



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS  
DE SERGIPE – FANESSE  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**RUDIVAL MARQUES DOS SANTOS FILHO**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DE  
EQUIPAMENTOS ESTÁTICOS DO ATIVO DE PRODUÇÃO SERGIPE  
TERRA DA PETROBRAS**

**Aracaju - SE**

**2009.1**

**RUDIVAL MARQUES DOS SANTOS FILHO**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DE  
EQUIPAMENTOS ESTÁTICOS DO ATIVO DE PRODUÇÃO SERGIPE  
TERRA DA PETROBRAS**

**Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso Engenharia de Produção da Faculdade de  
Administração e Negócios de Sergipe – FANESE,  
como requisito parcial para obtenção do grau  
Bacharel em Engenharia de Produção.**

**Orientadora: Profª MSc Helenice Leite Garcia**

**Coordenador: Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas**

**Aracaju - SE**

**2009.1**

#### FICHA CATALOGRÁFICA

Santos Filho, Rudival Marques dos

Planejamento e controle da manutenção de equipamentos estáticos do ativo de produção Sergipe terra da PETROBRAS / Rudival Marques dos Santos Filho. – 2009.

69f.: il.

Monografia (graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2009.

Orientação: Profª MSc Helenice Leite Garcia

1. Manutenção 2. Disponibilidade 3. Confiabilidade 4. Controle I. Título

CDU 665.6/.7:658.58(813.7)

**RUDIVAL MARQUES DOS SANTOS FILHO**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DE  
EQUIPAMENTOS ESTÁTICOS DO ATIVO DE PRODUÇÃO SERGIPE TERRA  
DA PETROBRAS**

**Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócio de Sergipe – FANESE, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2009.1.**

---

**Prof<sup>a</sup>. MSc. Helenice Leite Garcia**

**Orientadora**

---

**Prof. Esp. Josevaldo Santos Feitosa**

---

**Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas**

**Aprovado com média: \_\_\_\_\_**

**Aracaju (SE), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.**

## DEDICATÓRIA

A Deus onipotente, pelo dom da vida a mim concedida.

Aos meus pais que me ensinaram os valores da fraternidade, humildade, dignidade, respeito, honradez e honestidade.

A minha família, pela paciência, os acolhimentos e as cobranças.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

A Deus pela graça de estar sempre presente em minha vida.

A minha esposa Annabel e aos meus filhos Arthur e Letícia, que passaram muitos momentos de privação, mas estavam sempre ao meu lado dando força para seguir em frente.

Aos meus pais Sr. Rudival Marques e Sr<sup>a</sup>. Maria Madalena por sempre acreditarem em mim.

A professora Helenice Garcia pela orientação deste trabalho e incentivo durante todo o período de minha formação, além da grande amizade formada.

Ao Eng<sup>o</sup> Ricardo Estefany pelo apoio durante o estágio preparatório no desenvolvimento da pesquisa e na elaboração deste trabalho.

Ao supervisor do PCM Antônio Carlos pelas observações e experiências que foram a mim transmitidas.

Aos colegas da equipe do Planejamento e Controle da Manutenção pelo apoio e orientação no dia-a-dia das atividades profissionais.

Aos colegas do curso de Engenharia de Produção da turma de 2008.2 que já se formaram e aos que ainda estão nesta luta, pelo incentivo e reconhecimento.

Ao amigo Elias de Paiva pela sua disponibilidade e pela assistência prestada durante a elaboração do trabalho.

Aos irmãos da OFS Santa Maria dos Anjos pela compreensão nos momentos de ausência ocasionados pela dedicação aos estudos.

