa empresa ou seguimento empresarial, definindo assim a sua imagem e a sua filosofia de trabalho.

A missão da Engenharia de Manutenção obrigatoriamente deve estar relacionada com a garantia e melhoria da disponibilidade dos equipamentos utilizados no processo produtivo e o aumento da confiabilidade desses equipamentos, reduzindo o tempo e a freqüência de falhas, sendo assim a realização de projetos de reformas e melhorias dos equipamentos, planejamento de intervenções para a implantação dessas modificações para a redução do tempo total de intervenção no equipamento devem ser vistos como produtos principais da Engenharia, já a execução desses

projetos pode ser visto como sendo uma atividade afim e, segundo a definição, tornando a opção de terceirização plausível.

Definimos assim o quadro abaixo como vantagens e desvantagens de terceirizar um determinado serviço:

Vantagens	Desvantagens
Estrutura administrativa simplificada, uma vez que não terá de realizar registros de demissões, pagamento de salários, FGTS, INSS dos empregados.	Verificar se o pessoal disponibilizado pela empresa terceirizada consta como registrado e se os direitos trabalhistas e previdenciários estão sendo pagos e respeitados.
Concentração dos talentos nas atividades-fim da empresa.	Sofrer autuação do Ministério do Trabalho e ações trabalhistas em caso de inobservância das obrigações mencionadas no item acima.
Controle das atividades terceirizada pela própria contratada.	Fiscalização dos serviços prestados para verificar se o contrato de prestação de serviços está sendo cumprido integralmente, conforme o combinado.
Possibilidade de rescisão de contrato conforme condições pré-estabelecidas.	Risco de Contratação de empresas não qualificadas.

**QUADRO 2.1:** Vantagens e Desvantagens da Terceirização de Serviços.

Fonte: Saiba mais Terceirização de serviços, SEBRAE (2004).

A decisão de terceirizar os serviços pode ser visto não somente com o enfoque de centrar os esforços nas atividades fins, mas, outros fatores podem levar a empresa à decisão de terceirizar a execução do projeto, seja pelo alto grau de complexidade que o empreendimento requer, ou por a economia gerada na execução e planejamento da Engenharia interna da empresa não seja satisfatória. A escolha dessa opção implica que a realização do projeto fica a cargo de uma empresa contratada e serão de responsabilidade da mesma, a elaboração do Procedimento Técnico e os procedimentos de segurança, a identificação dos serviços e

equipamentos críticos e a elaboração do cronograma de Parada, incluindo os possíveis ganhos ou perdas no tempo de duração total da intervenção. A principal vantagem na escolha desse tipo de execução do projeto é o fato de que toda a disponibilidade que seria demandada na elaboração desses documentos, por ser de responsabilidade da empresa contratada, pode ser revertida na realização de outras tarefas que a empresa necessita, ficando a cargo da Engenharia da empresa apenas fiscalizar o bom andamento do escopo do projeto.

Nesse tipo de execução do projeto o principal documento é a especificação técnica. Ela deverá conter todos os serviços e materiais especiais necessários para a resolução dos problemas ou para concretizar as melhorias previstas no equipamento. A empresa contratada não poderá ser responsabilizada caso não venha a cumprir serviços que não estiverem descritos na especificação técnica ou aprovados por ambas as partes (contratada e contratante) em ata de reunião assinada por seus respectivos representantes.

#### **2.2.2.1 Envio de Coleta**

A especificação técnica deverá ser enviada as diversas empresas que forem avaliadas com competência para a realização os serviços descritos na mesma.

Deverá ser dado um prazo para que essa especificação técnica possa ser analisada pela área de engenharia das empresas convidadas facilitando o entendimento do objetivo dos serviços solicitado nessa especificação.

#### **2.2.2.2 Visita Técnica**

A visita técnica essencial para o alinhamento do objetivo e da forma de execução dos serviços entre as empresas convidadas e a empresa contratante. Durante a visita técnica as equipes de engenharia das empresas que concorrem ao contrato de execução do projeto podem visualizar o real estado em que o equipamento encontra-se, podendo assim definir as estratégias que serão tomadas na elaboração da proposta técnica que cada empresa irá elaborar.

A visita técnica é o momento ideal para que sejam sanados todos os pontos de entendimento divergentes existentes na interpretação do escopo do projeto descrito na especificação técnica ou nos documentos nela anexados ou até mesmo poderá ser solicitado o envio de novos documentos que forem julgados necessários para a elaboração das propostas técnicas.

Todos os pontos abordados durante a visita técnica bem como alterações de qualquer informação da especificação técnica deverão constar em ata de reunião assinada por todos os presentes nessa visita.

#### **2.2.2.3 Re却bimento de Propostas e Parecer Técnico**

Com a especificação técnica em mãos e todas as dúvidas pertinentes retiradas durante a visita técnica a empresa que concorrem para executar o projeto poderão elaborar suas propostas técnicas. É recomendado que exista um prazo razoável para a elaboração da proposta técnica e este prazo pode variar dependendo da complexidade do escopo do projeto a ser realizado.

Essas propostas técnicas devem ser encaminhadas para o órgão responsável pela contratação na empresa que encaminha estas propostas a Engenharia de Manutenção, mais precisamente o responsável pela elaboração da especificação técnica para a primeira avaliação, ou parecer técnico.

Durante essa primeira avaliação a Engenharia de Manutenção poderá recusar propostas que não se adequarem aos requisitos descritos na especificação técnica, não atenderem os prazos solicitados, ou qualquer outro tipo de incoerência técnica que o avaliador julgar existente.

Nessa fase do processo as empresas não são avaliadas em questões financeiras, apenas não conformidades técnicas poderão fundamentar a exclusão da empresa terceira do processo de contratação.

#### **2.2.2.4 Análise Comercial**

A analise comercial é feita pelo órgão responsável pela contratação e devem ser considerado na analise somente as empresas que forem aprovadas na avaliação técnica.

Durante essa fase, a junta comercial irá comparar os valores das cotações determinadas pelas empresas no Quadro de Quantidades e Preços (QQP), elaborado pela Engenharia durante a primeira fase do planejamento.

Se o valor da menor proposta feita pelas empresas concorrentes estiver acima do valor orçado pela Equipe de Engenharia, o responsável técnico deverá analisar a QQP, se realmente ocorreu algum erro na elaboração do documento pela Engenharia de Manutenção o responsável técnico deverá reformular o documento para nova cotação, caso o erro na cotação seja por conta das empresas concorrentes poderá ser optado as seguintes soluções: solicitação de cotação por outras empresas que não participaram desse processo seguindo os passos anteriores ou a realização de uma reunião entre todas as empresas contratadas, representantes órgão responsável pela contratação e da Engenharia de Manutenção para identificar os pontos que não estão de acordo com a QQP elaborada pela Engenharia e se não houver acordo deverá ser realizado de novas cotações com outras empresas.

Ainda existe uma rodada de negociação entre o órgão responsável pela contratação e as empresas concorrentes com a finalidade de se reduzir ainda mais os custos do projeto. Após essas rodadas de negociação, atentado a metodologia de avaliação descrita na especificação técnica é definido a empresa que estará responsável pela execução do projeto.

#### **2.2.2.5 Assinatura de Contrato**

Segundo Saboya (2005):

O contrato é o acordo de vontades entre duas ou mais pessoas (físicas ou jurídicas) com a finalidade de criar, regular, resguardar, modificar ou extinguir direitos. Assim, o termo contrato serve para designar o negócio bilateral, cujo efeito jurídico pretendido pelas partes participantes é a criação de um vínculo obrigacional de conteúdo patrimonial. (SABOYA, 2005).

Durante a assinatura do contrato, a empresa contratada deverá comprovar por meio de documentação a capacitação dos profissionais que serão envolvidos no projeto e foram exigidas na especificação técnica. A assinatura do contrato é o ponto determinante para o inicio da contagem do prazo de planejamento e execução da intervenção. É obrigatório que a empresa contratada esteja de acordo com todas as exigências da especificação técnica e também esteja ciente de todas as multas que poderão ser debitadas do pagamento final pelo serviço.

Toda a documentação referente a fase de planejamento da intervenção será elaborada a partir da assinatura do contrato e deverá estar consolidada antes da preparação da intervenção.

O contrato é uma figura jurídica, regida pelo Código Civil Brasileiro em seu Livro I – do direito e das Obrigações, Título V – Dos Contratos em Geral e diz respeito ao “acordo entre duas ou mais pessoas que transfere entre si algum direito ou que se sujeitam a alguma obrigação”.

### **2.3 Preparação**

A fase de preparação da intervenção é fundamental para que não ocorram anomalias que acarretaram em atraso na entrega do equipamento para o retorno a operação e acidentes.

A preparação deverá englobar diversos fatores que garantiram a redução do risco de eventos indesejados venham a ocorrer, assim sendo, esses fatores determinam o sucesso ou o fracasso da realização dos passos descritos no procedimento técnico.

### **2.3.1 Exames Médicos**

É obrigatório que todos os profissionais que atuem direta e indiretamente na execução do serviço estejam com todos os exames médicos dentro da periodicidade exigida pelos órgãos especializados na área. A principal função dessa exigência é minimizar a probabilidade de ocorrência de fatalidades durante a realização do escopo do projeto.

A empresa deve estar totalmente enquadrada nas exigências descritas na NR 4 do Ministério do Trabalho que dita as exigências referentes à Engenharia de Segurança e Medicina do trabalho.

Durante essa fase como forma de cumprimento das exigências da mesma NR 4 deverá registrar uma reunião com o órgão de Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), onde são empregados da própria empresa contratante, salvo algumas exceções descritas na própria NR, engenheiro de segurança do trabalho, médico do trabalho, enfermeiro do trabalho, auxiliar de enfermagem do trabalho e técnico de segurança do trabalho seguindo a proporção do número de funcionários que constam no quadro fixo da empresa contratante.

### **2.3.2 Treinamentos**

Os treinamentos obrigatórios para a operação dos equipamentos e realização dos serviços envolvidos na intervenção devem estar atualizados. Não poderá ser permitida a operação ou realização de um serviço por pessoa que não tenha recebido o devido treinamento que o capacite para isso, medidas preventivas e punitivas devem ser elaboradas nesses casos.

Segundo a NR18 em que define todas as obrigatoriedades das empresas referentes a Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, em seu item 28, determina que em relação a treinamentos a empresa é obrigada:

18.28.1. Todos os empregados devem receber treinamentos admissional e periódico, visando a garantir a execução de suas atividades com segurança.

18.28.2. O treinamento admissional deve ter carga horária mínima de 6 (seis) horas, ser ministrado dentro do horário de trabalho, antes de o trabalhador iniciar suas atividades, constando de:

- a) informações sobre as condições e meio ambiente de trabalho;
- b) riscos inerentes a sua função;
- c) uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual - EPI;
- d) informações sobre os Equipamentos de Proteção Coletiva - EPC, existentes no canteiro de obra.

18.28.3. O treinamento periódico deve ser ministrado:

- a) sempre que se tornar necessário;
- b) **ao início de cada fase da obra.**

**18.28.4. Nos treinamentos, os trabalhadores devem receber cópias dos procedimentos e operações a serem realizadas com segurança.**

(NR18)

Dessa forma é obrigatória a apresentação do procedimento técnico detalhado elaborado durante a fase de suprimentos do planejamento da intervenção para todos os empregados que estarão envolvidos na execução física da intervenção como forma de prevenir a incidência de acidentes.

### **2.3.3 Reunião de Preparação**

Antes da realização dos passos descritos no procedimento técnico é obrigatória a realização de uma reunião com a presença de representantes de todas as partes envolvidas na execução do escopo para debate do procedimento técnico, antes que seja iniciada a execução física do escopo do projeto.

Durante esta reunião serão apresentados todos os passos do procedimento técnico evidenciando os pontos de atenção e o caminho crítico do projeto, o cronograma de execução da intervenção deverá ser de conhecimento de todos os envolvidos, assim como os procedimentos de segurança. Os passos onde for identificada a probabilidade de ocorrência de fatalidades, tanto ao patrimônio da empresa quanto aos trabalhadores que nele atuam, devem ser amplamente debatidos com o intuito principal de minimizar as chances de sua ocorrência.

A realização dessa reunião minimiza o aparecimento de anomalias comuns durante o processo de implantação referente ao não entendimento prévio dos serviços que

serão executados gerando assim desvios no resultado e no sucesso do planejamento.

### **2.3.4 Canteiro de Obras**

De acordo com a NR 18 deverá constar de forma obrigatória:

- a) instalações sanitárias;
- b) vestiário;
- c) alojamento;
- d) local de refeições;
- e) cozinha, quando houver preparo de refeições;
- f) lavanderia;
- g) área de lazer;
- h) ambulatório.

Onde os itens “c”, “f” e “g” tornam-se obrigatórios quando os empregados necessitarem permanecerem alojados nas proximidades do canteiro de obras.

Segundo a Norma, contêineres serão aceitos como área de vivência caso os seguintes termos sejam cumpridos:

18.4.1.3 Instalações móveis, inclusive contêineres, serão aceitas em áreas de vivência de canteiro de obras e frentes de trabalho, desde que, cada módulo:

- a) possua área de ventilação natural, efetiva, de no mínimo 15% (quinze por cento) da área do piso, composta por, no mínimo, duas aberturas adequadamente dispostas para permitir eficaz ventilação interna;
- b) garanta condições de conforto térmico;
- c) possua pé direito mínimo de 2,40m (dois metros e quarenta centímetros);
- d) garanta os demais requisitos mínimos de conforto e higiene estabelecidos nesta NR;
- e) possua proteção contra riscos de choque elétrico por contatos indiretos, além do aterramento elétrico.

(NR18)

Referente às condições que devem obrigatoriamente conter as instalações sanitárias a norma exige:

18.4.2.3 As instalações sanitárias devem:

- a) ser mantidas em perfeito estado de conservação e higiene;
- b) ter portas de acesso que impeçam o devassamento e ser construídas de modo a manter o resguardo conveniente;
- c) ter paredes de material resistente e lavável, podendo ser de madeira;
- d) ter pisos impermeáveis, laváveis e de acabamento antiderrapante;
- e) não se ligar diretamente com os locais destinados às refeições;
- f) ser independente para homens e mulheres, quando necessário;
- g) ter ventilação e iluminação adequadas;
- h) ter instalações elétricas adequadamente protegidas;
- i) ter pé-direito mínimo de 2,50m (dois metros e cinqüenta centímetros), ou respeitando-se o que determina o Código de Obras do Município da obra;
- j) estar situadas em locais de fácil e seguro acesso, não sendo permitido um deslocamento superior a 150 (cento e cinqüenta) metros do posto de trabalho aos gabinetes sanitários, mictórios e lavatórios.

18.4.2.4 A instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de 1 (uma) unidade para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração.

(NR18)

O canteiro de obras de uma intervenção deverá conter, obrigatoriamente, todos os materiais que serão utilizados na execução do projeto, o intuito maior dessa exigência é reduzir o deslocamento do efetivo e consequentemente aumentar a produtividade da equipe.

No canteiro de obras, a instalação banheiros químicos e bebedouros não somente cumprem a exigência legal que a Norma Regulamentadora do Ministério do trabalho exige, mas também diminui a perda de eficiência da equipe, pois a disponibilidade desses recursos pode estar a uma distância considerável do local onde a intervenção é efetuada e todo o deslocamento excessivo aumenta o tempo de realização dos serviços.

É exigência da legislação vigente que tanto o canteiro de obras como o local onde está sendo realizada a intervenção esteja isolado por rede de segurança e que o acesso seja restrito a somente por pessoas autorizadas. Dessa forma são evitadas a ocorrência de acidentes e ocorrências de segurança com pessoas que não estejam autorizadas a permanecer no local.

## 2.4 Execução Física da Intervenção (Implantação)

Um planejamento detalhado e pacientemente elaborado não é uma garantia infalível do sucesso da execução da intervenção, porém com esse planejamento os principais desvios podem ser identificados e caso não seja possível a anulação dos impactos gerados por estes, possibilita o responsável técnico criar soluções para reduzir o impacto por elas gerado.

Em uma intervenção realizada com um planejamento leviano ou incoerente a probabilidade de sucesso é praticamente nula, onde este sucesso é de responsabilidade do acaso.

### 2.4.1 Itens de Segurança

A norma que regulamentaria as exigências trabalhistas referentes a execução da obra é a NR18 onde consta a obrigatoriedade do fornecimento e da utilização de todos os equipamentos de proteção individuais e coletivas que o tipo de serviço exige, segundo a norma:

18.23.1. A empresa é obrigada a fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, consoante as disposições contidas na NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI. (NR18)

Caso a execução do escopo do projeto ser de responsabilidade da própria empresa elaboradora do projeto ou caso a especificação técnica não exigir da empresa contratada o fornecimento dos equipamentos de proteção individual a empresa que está solicitando a execução do projeto deverá fornecer esses equipamentos a todos os empregadores que atuam nessa execução.

A NR18 também estabelece parâmetros de sinalização que devem ser incorporados na obra conforme texto abaixo:

18.27.1 O canteiro de obras deve ser sinalizado com o objetivo de:  
a) identificar os locais de apoio que compõem o canteiro de obras;  
b) indicar as saídas por meio de dizeres ou setas;

- c) manter comunicação através de avisos, cartazes ou similares;
- d) advertir contra perigo de contato ou acionamento accidental com partes móveis das máquinas e equipamentos.
- e) advertir quanto a risco de queda; alertar quanto à obrigatoriedade do uso de EPI, específico para a atividade executada, com a devida sinalização e advertência próximas ao posto de trabalho;
- f) alertar quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por grua, guincho e guindaste;
- g) identificar acessos, circulação de veículos e equipamentos na obra;
- h) advertir contra risco de passagem de trabalhadores onde o pé-direito for inferior a 1,80m (um metro e oitenta centímetros);
- i) identificar locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas e radioativas.

(NR18)

Todos os itens citados da norma regulamentadora têm como principal função a redução dos fatores que geram o surgimento de acidentes no local de trabalho preservando assim a segurança e saúde física do trabalhador durante o exercício das suas funções.

Acidentes de trabalho não somente comprometem o sucesso do projeto, mas também denigrem a imagem da empresa com seus investidores e com a sociedade, haja vista que existe uma crescente a preocupação desses seguimentos com a atenção que é designada pela empresa com seus empregados, dessa forma o planejamento deve conter todos os fatores exigidos nas normas regulamentadoras referentes à segurança e saúde dos seus empregados e de empregados das empresas terceirizadas como a mesma atenção que é disponibilizada para a elaboração do detalhamento dos serviços necessários para o cumprimento do escopo co projeto.

#### **2.4.2 Reunião Diária de Acompanhamento**

Antes do inicio da realização das atividades planejadas para a data, deverá ser apresentado à equipe envolvida nessas atividades o planejamento do dia, com isso será possível à ampliação na produtividade da equipe, pois é de conhecimento geral os pontos de atenção durante a execução dos passos do serviço.

Após o término do expediente da equipe, o cronograma deverá ser apresentado, evidenciando o avanço físico do projeto, as atividades onde ocorreram anomalias

referentes ao tempo e os fatos relevantes ocorridos durante o dia e que devem ser evitados no decorrer da intervenção.

## **2.5 Desmobilização**

Muitos dos responsáveis pela execução física do projeto têm sua atenção totalmente focada na fase de execução do projeto, com isso acabando por menosprezar a fase de desmobilização.

A fase de desmobilização gera custos consideráveis, pois engloba principalmente o transporte não somente de todos os equipamentos utilizados durante a intervenção como também os materiais que não foram utilizados e todo o material excedente que foi produzido na execução dos serviços.

É importante a retirada de todo o material da área não somente por questões meramente estéticas, mas seguir assim, a política de 5S que hoje é amplamente utilizada dentro das principais unidades de negociação. A desmobilização é importante também, para retirar possíveis focos de acidentes gerados pela presença desses materiais e equipamentos oriundos da execução do projeto.

Os custos da desmobilização devem ser previstos no planejamento para garantir assim um orçamento detalhado do custo total do projeto.

Juntamente com a desmobilização física é necessária também nessa fase que precede a realização do projeto a elaboração de um relatório da execução e a realização de reuniões de reflexão para discutir os pontos de sucesso e fracasso do planejamento da intervenção.

### **2.5.1 Relatório de Execução da Intervenção**

O relatório de execução da intervenção é o documento oficial que irá relatar aderência do projeto ao planejamento prévio que foi desenvolvido.

Sendo assim, todos os desvios que ocorreram na execução do escopo do projeto que impactaram diretamente ou indiretamente no tempo total de execução dos serviços deverá ser evidenciado neste relatório.

Com todas essas anomalias documentadas é possível melhorar o procedimento técnico detalhado, englobando soluções que neutralizem essas anomalias tornando o planejamento muito mais eficiente e, caso for necessário, a utilização desse procedimento, seja para a realização do mesmo projeto ou similar, o responsável pelo planejamento poderá contar com uma ótima ferramenta para auxiliá-lo na realização do seu planejamento.

Esse relatório deverá ser debatido pelos representantes de todas as partes envolvidas na execução do projeto durante uma reunião formal registrado por meio de ata.

Todos os serviços realizados que vierem alterar as características do equipamento deveram conter desenhos técnicos atualizados e deverá ser reverenciado o documento original elaborado pelo fabricante onde se encontra o item alterado durante o projeto.

### **2.5.2 Reunião de Avaliação**

Na reunião de avaliação é debatido principalmente os pontos discordantes entre o planejamento e a execução real do projeto, todos evidenciados no relatório de execução.

A maior importância da realização dessa reunião é estabelecer uma base de dados para a elaboração de novos projetos similares a este ocorrido, incluindo no planejamento soluções que venham a eliminar os pontos discordantes. Sendo assim, em todos os itens que não estiverem de acordo com o planejamento será definida a causa base que acarretou nesta anomalia no planejamento e assim sendo, encontrado formar de anular a ocorrência dessas anomalias.

## 2.6 Fase 6: Registro da Intervenção

O primeiro passo de um planejamento é a busca de todo o histórico de intervenções do equipamento, com isso o registro das intervenções realizadas é uma ferramenta relevante na elaboração do projeto.

Esse histórico poderá nutrir o elaborador do projeto e do planejamento de informações que influenciaram diretamente no sucesso do projeto. Em outros casos, o histórico de intervenções poderá comprovar a viabilidade da realização do projeto, caso exista relatórios elaborados que constarem no histórico do equipamento.

O registro da intervenção deverá conter todos os documentos elaborados durante o planejamento e execução do escopo do projeto: especificação técnica e QQP, procedimento técnico detalhado, cronograma de execução, relatórios de segurança, atas de reuniões realizadas, relatório de execução da intervenção e, caso necessário, desenhos técnicos das alterações realizadas no equipamento.

Existem duas formas de se registrar a intervenção para consultas futuras: o meio físico e o meio eletrônico.

Com o meio físico é confeccionada uma pasta onde todos os documentos acima relacionados referentes ao projeto serão ordenadamente indexados garantindo assim a fácil consulta.

O registro em meio eletrônico é, de uma forma geral, mais dinâmica em sua consulta e tem maior facilidade de arquivamento, sendo assim, poderá ser facilmente consultada utilizando o banco de dados da empresa.

### 3. A RECUPERADORA DE CARVÃO

#### 3.1 Introdução: O Terminal de Praia Mole

Pelo Terminal Marítimo de Praia Mole é recebido, estocado e transportado todo o carvão mineral proveniente de diversas localidades do planeta. Este mineral é utilizado para nutrir a demanda interna da Companhia Vale do Rio Doce e para o fornecimento para clientes externos que utilizam esse mineral com principal fonte de energia para suas usinas.

O carvão mineral chega ao Terminal pelo Píer de Carvão estocado em navios de carga, o material é retirado desses navios por Descarregadores instalados no píer onde parte do material é enviada diretamente para a Companhia Siderúrgica Tubarão (CST) por Transportadores de Correia, também com o auxílio de Transportadores de correia a outra parte do material é deslocado do píer até o pátio de estocagem da companhia onde é alocado, em forma de pilhas, por equipamentos chamados Empilhadeiras.

O material estocado no pátio é recolocado em transição por Recuperadoras que retiram o material estocado nas pilhas e os direciona de volta aos Transportadores de Correia, e esses Transportadores direcionam o material que estava estocado até a Estação de Carregamento de Vagões (ECV) onde o material passa a ser transportado por vagões carregados até o receptor final.



Figura 3.1 – Arranjo geral do terminal de Praia Mole

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

### 3.2 Dados Técnicos da Recuperadora

Segundo descrição da empresa fabricante do equipamento BARDELLA (2002):

A Recuperadora opera desempilhando o minério ao longo de toda a secção transversal das pilhas de estocagem. A recuperação de minério é realizada por meio de uma roda de caçambas instalada na extremidade da lança que descarrega o material no Transportador de Correia instalado na lança; este TC descarrega o minério num chute central que por sua vez alimenta o transportador do pátio sob a máquina. (BARDELLA, 2002)

Uma Recuperadora conforme acima descrito tem como principal função a recuperação do material que havia sido estocado em forma de pilhas no pátio e retorná-los aos transportadores de correia que irão guiá-los até sua nova destinação, por esse motivo a Recuperadora é conhecida por outros seguimentos como Retomadora, pois ambos os termos descrevem com exatidão a principal função do equipamento.

A Recuperadora de Carvão opera seguindo as características técnicas descritas no quadro abaixo:

Equipamento	Recuperadora
Código	RC07.
Fabricante	Bardella S.A. Indústrias Mecânicas.
Local	Terminal de Carvão – Vitória – ES.
Tipo de Operação	Recuperação de material.
Regime de Trabalho	24h/dia, 7 dias/semana, 365 dias/ano.
Tipo de Operação	Serviço extra pesado.
Temperatura ambiente	10-40°C, Elevação ao nível do mar.
Alimentação elétrica	4160 V, 60 Hz, 3 fases + Terra
Capacidade de recuperação nominal	2200 toneladas / hora
Capacidade de recuperação de projeto	2800 toneladas / hora
Capacidade de recuperação de pico	3080 toneladas/ hora
Velocidade do Transportador da Lança	260 metros / minuto
Velocidade de Translação em operação	6 – 10 metros / minuto
Velocidade de Translação sem carga	0 – 30 metros / minuto
Carga máxima por roda em operação	25000 Kg
Velocidade do vento considerada	35 metros / segundo
Potência total instalada	550 kW
Potência máxima consumida	480kW
Produto manuseado	Carvão, coque

Quadro 3.1: Características Técnicas da Recuperadora de Carvão.

Fonte: Manual de Operação e Manutenção da Recuperadora, Bardella (2002).



Figura 3.2 – Recuperadora de carvão.

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

### 3.3 Principais Conjuntos

Por ser um equipamento de grande porte a Recuperadora de carvão, durante seu funcionamento normal, desempenha diversos tipos de operações, como girar a lança da posição onde se encontra até posicionar sobre a pilha de material ou transladar todo o equipamento até uma outra pilha, para esses tipos de operações os componentes do equipamento podem ser divididos em conjuntos funcionais, onde nesses conjuntos os diversos componentes que englobam são responsáveis pela realização de uma dessas diferentes operações que o funcionamento do equipamento exige.

Abaixo vemos uma figura retirada da documentação técnica gerada pela empresa Bardella, responsável pela fabricação do equipamento.

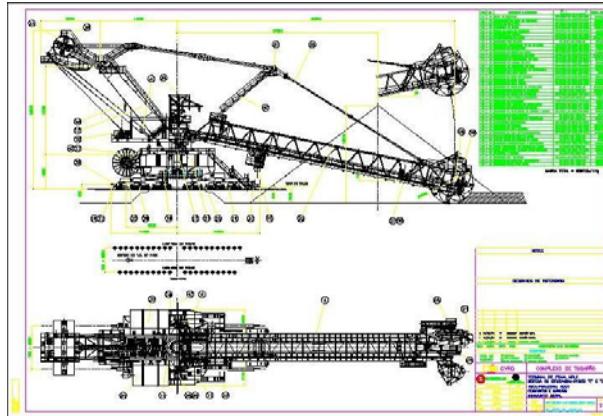


Figura 3.3 – Desenho técnico do arranjo geral da recuperadora.

Fonte: Desenhos Técnicos da Recuperadora de Carvão, Bardella (2002).

Essa divisão em conjuntos é importante não somente para a mais profunda compreensão do funcionamento de um equipamento como esse, mas também é fundamental na tomada de decisões referentes ao plano de manutenção traçado para o equipamento.

Com a análise minuciosa do manual do fabricante do equipamento, a Bardella S.A. Indústrias Mecânicas, a recuperadora pode ser dividida em sete conjuntos principais, que serão explorados no item a seguir, juntamente com os desenhos técnicos de fabricação de cada conjunto indexados na documentação do projeto disponibilizada pela empresa Bardella.

### **3.3.1 Translação**

Como todos os equipamentos móveis, a Recuperadora de carvão tem como forma de deslocamento trilhos dispostos por todo o seguimento do pátio de estocagem e sua translação é proveniente de rodas disponibilizadas em truques de translação do equipamento, conforme o manual de operação e manutenção da bardella:

Este dispositivo foi projetado para mover a recuperadora sobre os trilhos. O dispositivo consiste de balancins e truques com 42 rodas que suportam a estrutura de translação e estrutura giratória, sendo que 18 delas são acionadas e as restantes livres. (Bardella, 2002)



Figura 3.4 – Truque de translação da Recuperadora.

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

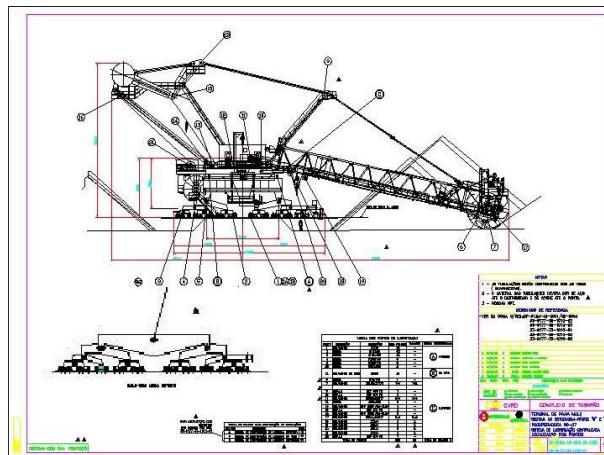


Figura 3.5 – Desenho técnico dos truques de translação em destaque.