## RESUMO

O planejamento e controle da manutenção de equipamentos têm se tornando uma importante estratégia no que se refere a redução de custos. Neste sentido o presente trabalho mostra a análise do PCM da gerência de manutenção e inspeção de equipamentos que aplica uma metodologia para realizar manutenção nos equipamentos críticos do Ativo de Produção Sergipe Terra da Unidade de Negócios Sergipe e Alagoas da PETROBRAS. As práticas de manutenção foram realizadas em vasos de pressão e tanques de armazenamentos de petróleo de forma que foi possível observar o desenvolvimento e o desempenho das equipes envolvidas na manutenção, garantido ao equipamento manutenidos ganhos em termos de segurança operacional, cumprimentos de normas e legislações, além dos ganhos de produtividade para a empresa.

Palavras-chave: Manutenção. Disponibilidade. Confiabilidade. Controle.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Evolução da manutenção.....	18
Figura 02 – Os oito pilares do TPM.....	24
Figura 03 – Curva característica da vida do componente.....	28
Figura 04 – Distribuição dos padrões de falha.....	29
Figura 05 – Representação gráfica do Pert.....	33
Figura 06 – Representação gráfica do CPM.....	34
Figura 07 – Permutador casco/tubo .....	40
Figura 08 – Organograma da UN-SEAL.....	42
Figura 09 – Organograma da gerência da MI .....	43
Figura 10 – Fluxo de atividade do PCM .....	45
Figura 11 – Tela do SAP/R3 exibição do equipamento: dados gerais .....	46
Figura 12 – Tela do SAP/R3 exibição do equipamento: dados gerais e listas de anexos .....	46
Figura 13 – Tela de cadastramento do programa de acompanhamento de grande porte .....	48
Figura 14 – Tela de relatório do programa de acompanhamento de grande porte .....	49
Figura 15 – Projeto de manutenção do 120TQ0007 elaborado pelo MS Project .....	53
Figura 16 – Fluxo das atividade da equipe de equipamento de grande porte .....	54

## LISTA DE FOTOS

Foto 01 – Tanque de armazenamento.....	35
Foto 02 – Vaso de pressão horizontal.....	39
Foto 03 – Vaso de pressão vertical.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Categoria de vasos de pressão (NR-13).....	38
Tabela 02 - Tabela padrão para tarefas e tempo médio de execução para tanques.....	52
Tabela 03 - Tabela padrão para tarefas e tempo médio de execução para vasos de pressão.....	52
Tabela 04 – Tabela dos tanques mantidos em 2006.....	55
Tabela 05 –Tabela dos tanques mantidos em 2007.....	56
Tabela 06 – Tabela dos tanques mantidos em 2008.....	57
Tabela 07 – Extratificação das manutenções dos tanques.....	58
Tabela 08 – Tabela dos vasos de pressão mantidos em 2006.....	62
Tabela 09 – Tabela dos vasos de pressão mantidos em 2007.....	63
Tabela 10 – Tabela dos vasos de pressão mantidos em 2008.....	64
Tabela 11 – Extratificação das manutenções dos vasos de pressão.....	65

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques Ano – 2006 primeiro semestre.....	58
Gráfico 02 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques Ano – 2006 segundo semestre.....	59
Gráfico 03 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques Ano – 2007 primeiro semestre.....	59
Gráfico 04 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques Ano – 2007 segundo semestre.....	60
Gráfico 05 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques Ano – 2008 primeiro semestre.....	61
Gráfico 06 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques Ano – 2008 segundo semestre.....	61
Gráfico 07 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – vasos de pressão Ano – 2006.....	65
Gráfico 08 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – vasos de pressão Ano – 2007.....	66
Gráfico 09 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – vasos de pressão Ano – 2008.....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre a manutenção tradicional e o MCC .....	27
Quadro 2 – Característica da FMEA .....	30

# SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	4
AGRADECIMENTOS .....	5
RESUMO .....	6
LISTA DE FOTOS .....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE GRÁFICOS .....	10
LISTA DE QUADROS .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	14
1.1 Objetivo Geral.....	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 Justificativa .....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	17
2.1 Evolução da Manutenção .....	17
2.2 Gestão da Manutenção .....	18
2.3 Tipos de Manutenção .....	19
2.3.1 Manutenção corretiva.....	19
2.3.2 Manutenção preventiva.....	21
2.3.3 Manutenção preditiva .....	22
2.3.4 Manutenção detectiva .....	23
2.3.5 Manutenção autônoma.....	23
2.3.6 Engenharia de manutenção .....	24
2.3.7 Manutenção centrada na confiabilidade.....	25
2.3.7.1 Elementos do MCC .....	25
2.3.7.2 Modos de Falhas.....	29
2.3.7.3 Indicadores e índices de manutenção .....	30
2.4 Projeto .....	32
2.4.1 PERT .....	33
2.4.2 CPM.....	34
2.4.3 Rede PERT/CPM .....	34
2.5 Equipamentos e normalização .....	35
2.5.1 Tipos de tanques de armazenamento .....	36
2.5.2 Fabricação e acessórios .....	37

<b>2.5.3 Vasos de pressão e normalização .....</b>	<b>37</b>
<b>2.5.3.1 Classificação de vasos de pressão.....</b>	<b>38</b>
<b>2.5.3.2 Tipos de vasos de pressão .....</b>	<b>39</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Metodologia.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2 Gerência de manutenção e inspeção.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3 Caracterização do PCM.....</b>	<b>44</b>
<b>3.4 Estratégia e processo da manutenção dos equipamentos de grande porte.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5 Dados históricos da manutenção .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.1 Tanques .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.2 Vasos .....</b>	<b>62</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento das cadeias produtivas dos diversos setores de prestação de serviços e com o aumento da industrialização, as máquinas, cada vez mais, estão sendo utilizadas como instrumentos para aumento da produtividade desses processos. No entanto, a mecanização das indústrias está em fase de modernização. Equipamentos mais modernos, eficientes e rápidos são instalados nas plantas industriais para atender as demandas dos mercados internos e externos. Com isso, é exigido dos equipamentos o máximo da sua capacidade produtiva, levando os agentes da manutenção desenvolver técnicas e práticas para redução do número de paradas dos equipamentos.

No processo produtivo os equipamentos parados têm sinônimo de custo alto para empresa. Para minimizá-los são estabelecidos controle de gestão de ativos, que são gerenciados dentro da organização pelo setor de engenharia e manutenção. Nesse setor, as funções da manutenção estão divididas, de acordo com uma visão global moderna e simplificada, em planejamento e controle, execução da manutenção e melhoria contínua.

A gestão da manutenção alinhada às estratégias da empresa podem organizar e minimizar os custos da manutenção, proporcionando a correta aplicação dos recursos disponíveis. Neste sentido, o sistema de gestão da manutenção busca estabelecer a análise e diagnóstico das condições dos equipamentos envolvidos no processo.

Dessa forma, as empresas estão cada vez mais investindo no planejamento da manutenção e no controle dos seus ativos, mantendo o setor de manutenção enxuto, organizado e moderno, utilizando para isso parâmetros internacionais de gestão de manutenção.

Diante deste cenário, o presente trabalho realiza um estudo de caso na área de manutenção de equipamento da unidade de produção de petróleo da PETROBRAS em Carmópolis-SE, enfatizando as características organizacionais e sistema informatizado para analisar o planejamento e controle da manutenção dos vasos de pressão e tanques de armazenamento.

## **1.1 Objetivo Geral**

Analisar o planejamento e controle da manutenção dos vasos de pressão e tanques de armazenamento de petróleo do Ativo de Produção Sergipe Terra – PETROBRAS.

## **1.2 Objetivos Específicos**

- Descrever o fluxograma do processo de planejamento e controle da manutenção dos vasos de pressão e tanques de armazenamento de petróleo;
- Identificar os procedimentos do planejamento e controle da manutenção;
- Caracterizar as fases de intervenção dos equipamentos.

## **1.3 Justificativa**

As atividades executadas pelo planejamento e controle da manutenção devem gerar informações fundamentais para o gerenciamento dos ativos de uma empresa. É através do controle e acompanhamento dos serviços executados que os profissionais envolvidos no processo podem montar estratégias e utilizar modernas técnicas de manutenção para manter ou melhorar o desempenho dos equipamentos.