Fonte: Desenhos Técnicos da Recuperadora de Carvão, Bardella (2002).

### 3.3.2 Roda de Caçamba

A roda de caçamba é o conjunto responsável pela recuperação do material propriamente dito, pois ele terá contado com a pilha estocada e com um movimento circular contínuo as caçambas recolhem o material e o depositam no transportador instalado na lança do equipamento.

Entre a roda de caçamba e o transportador da lança existe um chute de descarga fixo que tem como principal função recolher todo o material recuperado pelo movimento circular das caçambas evitando assim a perda do material recuperado na caçamba, juntamente com esse chute fixo está um componente conhecido como

avental fixo que reduz ainda mais a perda do material recuperado, pois guia o material recuperado para uma deposição uniforme na correia do Transportador.



Figura 3.6 – Roda de Caçamba da Recuperadora de carvão.

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

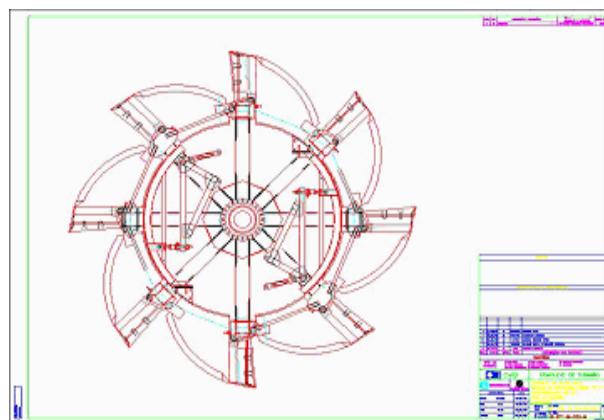


Figura 3.7 – Desenho técnico da roda de caçamba.

Fonte: Desenhos Técnicos da Recuperadora de Carvão, Bardella (2002).

### 3.3.3 Lança

A Lança é uma estrutura em forma de treliça onde comporta um transportador de correia que tem a função de receptar o material recuperado pelo movimento da roda de caçamba e transportá-lo até o chute central do equipamento.

A Lança da recuperadora tem como principal função direcionar a roda de caçamba até a pilha de material disponível no pátio e servir como transição do material

retirado da pilha pela roda de caçamba até o retorno aos transportadores de correia do pátio.



Figura 3.8 – Lança da Recuperadora de carvão.

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

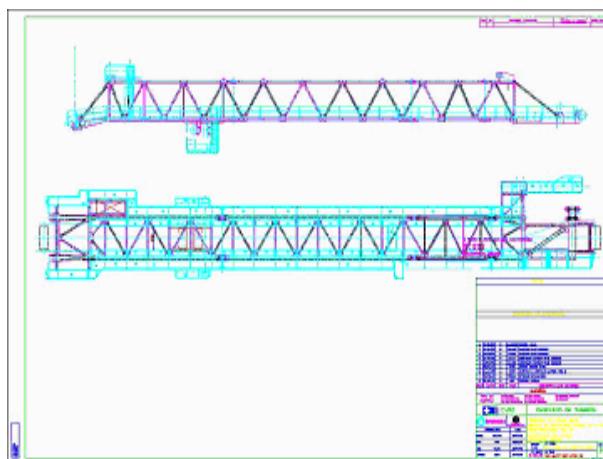


Figura 3.9 – Desenho técnico da lança da Recuperadora.

Fonte: Desenhos Técnicos da Recuperadora de Carvão, Bardella (2002).

### 3.3.4 Braços e Contrapeso

Com a estrutura da lança da Recuperadora é demasiadamente extensa, ocasiona o surgimento de forças de momento em sua extremidade durante a operação normal do equipamento, para corrigir essa anomalia e neutralizar as forças de momento geradas o equipamento dispõe de um sistema de contrapeso para manter o equilíbrio da máquina evitando o seu tombamento.

O manual de operação e manutenção da Bardella (Bardella, pág. 13) descreve detalhadamente o funcionamento do contrapeso como sendo “articulado por pinos com mancal de rótula à torre giratória sendo que a outra extremidade do topo da estrutura é ligada por um tirante à estrutura da lança”.



Figura 3.10 – Contrapeso da Recuperadora de carvão.

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

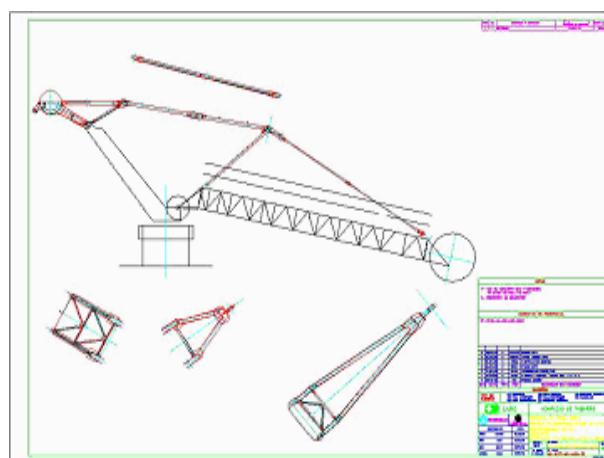


Figura 3.11 – Desenho técnico do contrapeso ligado por tirantes à lança.

Fonte: Desenhos Técnicos da Recuperadora de Carvão, Bardella (2002).

### 3.3.5 Chute Central e Mesa de Impacto

Segundo o manual de operação e manutenção da Bardella (Bardella, pág. 15), “O chute possui um dispositivo defletor, que tem por objetivo, direcionar o fluxo do material que cai na moega e diminuir o desgaste nas paredes do chute”.

Todo o material que é transportado pelo Transportador de correias da lança da recuperadora é despejado nesse chute central que direciona esse material até a correia do trailer que por sua vez o direciona até os transportadores de correia disponíveis no longo do pátio de estocagem.

Juntamente com a estrutura do chute central é instalada uma mesa de impacto que é constituída de roletes de impacto e carga suspensos que tem como objetivo minimizar o impacto da queda do material sobre a correia dos transportadores do pátio.

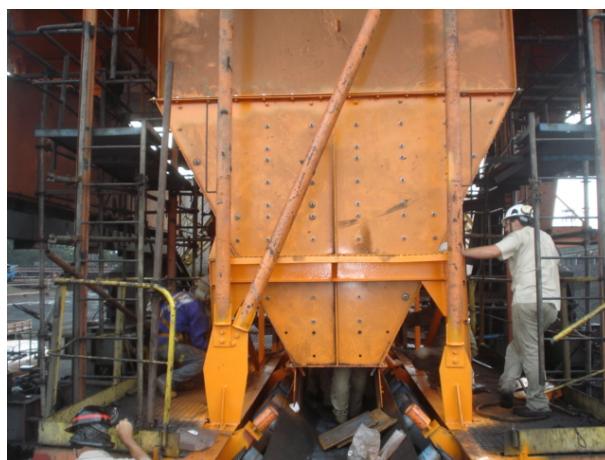


Figura 3.12 – Chute Central e Mesa de Impacto.

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

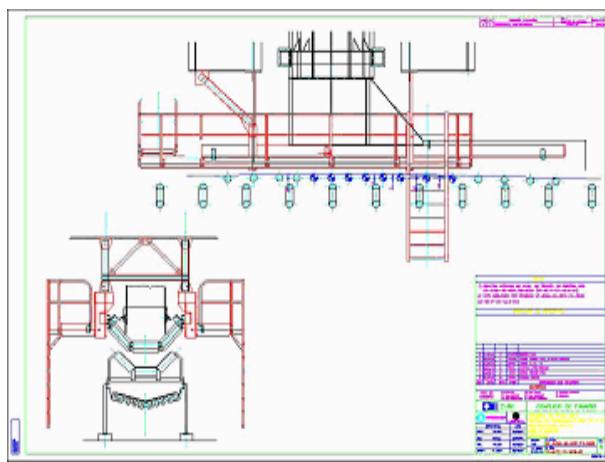


Figura 3.13 – Desenho técnico do chute central e da Mesa de Impacto.

Fonte: Desenhos Técnicos da Recuperadora de Carvão, Bardella (2002).

### 3.3.6 Sistema de Giro

Segundo o manual de operação e manutenção da Bardella:

A estrutura giratória com lança e contra-peso gira sobre o rolamento com cremalheira externa (engrenagem de pinos). Dois redutores planetários constituem o acionamento de giro, havendo na saída de cada redutor um pinhão de 8 dentes, engrenado-se nos pinos da cremalheira. (Bardella, 2002).

Toda a estrutura superior da recuperadora - lança, contrapeso, roda de caçamba e transportador da lança - é apoiado sobre um rolamento de giro de aproximadamente quatro metros de diâmetro e a parte inferior - chute central trailer e mesa de impacto - é fixa no anel externo do rolamento de giro proporcionando, assim a possibilidade da estrutura superior girar sobre a inferior.

Isso torna o rolamento de giro, peça fundamental do equipamento, sendo ele o responsável por proporcionar essa liberdade de giro, além de suportar toda a carga da parte superior do equipamento.

Anomalias no rolamento de giro não somente comprometem a capacidade de girar sobre seu próprio eixo da recuperadora como também poderá levar a situações extremas, como o colapso do equipamento, caso a parte superior da recuperadora que se encontra apoiada sobre o rolamento venha a tombar por forças externas.

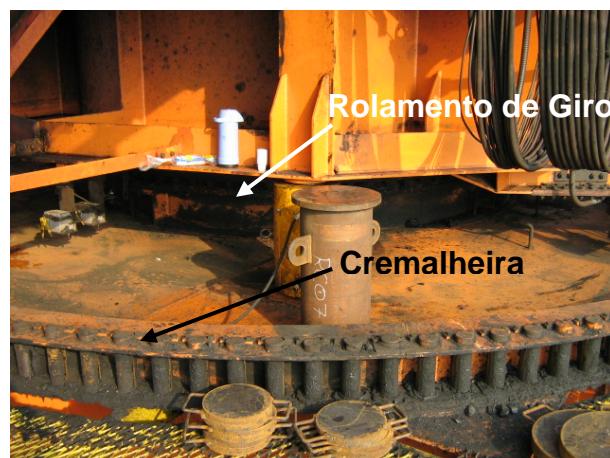


Figura 3.14 – Cremalheira externa do sistema de giro e rolamento de giro da Recuperadora de Carvão.

Fonte: Companhia Vale do Rio Doce (2007).

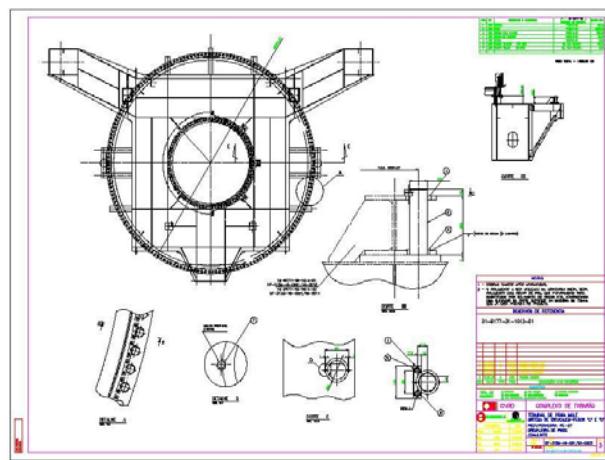


Figura 3.15 – Desenho técnico do sistema de giro.

Fonte: Desenhos Técnicos da Recuperadora de Carvão, Bardella (2002).

## **4. SUBSTITUIÇÃO DO ROLAMENTO DE GIRO DA RECUPERADORA RC07 – ESTUDO DE CASO**

O rolamento de giro é uma peça fundamental não somente como componente do sistema de giro da recuperadora de carvão, pois está nele agregada uma responsabilidade estrutural demasiadamente importante, isso torna esse componente, peça chave na operabilidade do equipamento como um todo.

A falha desse equipamento gera não somente perda da capacidade da máquina de rotacionar sobre seu próprio eixo buscando uma melhor disposição sobre a pilha de material, mas também implica diretamente na confiabilidade de operação desse equipamento caso haja anomalias referentes a esse conjunto.

Como a responsabilidade estrutural depositada nesse componente era extremamente elevada, ao ser identificado que o mesmo encontrava-se danificado foi solicitada à equipe de Engenharia de Manutenção a elaboração de uma solução técnica em caráter emergencial, pois existia grande probabilidade do equipamento entrar em colapso pelo fato desse a funcionalidade desse componente comprometido.

### **4.1 Aplicação da Fase de Engenharia**

Durante uma inspeção de rotina na Recuperadora de carvão, no final ano de 2005, um dos engenheiros da Equipe de Manutenção do Terminal de Praia Mole foi convocado para realizar uma inspeção estrutural na recuperadora de carvão que apresentava anomalias de operação.

Utilizando como base essa inspeção da Engenharia, foi possível a identificação de que o pinhão de giro, responsável por coordenar o movimento rotacional da parte superior da Recuperadora de carvão estava em contato direto com a mesa inferior de giro, onde se encontra alojado a cremalheira externa, constatando assim, que a parte superior da recuperadora havia sido rebaixada.

Logo na primeira análise, de forma sensitiva foi relacionada essa perda de folga entre o pinhão de giro e a mesa inferior com algum problema no rolamento de giro da recuperadora, pois toda a parte superior do equipamento encontrava-se apoiada sobre o mesmo. Quando foi analisado o rolamento de giro da Recuperadora constatou-se que o mesmo encontrava-se com grau de desgaste extremamente elevado e indícios de lubrificação insuficiente, muitos rolos estavam com grau de desgaste tão elevado que eles não se encontravam com o formato cilíndrico característico do projeto inicial devido ao desgaste e deformação por esforços elevados, como podemos ver nas fotos seguintes:



Figura 4.1 – Rolos danificados e indícios de lubrificação insuficiente.  
Fonte: Relatório de Inspeção da Recuperadora RC07, SILVA (2005).



Figura 4.2 – Caminho dos rolos danificado.  
Fonte: Relatório de Inspeção da Recuperadora RC07, SILVA (2005).



Figura 4.3 – Rolos com indícios de deformação plástica e perda do espaçamento.

Fonte: Relatório de Inspeção da Recuperadora RC07, SILVA (2005).

Com a anomalia identificada foi definido pela Equipe de Engenharia de Manutenção que o equipamento ainda podia seguir em operação mesmo com o rolamento danificado, pois não havia comprometimento estrutural com relação ao rolamento, porém, já que a funcionalidade do rolamento estava comprometida, ocorreria um aumento no atrito ao se efetuar o movimento de giro e consequentemente aumentaria a potência necessária dos motores para executar o movimento de giro. Esse aumento no atrito gerado quando o equipamento era submetido ao movimento de giro, que estava muito maior do que o que havia sido projetado deve-se pelo fato do atrito por rolamento estar gradativamente sendo substituído pelo atrito de deslizamento metal-metal, que possui coeficiente de atrito muito maior, e caso o rolamento não fosse trocado chegaria a ponto de somente existir o atrito por deslizamento, já que não haveria mais a ação dos rolos do rolamento de giro, e assim sendo, a potência dos motores não seria suficiente para vencer esse elevado atrito, privando a recuperadora do seu movimento de giro. Além do mais um agravamento da situação poderia resultar num comprometimento de toda a estrutura física do equipamento, podendo levá-lo ao colapso.