Aprimorando o planejamento e acompanhamento das intervenções dos equipamentos, pode-se melhorar os recursos de execução das atividades, otimizar os custos de manutenção e aumentar a disponibilidade do equipamento.

Neste sentido, as práticas de gestão da manutenção devem assegurar a confiabilidade dos equipamentos, o controle e gerenciamentos dos ativos, para não comprometer o planejamento estratégico da empresa.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Evolução da Manutenção**

Ao longo da história da indústria, a manutenção tem passado por períodos de grandes desafios e vem evoluindo em conjunto com modernos modelos de gestão que são aplicados na maioria das empresas.

Segundo Pinto e Ribeiro (2002) desde a década de 30, a manutenção está dividida em três gerações, conforme mostra a Figura 1.

A primeira geração é aquela relacionada ao período antes da Segunda Guerra Mundial e estava relacionada à baixa produtividade, em que a indústria era pouco mecanizada devido à situação financeira da época. Naquele período, não havia a necessidade de uma manutenção sistemática, somente serviços de limpeza, lubrificação e reparos após quebra, denominados manutenções corretivas.

A segunda geração abrangeu o período da Segunda Guerra Mundial até os anos 60. Com a pressão da guerra aumentou a demanda por alimentos e contingência de mão-de-obra, visto que os homens daquela época estavam alistados no frente de guerra, fazendo aumentar a necessidade de mecanização nas indústrias como também o aumento dos níveis de complexidade de seus equipamentos.

Neste período da segunda geração, evidencia-se a necessidade de maior disponibilidade dos equipamentos como também maior confiabilidade. Neste, aparece o termo manutenção, indicando a função de manter os equipamentos em bom funcionamento, visando com isso a produção. Como a indústria estava dependente de equipamentos funcionando em boas condições, surge a idéia de que a prevenção de falhas poderia ser utilizada nos equipamentos em operação,

resultando no conceito de manutenção preventiva. Como consequência dessa idéia, nasce o planejamento e controle da manutenção.

Por fim, a terceira geração, iniciada na década de 70, apresenta uma aceleração no processo de mudança da manutenção, provocando quebras de paradigmas e a utilização do sistema *just-in-time*. Neste momento, o crescimento da automação e da mecanização indica a necessidade cada vez maior de disponibilidade e confiabilidade nos equipamentos, para manter os padrões de qualidade, pois as falhas e quebras de equipamentos poderiam afetar o andamento dos processos de produção como um todo, provocando inseguranças e, conseqüentemente, aumento das exigências para cumprir os padrões estabelecidos.

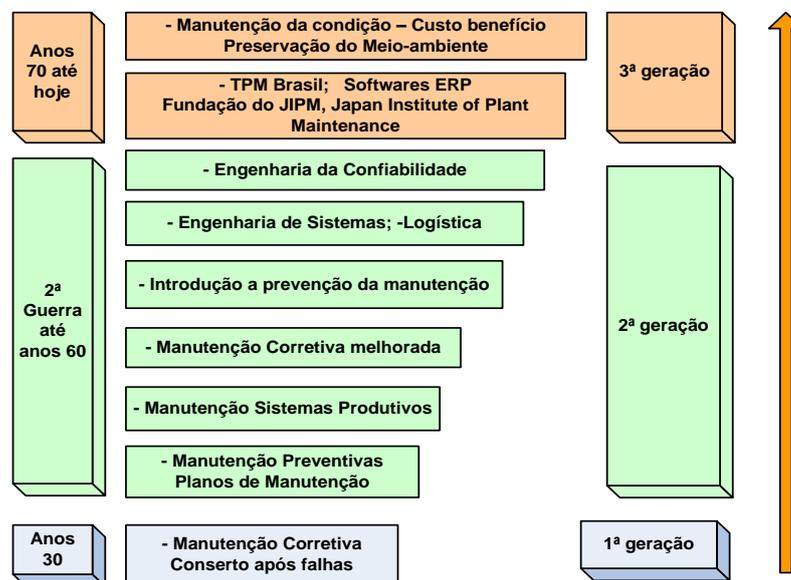


Figura 01 – Evolução da Manutenção  
Fonte: Adaptado de Pinto e Ribeiro (2002)

## 2.2 Gestão da Manutenção

Após vários anos de evolução, a manutenção vem se adaptando às novas tendências de gerenciamento das empresas. Segundo Pinto e Xavier (2006), a manutenção precisa estar voltada para os resultados das organizações, ou seja, não é somente reparar o equipamento, mas também deixar de ser apenas eficiente e se torna eficaz, mantendo a função do equipamento disponível, reduzindo assim a probabilidade de parada da produção ou não prestação do serviço.

A gerência de manutenção deve desenvolver um planejamento estratégico orientado pela visão e missão da empresa. A grande mudança, atualmente, é

implantar um novo conceito para a manutenção proposto por Pinto e Xavier (2006), “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança preservação do meio ambiente e custos adequados.”

Para que esse conceito seja implantando, várias ferramentas de gerenciamento da manutenção podem ser aplicadas. No entanto, segundo Pinto e Xavier (2006), somente dará resultados eficazes à medida que o HOMEM DE MANUTENÇÃO obtenha uma nova cultura, quebre antigos paradigmas, adapte-se às novas idéias.

Neste sentido, a gestão de manutenção proporciona técnicas e métodos para que o novo conceito da manutenção seja implantado de maneira moderada, evitando conflitos e choques culturais.

## **2.3 Tipos de Manutenção**

A literatura sobre a manutenção aborda vários tipos de manutenção. Segundo Viana (2002), a manutenção não é nada mais do que formas de como encaminhar as intervenções nos equipamento da operação. Pinto e Xavier (2006) complementam dizendo que os tipos de manutenção adotados estão diretamente relacionados aos resultados alcançados.

Atualmente, de acordo com Pinto e Xavier (2006) os tipos de manutenção são definidos como sendo:

- a) Manutenção Corretiva: planejada e não planejada;
- b) Manutenção Preventiva;
- c) Manutenção Preditiva;
- d) Manutenção Detectiva;
- e) Manutenção Autônoma;
- f) Engenharia de Manutenção.

### **2.3.1 Manutenção corretiva**

De acordo com as publicações da ABNT, a manutenção corretiva acontece quando o equipamento sofre uma pane e interrompe seu funcionamento ou quando

equipamento não está com seu desempenho esperado. Segundo Pinto e Xavier (2006), pode-se dividir a manutenção corretiva em duas classes: manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

#### a) Manutenção corretiva não planejada

Para Pinto e Xavier (2006), a manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória. A intervenção no equipamento somente acontece quando o falha ocorre, não há tempo hábil para planejamento do serviço. Este tipo de manutenção é muito comum em empresa que não possui uma estrutura de manutenção bem definida.

A manutenção corretiva não planejada, de acordo com Viana (2002), deve ser imediata para evitar graves conseqüências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador e ao meio ambiente.

Do ponto de vista de Pinto e Ribeiro (2002), aplicação da manutenção corretiva eleva bastante os custos de produção. Como conseqüência desta, o desempenho da organização dificilmente será adequado às necessidades da competitividade econômicas atual.

#### b) Manutenção corretiva planejada

Pinto e Xavier (2006) definem a manutenção planejada como a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão operar até quebrar o equipamento.

Neste tipo de manutenção corretiva, a intervenção é forçada, ou seja, o equipamento está apresentando algum indicativo que poderá parar. Geralmente, esse tipo de manutenção está associado a outro tipo de manutenção, chamada de preditiva, ou por um acompanhamento operacional. Com essas informações é possível fazer um planejamento prévio e tomar a primeira decisão que implica na não parada do equipamento, antecipando a quebra, ou deixar que a falha aconteça e o equipamento pare seu funcionamento.