Depois de realizado o levantamento das informações do equipamento, pois se trata de um equipamento em inicio de vida útil, pois foi entregue para operação no final de 2002, constatou-se primeiramente que o rolamento de giro havia entrado em colapso muito tempo antes do que a vida útil indicada pelo fabricante do equipamento, o que demonstrava que ocorreu algum tipo de falha na manutenção do rolamento.

A causa fundamental definida pela equipe de Engenharia de manutenção foi que a lubrificação, que era de responsabilidade de uma empresa terceirizada da companhia, havia sido insuficiente e por esse motivo gerou o alto desgaste dos rolos e caminho do rolamento provocando a ruptura do rolamento de giro do equipamento.

Com bases nas informações coletadas no Acervo Técnico da Companhia e os desenhos técnicos de fabricação disponibilizados pela empresa fornecedora do equipamento, foi elaborada a especificação técnica para contratação externa do serviço de troca do rolamento de giro da recuperadora e juntamente com o detalhamento desses serviços foram elaborados o Quadro de Quantidades e Preços (QQP) e o preenchimento dos formulários obrigatórios analisando os principais impactos em segurança e meio ambiente que a realização desse projeto implicaria.

Foi definido, utilizando como principal base o histórico registrado na troca desses rolamentos em outros equipamentos semelhantes a recuperadora de carvão, um prazo máximo de dez dias ininterruptos para a realização de todo o procedimento de troca do rolamento.

#### **4.2 Aplicação da Fase de Contratação e Planejamento**

A especificação técnica referente à troca do rolamento de giro da recuperadora de carvão foi enviada as principais empresas habilitadas tecnicamente para a realização do serviço e foi realizada a visita técnica para a definição dos detalhes que o projeto deveria se comprometer a solucionar e as particularidades que tal empreendimento estava sujeito, além de expor com clareza as empresas candidatas à realização do escopo do projeto toda a complexidade real da realização dessa intervenção.

Conforme o fluxo normal, as especificações técnicas foram recebidas e assim foram comparados os Quadros de Quantidade e Preços enviados pelas empresas candidatas ao contrato, os prazos e os detalhes das documentações enviadas, definindo assim a melhor proposta técnica de acordo com as formas de seleção

descrita na especificação técnica. Porém, como forma de reduzir os custos gerados pela troca desse rolamento de giro, a gerência da empresa optou pela opção de primarizar o serviço, pois dessa forma os custos referentes aos serviços de Engenharia poderiam ser reduzidos caso fosse utilizado a própria equipe de engenharia da empresa.

Foi inicialmente previsto que a escolha por executar o projeto com efetivo próprio iria gerar uma economia de cerca de 30% caso o mesmo escopo fosse realizado com efetivo terceirizado.

Com esta decisão gerencial consolidada a Engenharia de Manutenção do Terminal de Praia Mole efetuou a contratação de um consultor de uma empresa com larga experiência na troca de rolamentos de grande porte de máquinas em que o sistema de giro opere de maneira semelhante ao da recuperadora de carvão. Esse profissional iria embasar teoricamente todos os processos para a elaboração do procedimento técnico detalhado e todos os procedimentos de segurança necessários para a realização do projeto.

A elaboração do procedimento foi amplamente discutida durante sua elaboração e definido assim todos os passos, extremamente detalhados afim de que todos os equipamentos, materiais e efetivo fossem precisamente descritos e solicitados com antecedência.

Como toda a parte superior do equipamento, que se encontrava apoiada sobre o rolamento de giro, estaria durante um tempo relativamente longo suspenso, rajadas de vento mais elevadas poderiam provocar a queda da estrutura superior levando assim, comprometendo todo o equipamento.

Como forma de neutralizar a ação do vento e garantindo a segurança na realização da intervenção foi definido que era necessária a elaboração de um Plano de *Rigging* (Anexo A) onde seria calculada a velocidade do vento máxima em que a intervenção poderia ser executada com segurança e caso esse nível de velocidade definido fosse ultrapassado enquanto a estrutura superior do equipamento estivesse

suspensa, qual deveria ser o procedimento de contenção a ser realizado para evitar a queda da estrutura suspensa do equipamento. Todo o procedimento foi elaborado com base na norma brasileira NBR 6123/1988 “Forças devidas ao vento em edificações” definindo assim os contrapesos para o estaiamento da estrutura superior da recuperadora.

Com o procedimento técnico elaborado foi possível determinar todos os equipamentos necessários para a execução do escopo do projeto definidos no mesmo mapeando assim, quais equipamentos e serviços estavam poderiam ser disponibilizados internamente pela empresa e quais haveria de ser efetuado a contratação externa.

Os serviços de topografia, serviços de caldeiraria e soldagem, os guindastes que seriam utilizados durante a intervenção e a iluminação do local de execução da obra foram mapeados como serviços e equipamentos críticos, pois não existia disponibilidade interna para esses itens, sendo necessária assim a contratação externa.

Definido os prazos para a contratação de todos os itens críticos, foi elaborado o cronograma detalhado da intervenção e formalmente indicado a equipe de operação da companhia os desvios possíveis que afetariam o tempo total da implantação do projeto.

Um desses pontos de atenção evidenciados durante a elaboração do cronograma foi o fato da necessidade da realização de uma retífica no rolamento caso o encaixe não possa ser efetuado conforme descrito pelo fornecedor do equipamento em seu manual técnico, foi determinado o prazo de cinco dias para a execução desse processo de retífica, porém, o tempo poderia ser estendido em até oito dias caso ocorra demora no transporte do rolamento do local onde a retífica seria realizada e o canteiro de obras, caso não houvesse a necessidade de retífica o tempo total de execução reduziria em cinco dias, tempo determinado no cronograma para a realização da retífica em condições normais de planejamento.

#### 4.3 Aplicação da Fase de Preparação

Definido o cronograma de execução e elaborado os contratos dos itens críticos da intervenção, iniciou-se o processo de preparação para a implantação do escopo do projeto.

Foram verificados as validades dos exames médicos e treinamentos de toda a equipe diretamente envolvida na execução do escopo para atendimento da exigência da norma e a redução da probabilidade de ocorrerem desvios durante a realização dos serviços e possíveis fatalidades.

A reunião de preparação da troca do rolamento de giro da recuperadora de carvão ocorreu na semana anterior da implantação do projeto e tiveram participação dos representantes de todas as áreas envolvidas no projeto e foram debatidos todos os pontos divergentes no procedimento técnico elaborado pela equipe de Engenharia de Manutenção.



Figura 4.4 – Reunião de Preparação.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.5 – Apresentação do Cronograma de Execução, Plano de Rigging e Procedimento técnico detalhado.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

Durante a preparação para o inicio da intervenção foi disponibilizado os itens de segurança, iluminação, canteiro de obras, sinalização referentes a NR18.



Figura 4.6 – Contêiner para centro de vivência do canteiro de obras e deposito de ferramentas.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.7 – Luminárias instaladas no equipamento para realização de serviços noturnos.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.8 – Torre de Iluminação da área do canteiro de obras.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.9 – Telas de Isolamento do canteiro de obras para pessoal não autorizado.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.10 – Desenhos e Cronograma disponibilizados no interior do contêiner.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.11 – Guindaste posicionado aguardando início de operação.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.12 – Andaime montado para a retirada do rolamento antigo e posicionamento do novo.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

Com todos os equipamentos mobilizados para o início da execução da obra a máquina foi disponibilizada para o início da intervenção.

#### **4.4 Aplicação da Fase de Execução Física da Intervenção (Implantação)**

Com o objetivo de executar com precisão e com maior confiabilidade possível foi realizado todo o passo descrito no procedimento técnico sempre evidenciando as recomendações de segurança.

Antes do inicio das atividades foi realizado o estaiamento da máquina como procedimento de segurança descrito no plano de rigging elaborado pela Engenharia de manutenção da Companhia Vale do Rio Doce, como forma de prevenir a integridade estrutural do equipamento caso venha a ocorrer incidência de ventos fortes enquanto a estrutura superior do equipamento se mantivera suspensa.



Figura 4.13 – Estaiamento da Lança da recuperadora segundo o Plano de Rigging.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

Foi respeitada a seqüência de realização de serviços descritos no cronograma de execução que foi como anteriormente evidenciado, disponibilizado a todos no contêiner utilizado como centro de vivência dos empregados.

A seqüência de fotos a seguir demonstra de forma resumida a execução de certos passos da execução da troca do rolamento de giro e descritos no procedimento técnico.

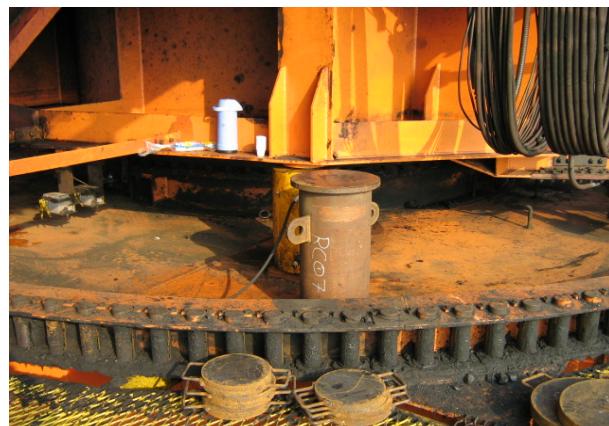


Figura 4.14 – Instalação das bases de sustentação com acionamento hidráulico para elevação da estrutura superior do equipamento.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.15 – Réguas para o controle da elevação da estrutura.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.16 – Estrutura suspensa cerca de meio metro acima da posição inicial.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

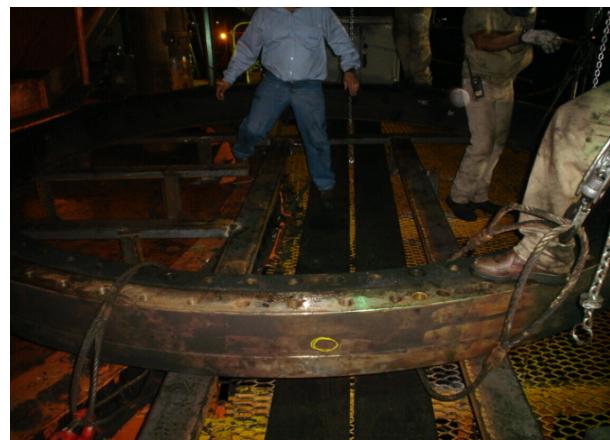


Figura 4.17 – Retirada do rolamento danificado.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.18 – Teste de planicidade do leito do rolamento.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.19 – Análise dos dados de planicidade.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

Após análise dos dados foi constatado que não haveria necessidade de realizar a retifica no rolamento novo, pois não houve avarias no leito do rolamento no equipamento, sendo assim foi dado seguimento ao cronograma, onde esse ganho foi previsto, e comunicado a equipe de operação.



Figura 4.20 – içamento do rolamento novo pelo guindaste até a posição sobre a mesa inferior da recuperadora.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.21 – Rolamento novo posicionado sobre a estrutura inferior da recuperadora.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.22 – Posicionamento do Rolamento sobre o leito.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).



Figura 4.23 – Retorno da estrutura superior a posição inicial, repousada sobre o novo rolamento.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

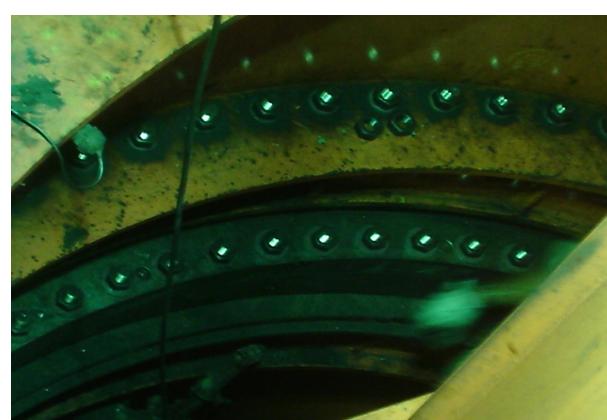


Figura 4.24 – Torquamento dos parafusos e tirantes de fixação do rolamento nas estruturas inferior e superior do equipamento.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

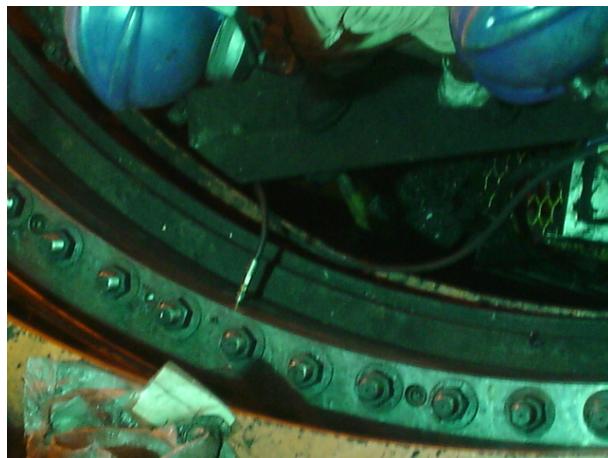


Figura 4.25 – Lubrificação do rolamento de giro.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

Todos os procedimentos descritos no cronograma de execução foram realizados de maneira precisa, o único desvio registrado, em comparação ao procedimento, foi o fato das bombas hidráulicas que seriam utilizadas nos cilindros hidráulicos para a elevação da estrutura superior da recuperadora não funcionaram ocasionando um atraso superior a 12 horas em relação ao previsto, tempo esse levado para a disponibilização de novas, para assim, dar seguimento ao procedimento de troca do rolamento de giro.

Outro desvio encontrado em relação ao planejamento foi a não realização da retifica do rolamento novo, pois o leito não havia sido avariado possibilitando o encaixe de um rolamento conforme as exigências do fornecedor do equipamento em seu manual técnico, com isso foi ganho em cinco dias úteis referentes ao tempo disponibilizado no cronograma para execução da intervenção, sendo assim, a intervenção foi realizada com metade do tempo previsto retornando assim à operação. Possivelmente em uma outra execução de troca de um rolamento de giro essa retifica poderá ser necessária e o tempo que foi ganho pela não realização desse serviço não poderá ser contabilizado nessa situação.

Durante a troca de turno foi realizada a análise do avanço do cumprimento do cronograma realizado com a equipe que estava se retirando do posto de trabalho e a que estava iniciando a jornada de trabalho, dessa forma eram definidos todos os

serviços que foram concluídos durante o turno de trabalho e todos os planejados para o novo turno.



Figura 4.26 – Reunião de Acompanhamento diário realizado durante a troca de turno de trabalho.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

Uma outra preocupação foi a que todos os trabalhadores envolvidos na execução estivessem utilizando todos os equipamentos de proteção que os seus serviços requisitavam segundo a norma regulamentadora NR06. Regularmente o técnico de segurança da empresa visitava as instalações para averiguar o cumprimento dessa norma e se as condições do canteiro de obra estavam de acordo com a NR18.



Figura 4.27 – Exemplo de utilização de EPI durante a execução do escopo do projeto.

Fonte: Registros fotográficos do projeto, CVRD (2007).

Com todas as medidas prevencionistas executadas, fiscalização e cumprimento de todos os itens descritos no procedimento técnico, a intervenção foi realizada sem a

ocorrência de nenhum acidente, garantindo não somente o sucesso do projeto em relação ao tempo total de execução, mas também na garantia da integridade física dos empregados diretamente envolvidos nessa intervenção.

#### **4.5 Aplicação da Fase de Desmobilização**

Após a implantação do projeto de troca do rolamento de giro todo o material utilizado e todos os materiais de descarte produzidos durante a execução foram retirados e transportados para o local pré-determinado pelo procedimento.

Foram realizados testes iniciais na recuperadora e durante esses testes as funções básicas referentes ao rolamento de giro foram executadas e como não foi registrada nenhuma anomalia em seu funcionamento foi liberada pela manutenção para o retorno a operação normal.

Todo o registro fotográfico foi utilizado para a elaboração do relatório de execução da intervenção, onde foi evidenciado o cumprimento de todos os itens relacionados no procedimento técnico e registrados todos os desvios encontrados durante a sua execução.

A reunião de avaliação foi realizada após a elaboração desse relatório com a participação de representantes das áreas envolvidas, onde foram debatidos os problemas encontrados, as falhas registradas na execução dos serviços, todos os desvios registrados entre o planejado no cronograma e o executado na intervenção.

Foi realizado, juntamente com a reunião de avaliação, uma análise de desempenho financeiro do projeto onde foi definida como custo fixo a compra do rolamento de giro, os serviços de planagem de uma empresa especializada e a compra dos parafusos e chumbadores utilizados na fixação do rolamento de giro e, também, definido como custo variável todas as horas utilizadas dos profissionais durante as fases de planejamento e execução do escopo do projeto, bem como o material utilizado no decorrer da implantação. O custo fixo era totalmente de responsabilidade da CVRD, sendo que competiria à empresa contratada somente a

responsabilidade sobre os custos variáveis, valores os quais estavam documentados no órgão de suprimentos da empresa responsável pela contratação.

Foi constatado, durante essa análise de desempenho financeiro, que o custo variável total do menor orçamento, definido durante o processo de definição do tipo de mão-de-obra que seria utilizado no planejamento e na execução física da obra, terceirizado ou próprio da empresa, comparado ao custo variável gastos na execução referente às horas dos diversos empregados e especialistas empenhados em todas as etapas do projeto foi 65% abaixo do valor orçado pelas empresas terceirizadas, com isso foi constatado que quando somado o custo variável e custo fixo houve uma redução de 30% no custo global da implantação do projeto. Outro fato constatado durante a análise foi o fato de 13% dos custos variáveis utilizados no projeto foram referentes à aquisição de materiais que não são descartáveis, como cabos de aços especiais, chumbadores, manilhas, barras roscadas que eram disponibilizados nos estoques de materiais e ferramentas da companhia, e poderiam ser empregados na execução de outros serviços. Com o término do projeto esses equipamentos foram cadastrados e poderão ser utilizados pelos empregados caso haja a sua necessidade.

#### **4.6 Aplicação da Fase de Registro da Intervenção**

Todos os documentos referentes à execução física da obra: procedimento técnico detalhado, plano de *rigging*, desenhos, cronograma de execução e relatório de execução; foram reunidos em um único documento e disponibilizados no acervo técnico da companhia com o número PR-315M-46-00390, para facilitar consultas futuras.

Foi criada uma pasta com evidências de todos os passos do planejamento e execução da intervenção onde contém atas de reunião, especificação técnica, quadro de quantidades e preços (QQP) e uma cópia do documento disponibilizado no acervo técnico.

## 5. PROCEDIMENTO DE INTERVENÇÕES RELEVANTES – PADRONIZAÇÃO

Um dos produtos principais da Engenharia de manutenção é a perfeita elaboração de um planejamento e execução de um projeto em todas as etapas anteriormente descritas, sendo assim, o planejamento dessas intervenções relevantes é um dos produtos críticos desse seguimento de negócio, e sua perfeita elaboração é de responsabilidade da equipe de Engenharia.

A padronização é uma ferramenta gerencial amplamente utilizada com a principal finalidade de melhorar o desempenho de um processo. A sua origem é provinda da teoria da administração científica, de Frederick Winslow Taylor, que defendia que todo e qualquer trabalho necessitada, preliminarmente, de um estudo para que seja determinada uma metodologia própria, para que fosse atingido o máximo desempenho desse trabalho.

Essa ferramenta é utilizada na atualidade visando a ampliação do conhecimento de todo o processo, maximizar a produtividade, eliminar os desvios e garantir o sucesso final do processo. A norma internacional que rege essa filosofia é a International Organization for Standardization, mais precisamente a ISO 9001, que exige:

Quando uma organização optar por adquirir externamente algum processo que afete a conformidade do produto em relação aos requisitos, a organização deve assegurar o controle desses processos. O controle de tais processos deve ser identificado no sistema de gestão da qualidade. (ISO 9001-2000)

A norma portuguesa de padronização NP EN 45020, intitulada Normalização e Certificação, define como sendo normalização, ou padronização:

Actividade conducente à obtenção de soluções para problemas de caráter repetitivo, essencialmente no âmbito da ciência, da técnica e da economia, com o objectivo de atingir um dado grau de organização num dado domínio. (NR EN 45020)

Como já foi identificado que o planejamento de intervenções relevantes é um produto crítico para o negócio da Engenharia de Manutenção, se faz necessária a padronização de todas as etapas desse planejamento.

A principal função da padronização é garantir nível mínimo de qualidade na execução de uma determinada tarefa. Com o intuito de garantir os requisitos mínimos da elaboração do planejamento bem como a sua implantação durante o decorrer da intervenção no equipamento foram elaborados *check-list* que deveram ter todos os itens validados antes que se possa concluir uma etapa do planejamento e consequentemente seguir para outra.

Durante a fase de Engenharia, que é o inicio do processo de intervenção para implantação de uma melhoria, os principais produtos elaborados são: análise preliminar da viabilidade técnica e econômica do projeto, o plano de contenção (caso aplicável) e a especificação técnica (caso o planejamento e/ou execução seja terceirizada). Para esses itens foram elaborados o (Apêndice II) que contém um *check-list* para a análise da viabilidade do projeto, o (Apêndice III) que contém um *check-list* a elaboração da especificação técnica.

Os planos de contenção são extremamente variáveis dependendo da natureza do projeto a ser elaborado, e por esse motivo, podem acarretar um elevado número de soluções possíveis e aplicáveis, caberá aos especialistas da equipe de Engenharia de Manutenção definir as soluções adequadas para cada caso, registrando o memorial de cálculo embasado teoricamente nas literaturas técnicas referentes para validar as conclusões definidas pela equipe.

Para a fase de planejamento os principais produtos são: o procedimento técnico detalhado, o cronograma da intervenção e os planos de emergência e de segurança. Para essa fase foi criado o (Apêndice III) que define os parâmetros mínimos que o planejamento deverá conter para que a intervenção ocorra com menores índices de anomalias possíveis.

Para a fase de preparação da intervenção deveram ser analisados os itens descritos no (Apêndice IV) que define os níveis mínimos para que possa ser iniciada a intervenção. A reunião de preparação deverá seguir o padrão de ata descrito no (Anexo B) que contém o desenvolvimento mínimo da reunião e contem a disponibilidade de definição de ações para serem resolvidas antes do inicio da fase seguinte.

A execução física da obra tem como principal documento de controle o cronograma de implantação que deverá estar de acordo com o procedimento técnico detalhado que foi elaborado durante a fase de planejamento. O cronograma deverá estar disponibilizado no canteiro de obra e deverá ser analisado e atualizado periodicamente até o término da intervenção, dessa forma poderá ser medido o nível de avanço do projeto e a previsão de entrega do equipamento pela equipe de Manutenção.

As fases de desmobilização e registro da parada são as fases que ocorrem após o equipamento ser liberado, ter a sua operação assistida para garantir o sucesso da implantação da melhoria ou reforma de algum componente. O (Apêndice V) traz os pontos primordiais que deveram ser vistos, para que assim, a intervenção possa ser concluída com êxito. Dentre os pontos principais dessa fase está a realização da reunião de avaliação da intervenção, que a exemplo da reunião de preparação encontra-se descrita no (Anexo C) uma ata padrão com o intuito que assuntos críticos sejam debatidos no decorrer dessa reunião.

Os *check-lists* criados têm como objetivo definir os critérios mínimos de exigência que cada fase da intervenção exige, porém existe a possibilidade de modificação e adequação dessas ferramentas para cada empresa e ao grau de complexidade do projeto, tornando essa ferramenta mais rígida e detalhada e adequada a realidade do projeto.

A constante atualização e adequação dos padrões definidos estão de acordo com a filosofia pregada pela Melhoria Contínua que prega que tudo tem a possibilidade de

ser melhorado, incluindo os padrões criados para cada uma das fases do planejamento da intervenção.

## 6. CONCLUSÃO

A realidade que o mercado que vive hoje, onde competitividade é cada vez mais crescente e as empresas buscam cada vez mais melhorias dos seus processos e da forma que utilizam os seus ativos a manutenção desempenha um papel fundamental para a obtenção desses resultados.

As empresas de países de primeiro mundo investem milhões de dólares para elevar a sua manutenção à um nível considerado de classe mundial, tornando-se referência e manutenção para outras empresas, ou seja, situar o seu patamar no chamado primeiro quartil do mercado, onde se encontram as empresas com excelência garantida, melhores do mundo em seu ramo de atividade.

O produto da Engenharia de Manutenção é primordial para o sucesso desse investimento, pois é através desse órgão que os recursos disponibilizados são direcionados a fim de solucionar os problemas de gargalo no processo produtivo podendo não somente aumentar a confiabilidade de um processo e disponibilidade de um equipamento, como também aumentar a capacidade produtiva do mesmo (dentro dos limites impostos pelo fabricante em seu projeto inicial).

Com isso o planejamento das intervenções relevantes é extremamente importante para que o impacto gerado na interrupção do funcionamento de um equipamento considerado crítico no processo tenha seu impacto amortecido e contornado.

Um planejamento elaborado com maestria, extremamente detalhado além de reduzir a probabilidade de ocorrência de fatalidades, redução essa que influencia diretamente em pontos intangíveis ao negocio, pois eleva a moral da equipe e a visão da sociedade para com a empresa (uma empresa segura, um negocio seguro), pode possibilitar a realização de estudos para encontrar formas de redução do tempo total da intervenção e o aumento do tempo entre intervenções, além de abrir a possibilidade de ser analisada à realização de outros serviços, essenciais no equipamento e que não estão diretamente ligados ao projeto da intervenção e sendo assim não se encontram no procedimento técnico (como por exemplo, a pintura

anticorrisiva do equipamento realizado durante a intervenção para troca do rolamento de giro, ou manutenção preventiva realizada nos motores e freios de translação da recuperadora de carvão).

Para que seja elaborado um planejamento extremamente abrangente causando um menor impacto no processo produtivo e que durante a intervenção não venham a ocorrer incidências que possam comprometer a saúde dos funcionários e a integridade do equipamento e que o tempo previsto seja o mais otimizado possível, esse planejamento deverá seguir os passos descritos nesse projeto, seguindo todos os requisitos e pontos de atenção de cada fase, podendo o nível de exigência em relação ao detalhamento ser adequado a realidade que a empresa se encontra e o grau de complexidade do projeto.

O planejamento da troca do rolamento de giro da recuperadora de carvão seguiu todas essa etapas descritas e não somente reduziu os custos variáveis do projeto em 65% do que seria caso o serviço fosse realizado por engenharia contratada externamente, como também acarretou na redução total de cinco dias to tempo total da intervenção (devido a não realização de alguns serviços descritos no procedimento) e pela não ocorrência de nenhum evento indesejado garantindo assim a segurança dos empregados e integridade estrutural do ativo.

Com uma Engenharia madura em que essa visão de planejamento prévio das atividades como forma de gerenciamento de um projeto, em concordância com sólidas bases do planejamento estratégico da empresa, é possível equiparar o nível da manutenção das empresas brasileiras a exemplo das grandes plantas industriais do primeiro mundo, cainhando assim, rumo à manutenção de classe mundial descrita por Xavier.

## 7. REFERÊNCIAS

BARDELLA, **Manual de Operação e Manutenção - Vol 1.** nº 31-9177-31-4003-00/0. Espírito Santo, 2002. Páginas 9 a 31.

CHAMBERLAIN, Zacarias. **Ações do vento em Edificações – Norma NBR 6123.** Disponível em <<http://upf.br>> acesso em 14 de junho 2007.

COMAT (CVRD), Coordenação de Implantação do Sistema de Gestão da Manutenção SGM. **PRO0004DEEB – Requisitos Mínimos para a Elaboração do Planejamento Estratégico da Manutenção.** Espírito Santo, 2007.

CVRD: Companhia Vale do Rio Doce. **Identificação da demanda, pesquisa de item, emissão e aprovação de requisição de materiais e serviços.** Rev. 3. Espírito Santo, 2007.

GIOSA, Lívio A. **Terceirização – Uma abordagem estratégica.** 5 ed. São Paulo, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 9001:2000. **Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos.** 2000.

KARDEC, Alan & XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção – Função Estratégica.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2001.

MARTINS, Sérgio Ponto. **A Terceirização e o direito do Trabalho.** 6º ed. São Paulo, 2003.

MELCHOR, Paulo. **Cartilha SEBRAE: Terceirização de Serviços.** 1º ed. São Paulo, 2004.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora NR04 - Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho.** 2007.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora NR06 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI.** 2007.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora NR07 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional.** 2007.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora NR18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.** 2007.

NBR ISO 9000:2000 - **Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário**

NBR ISO 9001:2000 – **Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**

NYMAN, Don & LEVITT, Joel. **Maintenance Planning, Scheduling, Coordination.** New York, 2001.

NÓIA, Pedro. **Metodologia da Pesquisa Científica.** Espírito Santo, 2006.

NORMA PORTUGUESA: NP EN 45020. **Normalização e Certificação: Vocabulário fundamental.** 1995.

SABOYA, Guilherme. **Introdução à Gestão de Contratos.** Espírito Santo, 2005.

SILVA, Devanir & LOUREIRO, Bruno Pedra. **Manual Técnico de Inspeção de Infra e Superestrutura: Recuperadoras.** Espírito Santo, 2006.

SILVA, Devanir. **Relatório de Inspeção Estrutural da Recuperadora RC07.** Espírito Santo, 2005.

SILVA, Devanir. **Procedimento Técnico: Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.** Nº: PR-315M-46-00390. Espírito Santo, 2007.

WIKIPÉDIA. **Taylorismo.** Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Taylorismo>> acesso em 16 de outubro de 2007.

XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção Classe Mundial.** Disponível em <[http://www.icapdelrei.com.br/arquivos/Artigos/manutencao\\_classe\\_mundial.pdf](http://www.icapdelrei.com.br/arquivos/Artigos/manutencao_classe_mundial.pdf)> acesso 18 de outubro de 2007.

## 8. APÊNDICES

### Apêndice I: *Check-list* da Análise de Viabilidade do Projeto.

ITEM	DESCRÍÇÃO	SITUAÇÃO			COMENTÁRIOS
		SIM	NÃO	NA	
1.1	Foi analisado o impacto do projeto analisando o mapa de criticidade.				
1.2	Foi realizada a inspeção minuciosa.				
1.3	Foram analisados os riscos para a segurança, integridade estrutural, ou perda de confiabilidade do equipamento caso não seja executado o projeto.				
1.4	Foi Elaborado o Plano de Contenção.				
1.5	Foi realizado ao levantamento da documentação técnica registrada para esse equipamento.				
1.6	O projeto está totalmente dentro das limitações impostas pelo fabricante.				
1.7	Foram analisadas as intervenções anteriores realizadas no equipamento.				
1.8	Foram disponibilizados os desenhos técnicos dos conjuntos envolvidos no projeto				
1.9	Foi analisada a possibilidade de impacto ou limitação de função de outro conjunto do equipamento durante a execução do projeto.				
1.10	Foi realizada a projeção de ganho com a implementação do projeto.				
1.11	O custo do projeto é viável.				

**Apêndice II: Check-list da Documentação Técnica.**

ITEM	DESCRÍÇÃO	SITUAÇÃO			COMENTÁRIOS
		SIM	NÃO	NA	
2.1	Foi utilizada a documentação técnica e o histórico do equipamento na elaboração da especificação técnica.				
2.2	A especificação técnica descreve o objetivo do projeto.				
2.3	Todo o escopo dos serviços está descritos de maneira clara e sucinta na especificação.				
2.4	Foram especificados os materiais que deveram ser utilizados na fabricação de componentes.				
2.5	Foi especificada a pintura especial desses componentes de acordo com alguma norma de pintura (ex.: pintura anticorrosiva)				
2.6	Foi identificado na especificação o local onde será realizado o projeto, bem como o espaço para a instalação do canteiro de obras.				
2.7	Foi definido o turno de trabalho.				
2.8	Foi definida a equipe mínima que deverá ser disponibilizada nesses turnos.				
2.9	Foi definido o prazo para a implantação do projeto				
2.10	Foi definida a obrigação da empresa contratada.				
2.11	Foi definida a obrigação da empresa contratante.				
2.12	Existe item no contrato para o fornecimento do planejamento técnico detalhado de todos os passos da execução do projeto.				
2.13	A empresa contratada fica obrigada pelo contrato a fornecer desenhos técnicos atualizados caso seja realizado alguma alteração do projeto inicial do equipamento.				

**Apêndice II: Check-list da Documentação Técnica (continuação).**

ITEM	DESCRÍÇÃO	SITUAÇÃO			COMENTÁRIOS
		SIM	NÃO	NA	
2.14	A obrigatoriedade da elaboração do cronograma detalhado do projeto está descrito na especificação.				
2.15	Foram definidos na especificação os critérios de medição e pagamento.				
2.16	Foi definida multa contratual para caso de atraso na entrega do equipamento, atrasos na entrega de documentação, ocorrência de acidentes por negligência da contratada, não utilização de equipamentos de proteção individuais e coletivas.				
2.17	Foi solicitada comprovação de capacidade técnica de todos os profissionais envolvidos no projeto.				
2.18	Foi definida a forma de armazenamento e descarte de todo a sucata gerada durante a intervenção.				
2.19	Está definida na especificação a obrigatoriedade de apresentação da evolução diária da intervenção.				
2.20	Foi definido o tempo mínimo de garantia operacional.				
2.21	Foi elaborado o Quadro de Quantidades e Preços para cotação das empresas convidadas.				
2.22	A QQP contém espaço para cotação todos os serviços, mão-de-obra, equipamentos e materiais descritos na especificação técnica.				
2.23	O realizado a análise de impacto ambiental do projeto.				
2.24	Foi realizada a análise dos riscos a segurança do trabalhador durante a execução do projeto.				

**Apêndice III: Check-list do Planejamento.**

ITEM	DESCRÍÇÃO	SITUAÇÃO			COMENTÁRIOS
		SIM	NÃO	NA	
3.1	Foi elaborado o procedimento técnico detalhado.				
3.2	Todos os serviços descritos na especificação foram totalmente detalhados.				
3.3	Foi definido o material total que será realizado no projeto.				
3.4	Foi definida a mão-de-obra que será empenhada na realização de cada passo do procedimento.				
3.5	Foi definido o treinamento necessário para e realização segura e perfeita de cada um dos passos do procedimento.				
3.6	Estão descritos os equipamentos de proteção individual e coletiva que deveram ser utilizados na execução de cada passo.				
3.7	Foram elaborados os planos de emergência, rotas de fuga e procedimentos de contenção.				
3.8	Foram identificados serviços e equipamentos críticos para a execução do procedimento				
3.9	Foram elaborados check-lists para a verificação da disponibilidade de todos os itens e equipamentos necessários.				
3.10	Foram elaborados check-lists de segurança: avaliação de EPIs, condições climáticas, condições físicas dos empregados.				
3.11	Foi elaborado o cronograma de execução.				
3.12	O Cronograma abrange todos os passos descritos no Procedimento técnico.				
3.13	Foram previstos desvios na execução dos serviços do procedimento				
3.14	A equipe de operação foi formalmente informada da possibilidade de ocorrência desses desvios.				
3.15	Os prazos para a disposição dos itens críticos são considerados no cronograma				

**Apêndice IV: Check-list da Preparação.**

ITEM	DESCRÍÇÃO	SITUAÇÃO			COMENTÁRIOS
		SIM	NÃO	NA	
4.1	Todos os empregados estão com os exames médicos em dia.				
4.2	Todos os empregados estão treinados conforme as exigências descritas no procedimento técnico.				
4.3	Foi realizada a reunião de Preparação.				
4.4	Foi utilizada a ata padrão para a realização da reunião.				
4.5	Todos os procedimentos de segurança foram debatidos				
4.6	Todos os passos do procedimento técnico foram abordados				
4.7	A área do canteiro de obras está demarcada e isolada.				
4.8	O canteiro de obras tem os requisitos mínimos para a sua utilização				
4.9	Todos os materiais e equipamentos estão disponibilizados no canteiro de obras.				
4.10	Os supervisores de cada turno de trabalho têm uma cópia do procedimento técnico.				
4.11	O cronograma de execução está disponibilizado no canteiro de obras				
4.12	Os equipamentos críticos estão disponibilizados.				
4.13	Foi realizado o check-list dos materiais e equipamentos.				
4.14	Os empregados têm conhecimento dos serviços que iram desempenhar naquele turno de acordo com o cronograma.				
4.15	Todos os empregados possuem EPIs				
4.16	Todos os itens de segurança (extintores, etc) estão à disposição dos empregados.				
4.17	Foi delimitada a área de armazenamento de sucata gerada.				
4.18	Foi realizada a Análise Preliminar de Risco de acidente.				
4.19	Todos os empregados estão cientes dos procedimentos de segurança e emergência.				

**Apêndice V: Check-list da Desmobilização e Registro.**

ITEM	DESCRÍÇÃO	SITUAÇÃO			COMENTÁRIOS
		SIM	NÃO	NA	
5.1	Todos os resíduos gerados na intervenção foram descartados				
5.2	O canteiro de obras foi desmontado				
5.3	Toda a documentação técnica do equipamento foi atualizada.				
5.4	Foi realizada a reunião de Avaliação.				
5.5	A reunião seguiu a ata padrão.				
5.6	Foi apresentado o Relatório da intervenção.				
5.7	Todos os pontos discordantes entre o planejamento e a execução foram debatidos.				
5.8	Foram encontradas as causas-base de cada um dos desvios.				
5.9	Todas as pendências do projeto foram resolvidas				
5.10	O projeto está totalmente implementado.				
5.11	Foi avaliado o custo real do projeto.				
5.12	Foi realizada a comparação dos custos projetados com esses custos reais.				
5.13	O procedimento técnico foi revisado segundo as observações debatidas.				
5.14	Toda a documentação gerada (atas, procedimentos, cronogramas, especificação, etc) encontram-se disponibilizados para consulta futura				

## 9. ANEXOS

### ANEXO A: Plano de *Rigging*.

#### **FORÇA DE ARRASTO DEVIDO AO VENTO**

O vento é produzido por diferenças de temperatura de massas de ar na atmosfera, o caso mais fácil de identificar é quando uma frente fria chega na área e choca-se com o ar quente produzindo vento, esse tipo de fenômeno pode ser observado antes do início de uma chuva.

O vento não é um problema em construções baixas e pesadas com paredes grossas, porém em estruturas esbeltas passa a ser uma das ações mais importantes a determinar no projeto de estruturas. As considerações para determinação das forças devidas ao vento no presente trabalho são regidas e calculadas de acordo com a NBR 6123/1988 “**Forças devidas ao vento em edificações**”.

#### **Cálculo da Força dos Ventos (Fv) lado do contapeso:**

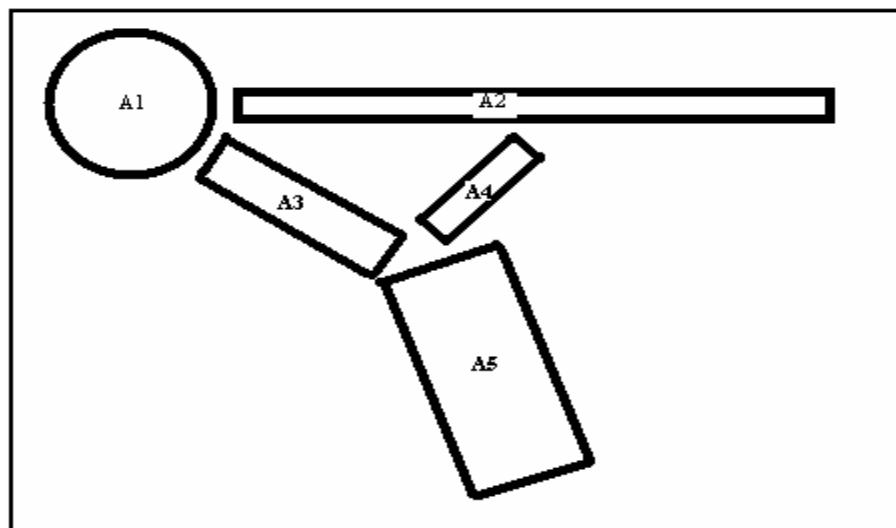


Figura A.1 - Lado do contrapeso RC07 - Áreas vélicas parciais

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

### Determinação da área

$$A_1 = \pi \times 1,916^2 = 11,53m^2$$

$$A_2 = 12 \times 0,3 = 3,60m^2$$

$$A_3 = 4,8 \times 1,0 = 4,80m^2$$

$$A_4 = 4,0 \times 0,2 = 0,80m^2$$

$$A_5 = 12 \times 2,0 = 24,0m^2$$

$$A_L = \sum_1^5 A_i = 44,73m^2$$

**A força de estáticas na direção do vento é expressa por:**

$$Fv = Ca \times q \times Al$$

Onde:

$Fv$ : força dos ventos sobre a maquina [N]

$Ca$ : Coeficiente de arrasto do vento

$q$ : Pressão dinâmica para o vento [N/m<sup>2</sup>]

$Al$ : Área lateral [m<sup>2</sup>]

### Determinação da pressão dinâmica

$Ca = 1,4$  (NBR 6113:  $0,7 \leq Ca \leq 2,2$  considerar as faces do equipamento permeáveis)

$$q = 0,613 \times V^2 [N/m^2]$$

Onde:

$V_k$ : velocidade característica

$$V_k = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

Onde:

$V_0$ : velocidade básica

$S_1$ : fator topográfico

$S_2$ : fator de rugosidade e dimensões da edificação

$S_3$ : fator estatístico

Determinar os coeficientes de pressão do vento para equipamento considerar vento frontal e lateral.

### Pressão Dinâmica do vento

$$V_0 = 95 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$S_1 = 1,0$  (NBR 6113: considerando terreno onde o equipamento se encontra é plano ou quase plano)

$S_2 = 1,0134$  (NBR 6113: considerando terreno com poucos obstáculos-Categoria III –tabela 3.2, classe B)

$S_3 = 1,0$  (NBR 6113: fator estatístico considerando edifício com baixo fator de ocupação grupo 3 – Tabela 3)

$$V_k = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3 = 25 \frac{m}{s} \times 1,0 \times 1,0134 \times 1,0 = 25,335 \frac{m}{s}$$

$$q = 0,613 \times V^2 k = 0,613 \times (25,335)^2 = 393,46 \frac{N}{m^2}$$

$$Fv = Ca \times q \times Al = 1,4 \times 393,46 \frac{N}{m^2} \times 44,73 m^2 = 24639,2 N$$

Solução:

$$F_v = \frac{F_v}{\cos 45^\circ} = \frac{24639,2}{\cos 45^\circ} = 33945,16N = 3394,51kg$$

$F_v = 3394,51$  ( Considerar catálogo C-38, Cabos de aço- CIMAF):

**Para estaiamento do contrapeso escolher cabo de aço de  $\frac{3}{4}$ "**

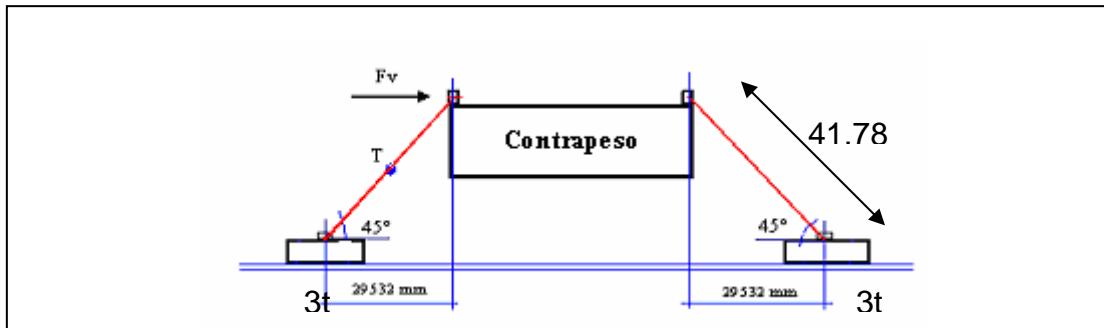


Figura A.2 - Estaiamento do contrapeso da RC07.

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

**ATENÇÃO: OS CABOS DE ESTAIAMENTO DEVEM SER INSTALADOS NO CONTRAPESO DA RC07, PORÉM DEVEM PERMANECER SEM INSTALAR NOS PESOS. EM CASO DE VENTOS FORTES, SÓ INSTALAR OS CABOS NOS PESOS APÓS ESTAIAR A LANÇA!!!**

### Cálculo da Força dos Ventos (Fv) lado da Lança:

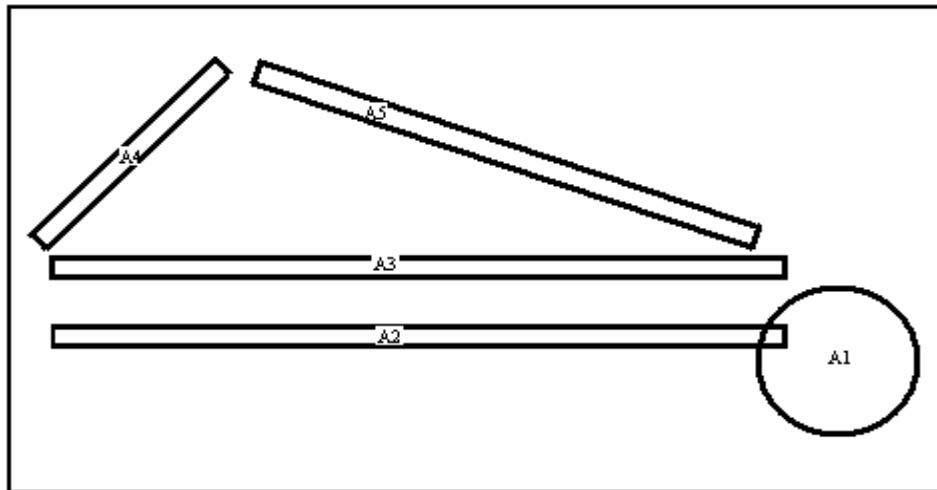


Figura A.3 - Lado da lança RC07- Áreas vélicas parciais

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

### Determinação da área

$$A_1 = \pi \times 4,0^2 = 50,26m^2$$

$$A_2 = 0,15 \times 45,0 = 6,75m^2$$

$$A_3 = 0,15 \times 42,115 = 6,37m^2$$

$$A_4 = 3 \times 0,3 = 0,90m^2$$

$$A_5 = 40 \times 0,2 = 8,0m^2$$

$$A_L = \sum_1^5 A_i = 51,16m^2$$

## A força estática na direção do vento

$$F_v = Ca \times q \times Al = 1,4 \times 393,46 \frac{N}{m^2} \times 51,16 m^2 = 28181,18 N$$

Solução:

$$F_v = \frac{F_v}{\cos 30^\circ} = \frac{28181,18}{\cos 30^\circ} = 32540,82 N = 3254,10 kg$$

$F_v = 3254,10$  ( Considerar catálogo C-38, Cabos de aço- CIMAF):

**Para estaiamento da lança escolher cado de aço de  $\frac{3}{4}$ "**

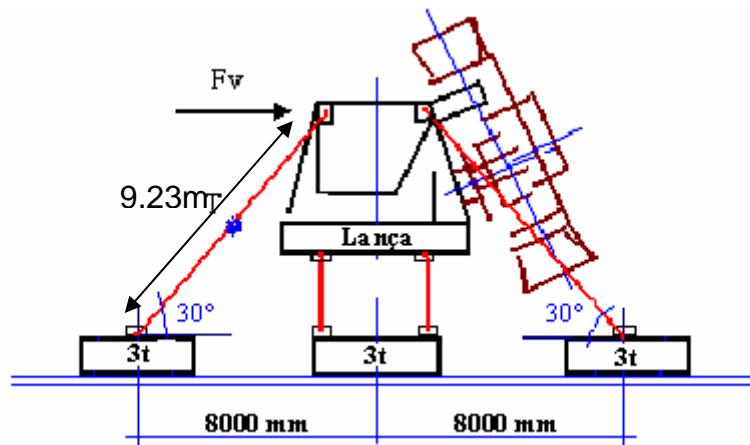


Figura A.4 - Estaiamento da lança da RC07

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

## DIMENSIONAMENTO DOS CALÇOS DE MACAQUEAMENTO (SUPORTES) DA RECUPERADORA RC07

O peso total da parte giratória da RC07 é de 700tonF. Para o macaqueamento da recuperadora RC07, serão dimensionados e fabricados suportes a base de tubo de aço – schedule 80, tendo em conta que as alturas das bases de macaqueamento são de pequeno diâmetro, considera-se como principal tipo de carregamento o esforço de COMPRESSÃO, para o dimensionamento dos calços de macaqueamento.

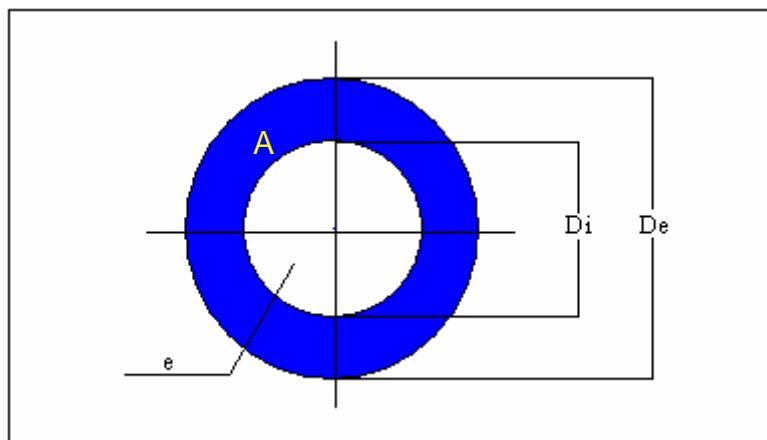


Figura A.5 - Relações dimensionais de resistência para o tubo

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

### Dimensionamento da espessura da parede do tubo:

$$e = \frac{D_e - D_i}{2}$$

$$T = FS \times \sigma_{adm}$$

Onde:

T- Tensão limite de escoamento do material

$\sigma_{adm}$  - Tensão máxima admissível

FS- fator de segurança

$$T = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2)$$

Onde:

De- Diâmetro externo[mm];

Di- Diâmetro interno[mm];

F- Força de compressão[N];

A- Área metálica da seção transversal do tubo[mm<sup>2</sup>].

$$\frac{F}{A} = FS \times \sigma_{adm}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2)$$

$$D_i = \sqrt{D_e^2 - \frac{4 \times F}{\pi \times FS \times \sigma_{adm}}}$$

De=330mm

$\sigma_{adm} = 137,93 \text{ Mpa}$

FS = 1,0

$$D_i = \sqrt{330^2 - \frac{4 \times 7000000}{\pi \times 1,0 \times 137,93}} = 210,43 \text{ mm}$$

$$e_{cal} = \frac{D_e - D_i}{2} = \frac{330 - 210}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$FS = \frac{e_{real}}{e_{cal}} = \frac{35}{30} = 1,17 \text{ mm}$$

Onde:

$e_{cal}$  - espessura dos tubos determinada

$e_{real}$  - espessura real dos tubos

Para macaqueamento da recuperadora RC07, escolher tubo de aço com as seguintes características:

Shedule 80- ASTMA-106GrB:

Diametro esterno De = 330 mm

Espessura e = 30 mm.

FS = 1,17

As espessura do tubo usado para o macaqueamento da RC07 (35 mm), permite um coeficiente de segurança Fs = 1,17.

## BALANCEAMENTO DA RC07

Uma máquina bem balanceada tem assegurado vibrações mínimas das peças móveis, o que implica níveis mais baixos de esforços dinâmicos, tendo como resultado geral, além do desempenho superior, as máquinas balanceadas exigem menor número de paradas para manutenção.

O desbalanceamento das máquinas rotativas é resultado de uma distribuição não simétrica de massa (peso) em torno do seu eixo de rotação, sendo fontes mais comuns fundição ou configuração assimétricas, inclusões ou vazios em peças laminadas, forjadas ou fundidas, furações ou usinagens excêntricas distorções permanentes ou incrustações durante o trabalho da máquina.

Cada uma delas, em seu próprio plano de localização, pode ser representada por uma massa adicional localizada a uma certa distância do eixo de rotação, ou seja, pode definir regiões de concentração de massas.

O balanceamento é uma técnica que, através de adição ou retirada de massas, elimina os efeitos destes pontos de concentração.

No caso de máquinas móveis de pátio, que trabalham com uma pequena e necessária diferença de massa entre o contrapeso e a lança, que permitem seu movimento de inclinação quando são acionadas, o Centro de Massa deverá obrigatoriamente estar na região localizada entre o apoio girante, seja este rolamento ou trucks de giro. Caso o Centro de Massa esteja fora deste círculo, a máquina estará desbalanceada, com sérios riscos à sua integridade.

No presente trabalho irá se efetuar um teste com o objetivo de testar o balanceamento da recuperadora RC07, sendo esta etapa de suma importância no desenrolar da troca em segurança do rolamento de giro da recuperadora em causa, propõe-se uma metodologia para efetuar o balanceamento, baseada em dados fornecidos pelo fabricante da máquina.

### **Metodologia para teste de Balanceamento da Recuperadora RC07**

Para este ensaio serão considerados os dados de força e distâncias fornecidas no Desenho Bardella 31-9177-31-1014-01. O método empregado será através da Somatória de Momentos, a partir do Contrapeso da RC07, que será considerado como Origem, conforme demonstrado no croqui anexo.

Neste caso, será importante apenas a localização do Centro de Massa na direção "X", já que na direção "Y" existem poucas possibilidades de mudança após a consolidação do projeto e a montagem da máquina. Já na direção "Z" será considerada a simetria da máquina, ou seja, que o Centro de Massa nesta direção está seguindo a linha de simetria.

As coordenadas mostradas no desenho partem do pino de articulação da lança, porém, para facilitar aos cálculos, a Figura A.6 já representa a origem no centro do contrapeso.

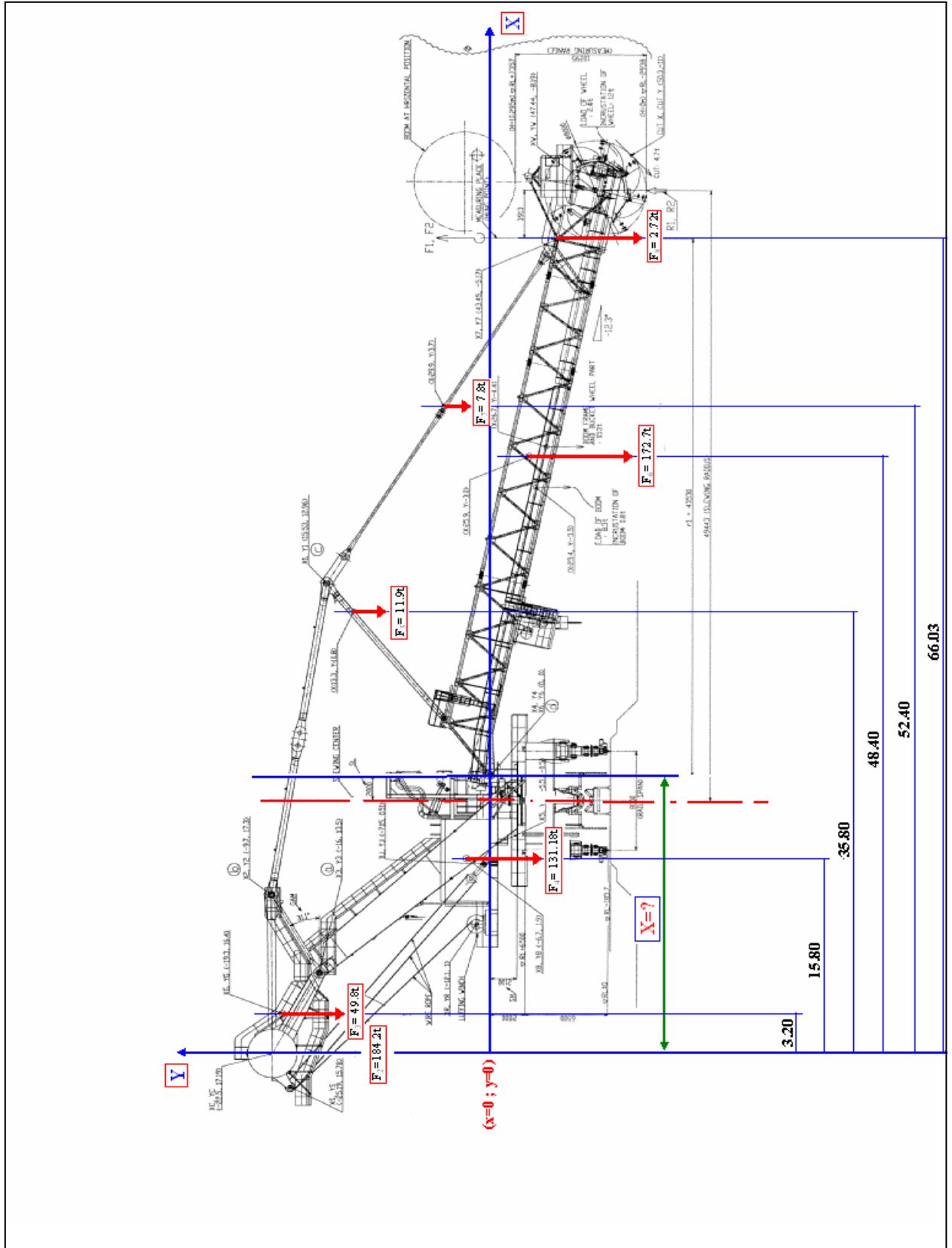


Figura A.6- Localização das massas e coordenadas ao pino de centro de giro da RC07  
Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

1- De acordo com os dados fornecidos pelo fabricante (conjunto e manuais/enchimento do contrapeso- N.BSA: 31-9177-31-1014-01), efetuar a localização do centro de massas das diferentes partes que constituem o equipamento, e identificar a suas respetivas massas (Ver Figura A.6).

2- Determinação do centro de massa do equipamento com base na fórmula seguinte:

$$\sum M = 0; \quad \sum F \times X = \sum F_i \times d_i$$

$$X = \frac{\sum F_i \times d_i}{\sum F}$$

Onde:

$X$  - Posição do centro de massa do equipamento em relação ao eixo “x”

$d_i$  - Distancia das diferentes massas que constituem o equipamento em relação ao eixo “x”

$F$  - Massas

#### **Determinação da localização teórica do centro de massa da máquina:**

A determinação teórica do centro de massa da RC07 será feita tendo como base, dados fornecidos pelo fabricante do equipamento, com a lança a  $-12,3^\circ$ ; neste momento não será considerada a força F1 do desenho ou da Figura A.6.

$$X_1 = \frac{184,2 \times (0) + 49,8 \times (3,2) + 131,18 \times (15,80) + 11,90 \times (35,81) + 172,7 \times (48,40) + 7,8 \times (54,40)}{184,20 + 49,80 + 131,18 + 11,90 + 172,70 + 7,80}$$

$$X_1 = \frac{11441,143}{557,58} = 20,50m; \text{ este resultado mostra um perfeito equilíbrio entre a lança e o contrapeso.}$$

**Determinação da localização teórica do centro de massa da máquina considerando lança baixa, ou seja a -12,3 ° e a presença da força F1.**

$$X = \frac{184,2 \times (0) + 49,8 \times (3,2) + 131,18 \times (15,80) + 11,9 \times (35,81) + 172,7 \times (48,40) + 7,8 \times (54,40) + 2,72 \times (66,03)}{184,20 + 49,80 + 131,18 + 11,9 + 172,7 + 7,8 + 2,72}$$

$$X = \frac{11605,026}{560,30} = 20,712m$$

$$\Delta X = 20,712 - 20,50 = 0,212m = 212mm$$

Obs: O centro de massa das recuperadora RC07, se encontra a uma distancia igual a 212 mm do centro de giro da máquina, no sentido da lança em relação ao eixo "x".

**O que determina que teoricamente a RC07 se encontra BALANCEADA, dentro dos limites do raio de apoio do giro.**

**A partir do passo 3, será executado o balanceamento real da RC07. Todas estas operações ocorreram no sábado dia 23/06/2007.**

3- Posicionar a recuperadora no pouso, próxima aos batentes fim de curso, com a lança a noventa graus sobre o Pátio "D"

4- Descer a lança doze (-12.3°), para efeitos de balanceamento, esta posição, irá ser representada como inicial, ou seja nesta posição considera-se qua a tem uma altura nula em reação ao solo (H=0)- Ver Figura 6. Na prática, por restrições de altura do pátio, a inclinação obtida foi de (-10.0°).

6- Posicionar o guindaste de 90t, dinamômetros, cabos de aço, strops, manilhas, no pátio de próximo da roda de caçamba da lança da recuperadora. Na prática, foi utilizado um guindaste de 120ton.

7- Instalar os dois cabos de aço (strops) nos respectivos olhais localizados na parte superior da lança, a 3913 mm da roda de caçamba, pontos: F1, F2 - ver Figura 6. Na prática, foram utilizados dois cabos de 4650mm x 1" em cada olhal, duplicando a

capacidade de carga. Estes cabos descreveram ângulo aproximado de 30°. Neste ponto, foram conectados ao dinamômetro digital de 60ton, e este ao guindaste utilizando dois cabos 4650mm x 1" dobrados, quadruplicando sua capacidade de carga. As manilhas instaladas nos olhais da RC07 foram de 1 ½" .

Capacidade de dois cabos 1" a 30° = 13,4tonF

Capacidade unitária de cabo 1" na vertical = 7,58tonF

Capacidade unitária da manilha 1 ½" = 10,7tonF

8- Instalar o dinamômetro ligando a lança ao guindaste através de cabos de aço.

9- Com ajuda do guindaste de 90t, iniciar a elevação da lança repetindo o seguinte procedimento:

### **Subida da Lança**

Por meio de um guindaste de 90t, elevar a lança, o suficiente para iniciar o movimento de suspensão da lança. Registrar o valor de força indicado pelo dinamômetro. Este ponto deve ser considerado como ponto inicial de referência- H=0m. Na prática, como a lança foi posicionada a (-10.0°), deverá ser feita correção para adequar os valores medidos à curva teórica.

Por meio de guindaste de 90t, elevar a lança até atingir uma altura H1=1m, registrar o valor da força indicado pelo dinamômetro.

Tomando como referência a altura anterior H1, subir a lança mais 1m, obtendo assim uma altura total H2=2m, em relação ao piso do pátio, registrar o valor da força indicado pelo dinamômetro (Figura 8). Este procedimento deverá ser repetido até que a altura total seja igual H5=10m.

NOTA: H=10m corresponde à altura em que a lança se encontra na posição horizontal, descrevendo angulo de zero graus.

### **Descida da lança:**

Considerar a posição vertical da lança  $H=10m$ , como referência inicial, ou seja,  $Hd=10m$ .

Por ação da gravidade, descer a lança até atingir uma altura  $Hd1=1m$ , registrar o valor da força indicado pelo dinamômetro.

Tomando como referência a altura anterior  $Hd1$ , descer a lança mais 1m, obtendo assim uma altura total  $Hd2=2m$ , neste caso em relação a posição vertical, registrar o valor da força indicado pelo dinamômetro. Este procedimento deverá ser repetido até que a altura total seja igual  $Hd5=0m$ .

10- Os valores de alturas e respectivas forças, tanto na subida da lança ( $H$ ), como nas descida de lança ( $Hd$ ), deverão ser comparados aos valores tabelados, apresentados pela curva de carga de elevação, apresentada na figura em seguida (Figura A.7).

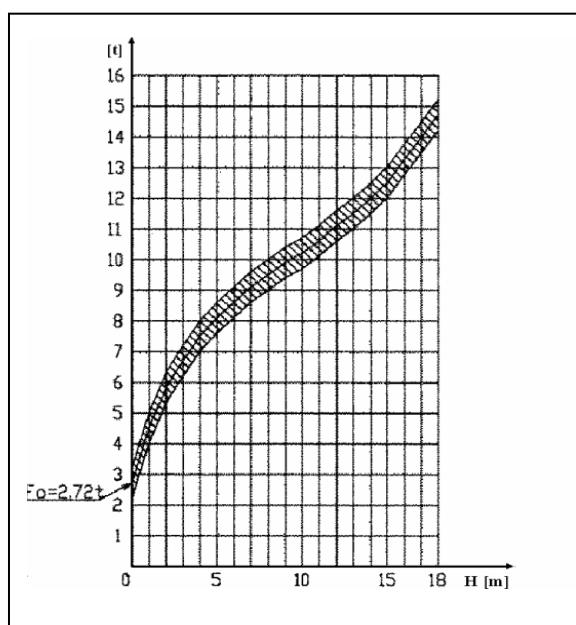


Figura A.7 - Curva Teórica de forças em relação à altura

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

**Caso a diferença entre as forças registradas pelo dinamômetro seja superior a 0,5t, recomenda-se fazer uma manutenção preventiva dos pinos de articulação da lança.**

Verificação da condição de balanceamento da recuperadora RC07				
Subida da lança		Descida da lança		Valores diferenciais entre as foras de subida e descida da lança ( $F_1 - F_2 \leq 0,5t$ )
Altura de sustentação H[m]	Força real de subida $F_1[t]$	Altura de descida $H_d[m]$	Força real de descida $F_2[t]$	
0,32	2,47	0,32	0	2,47
1,32	3.500	1,32	0	3.500
2,31	4,44	2,31	0	4,44
3,32	6,05	3,32	0	6,05
4,32	6,8	4,32	0,08	6,72
5,32	7,94	5,32	3,31	4,63
6,32	8,8	6,32	4,46	4,34
7,32	9,28	7,32	5,7	3,58
8,32	10,01	8,32	6.50	3,5
9,32	10,92	9,32	10.92	0

**Quadro A.1 - Registro de forças de sustentação**

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

Os valores “ZERO” de força real de descida foi em função da existência de travamentos nos pinos de articulação “a”, “b”, “c” e “d” do desenho, detectadas no momento da medição. Este travamento não impede a substituição do rolamento, porém é um grave problema que necessita de correção. Para minimizar este efeito, foi adicionado um peso de 1,5tonF na ponta da lança, como será visto adiante.

**Determinação da localização real do centro de massa da máquina:**

A determinação real do centro de massa da recuperadora será feita tendo como base, dados obtidos através de testes de balanceamento, tomando como referência os gráficos e desenhos fornecidos pelo fabricante do equipamento (Ver Figuras A.7 e A.8).

**Determinação da localização real do centro de massa da máquina considerando lança a baixa ou seja a -12,3 ° (F1=2,47tonF)**

$$X_1 = \frac{184,2 \times (0) + 49,8 \times (3,2) + 131,18 \times (15,80) + 11,90 \times (35,81) + 172,7 \times (48,40) + 7,8 \times (54,40) + 2,47 \times (66,03)}{184,20 + 49,80 + 131,18 + 11,90 + 172,70 + 7,80 + 2,47}$$

$$X_1 = \frac{11441,143 + 2,47 \times (66,03)}{557,58 + 2,47} = 20,72m$$

$$\Delta X = 20,72 - 20,50 = 0,22m = 220mm .$$

Este resultado mostra que a RC07 se encontra com Centro de Massa dentro das tolerâncias requeridas. Os resultados obtidos no balanceamento real foram então plotados sobre a curva teórica, como será demonstrado a seguir, em pontos de cor vermelha.

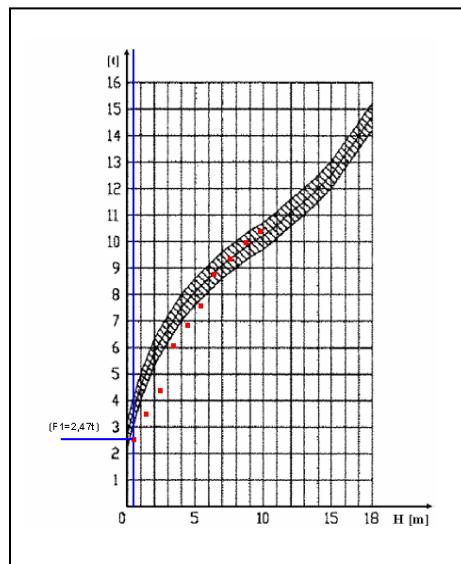


Figura A.8 - Curva real de forças durante a subida (em vermelho)

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

Comparando os dados reais com a curva teórica (Figura A.8), verificou-se que o valor da força  $F_1=2,47t$  determinado no teste de balanceamento do equipamento, se encontra pouco abaixo da curva, ou seja quando a lança de máquina opera um inclinação de  $-12,3^\circ$ , a lança da RC07 está “leve”.

**Determinação da localização real do centro de massa da máquina considerando lança a baixa, ou seja, a  $-12,3^\circ$  ( $F_1=3,97t$ )**

Como medida de correção, adicionou-se massa igual a 1,5 toneladas na parte frontal da lança, esta medida permitiu aumentar a força  $F_1= 2,47\text{tonF} + 1,5\text{tonF} = 3,97\text{t}$ , valor que se encontra dentro dos limites aceitáveis de balanceamento da máquina (figura A.8).

$$X = \frac{184,2 \times (0) + 49,8 \times (3,2) + 131,18 \times (15,80) + 11,9 \times (35,81) + 172,7 \times (48,40) + 7,8 \times (54,40) + 3,97 \times (66,03)}{184,20 + 49,80 + 131,18 + 11,9 + 172,7 + 7,8 + 3,97}$$

$$X = \frac{11605,026 + 3,94}{557,58 + 3,47} = 21,12m$$

$$\Delta X = 21.12 - 20,50 = 0,62m = 620mm$$

Realizando os cálculos para a posição horizontal da lança, já adicionando peso de 1,5tonF, totalizando uma carga de 12,42tonF, foi obtido o Centro de Massa a X = 1001mm, também dentro dos limites do centro de giro.

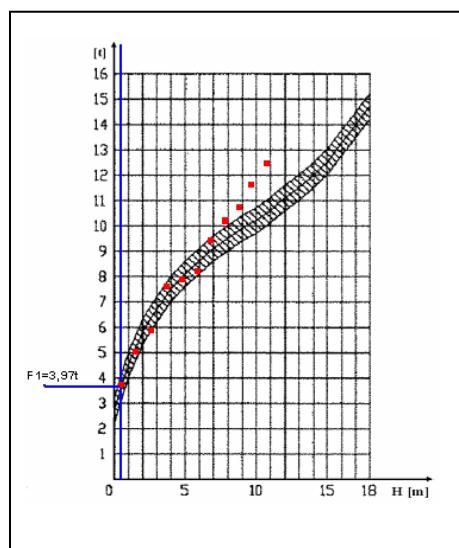


Figura A.9 - Curva projetada de forças após a adição de 1,5tonF(em vermelho)

Fonte: Procedimento Técnico Detalhado da Substituição do Rolamento de Giro da Recuperadora de Carvão.

Apesar de não ter sido novamente realizado os testes de balanceamento, verifica-se na curva projetada que a RC07 passa agora a manter-se mais dentro das faixas de balanceamento nas posições mais baixas, saindo ligeiramente nas posições mais altas. Foram realizados testes de inclinação da lança até oito graus positivos e foram obtidos resultados práticos satisfatórios.

## PLANO DE EMERGÊNCIA

Em caso de ocorrência de ventos acima de 30km/h durante as operações de macaqueamento de subida ou de descida da mesa de Giro, os seguintes passos devem ser adotados em relação ao estaiamento de segurança:

**PASSO 1 – DESLIGAMENTO DAS BOMBAS:** Após certificar que não existe qualquer correção de nivelamento, proceder ao desligamento das quatro Bombas Hidráulicas, por pessoa capacitada e delegada.

**PASSO 2 – INSTALAÇÃO DE CALÇOS DE SEGURANÇA E BARRAS DE TRAÇÃO:** Instale imediatamente quatro calços de segurança sob a mesa de giro, sem qualquer folga; solde imediatamente as quatro Barras de Tração.

**PASSO 3 - TENSIONAR OS CABOS DE ESTAIAMENTO VERTICais DA LANÇA:** Após certificar que não existem folgas entre as Torres de Dormentes e a Lança, proceder ao tensionamento dos dois cabos verticais de estaiamento da ponta da Lança.

**PASSO 4 - TENSIONAR OS CABOS DE ESTAIAMENTO LATERAIS DA LANÇA:** Após certificar que os cabos de estaiamento verticais da Lança estejam tensionados, proceder ao tensionamento **SIMULTÂNEO E APLICANDO O MESMO TENSIONAMENTO** nos dois cabos de estaiamento laterais da Lança.

**PASSO 5 - TENSIONAR LEVEMENTE OS CABOS DE ESTAIAMENTO LATERAIS DO CONTRAPESO:** Após certificar que os cabos de estaiamento verticais da Lança estejam tensionados e que os dois cabos de estaiamento laterais da Lança estejam tensionados, proceder ao **LEVE TENSIONAMENTO** dos dois cabos de estaiamento laterais do Contrapeso.

Após a redução dos ventos, proceder aos passos abaixo para reinício dos trabalhos, de acordo com o andamento físico do “Procedimento de Substituição do Rolamento de Giro”.

**PASSO 1 – REMOÇÃO DE CALÇOS DE SEGURANÇA E BARRAS DE TRAÇÃO:** Remova as quatro Barras de Tração. Remova os quatro calços de segurança sob a mês a de giro.

**PASSO 2 - DESTENSIONAR OS CABOS DE ESTAIAMENTO LATERAIS DO CONTRAPESO:** Após certificar que as Barras de Tração foram removidas, proceder ao DESTENSIONAMENTO dos dois cabos de estaiamento laterais do Contrapeso, **E REMOVER AS PONTAS LIGADAS AOS PESOS.**

**PASSO 3 - DESTENSIONAR OS CABOS DE ESTAIAMENTO LATERAIS DA LANÇA:** Após certificar que os cabos de estaiamento laterais do Contrapeso estejam destensionados, proceder ao **DESTENSIONAMENTO SIMULTÂNEO** dos dois cabos de estaiamento laterais da Lança.

**PASSO 4 – DESTENSIONAR OS CABOS DE ESTAIAMENTO VERTICais DA LANÇA:** Após certificar que os cabos de estaiamento laterais do Contrapeso estejam destensionados e que os dois cabos de estaiamento laterais da Lança estejam destensionados, proceder ao destensionamento dos dois cabos verticais de estaiamento da ponta da Lança.

**TODOS OS PASSOS DE ELEVAÇÃO E ABAIXAMENTO DA MESA DE GIRO DE FORMA SEGURA FOI TRANSCRITO PARA O CORPO DO “PROCEDIMENTO DE TROCA DO ROLAMENTO DE GIRO DA RC07.**

## **ANEXO B: Ata Padrão para Reunião de Preparação.**

## **ANEXO B: Ata Padrão para Reunião de Preparação (continuação).**

## **ANEXO C: Ata Padrão para Reunião de Avaliação.**

**ANEXO C: Ata Padrão para Reunião de Avaliação (continuação).**

<b>REUNIÃO DE AVALIAÇÃO</b>		<b>DATA DE REALIZAÇÃO</b>	<b>PÁGINA: 02/02</b>
<b>DESENVOLVIMENTO (CONTINUAÇÃO)</b>			
(20 linhas para anotações)			
<b>PLANO DE AÇÃO</b>			
<b>O QUE ?</b>	<b>QUEM ?</b>	<b>QUANDO ?</b>	
(20 linhas para anotações)			