Para tomar a segunda decisão gerencial, Pinto e Xavier (2006) lembram que é necessário que seja estabelecido um plano de substituição do equipamento danificado por outro, que se incorpore um bom controle de sobressalentes, que seja melhorado o planejamento dos serviços, de recursos, de ferramental e de mão-de-obra especializada, de forma que a parada ocorra com menor duração possível, minimizando o impacto na planta de operação.

### **2.3.2 Manutenção preventiva**

Ao contrário da manutenção corretiva, a manutenção preventiva atua no equipamento em tempos determinados através de medições de tempo de operação ou por controle estatístico, tentando prevenir que determinada falha ocorra, conforme afirma Pinto e Xavier (2006).

Para elaborar uma estratégia de manutenção preventiva no equipamento é necessária uma avaliação técnica dos riscos potenciais que este equipamento poderá provocar.

Neste sentido, observa-se que os equipamentos quando parados podem afetar diretamente o processo de produção, apresentam difícil reposição de sobressalentes, se o regime de serviço for pesado à liberação para operacional torna-se mais difícil e esses equipamentos quando falham podem provocar grandes riscos ambientais, pessoais ou operacionais.

Após análise desses pontos e outros critérios relevantes ao sistema produtivo ou a política da empresa, serão preparados planos de manutenção para que seja realizada uma intervenção sistemática para controlar e minimizar esses riscos.

Segundo Pinto e Xavier (2006), aplicando essa estratégia pode-se também introduzir defeitos, que antes do equipamento ser mantido não existia, devido a uma contaminação no óleo, danos nas partidas e paradas, erros na execução de procedimentos, falha humana, entre outras.

Por outro lado, Viana (2002) completa que a manutenção preventiva fornece condições para o melhoramento dos métodos de manutenção. Isso quer dizer que permite ter um conhecimento prévio das ações, para assim se obter melhoria no

planejamento de recursos e consumo de material de reposição otimizando os custos de manutenção.

Para Branco Filho (2008) não é aceitável somente utilizar a estratégia de manutenção preventiva sistemática quando se deve tomar medidas para aumentar a vida útil dos equipamentos, quando necessário aumentar os lucros e reduzir os custos. Ou ainda, para que este autor, a manutenção preventiva não poderá ser somente uma estratégia a ser utilizada pela gerência de manutenção, deverão ser aplicados outros meios e métodos para monitorar as possíveis falhas dos equipamentos, para que sejam evitadas as paradas precoces.

### **2.3.3 Manutenção preditiva**

A manutenção preditiva objetiva realizar o controle e o monitoramento dos equipamentos de uma planta industrial. Segundo Viana (2002), a manutenção preditiva é tarefa de caráter preventivo de monitoramento, medição ou controle estatístico que objetiva prever, com precisão, as possíveis falhas dos componentes dos equipamentos, para dessa forma determinar o tempo correto e necessário para intervir no equipamento.

Com a aplicação da manutenção preditiva pode-se evitar a utilização demasiada de sobressalentes, aplicando o uso consciente dos materiais em estoque como também desnecessárias desmontagens dos equipamentos para inspeções.

As condições para se criar uma estratégia de manutenção preditiva nos equipamentos de uma planta industrial estão muito ligados aos equipamentos que sofrem intervenções por manutenção preventiva, porém existem algumas peculiaridades que devem ser observadas.

Os equipamentos deverão ter pontos de medições, ou seja, possuam algum sistema de monitoramento que possa permitir as coletas de dados. O monitoramento somente vai controlar a falha do ponto que está sendo observado.

Contudo, os relatórios gerados através de técnicas de análises preditivas fornecem subsídios para realizar investigações que venham solucionar determinados problemas de falhas nos equipamentos.

Pinto e Xavier (2006) indicam que os relatórios obtidos pelas análises preditivas podem ser utilizados como parâmetros para tomadas de decisão. E

através destes, é possível estabelecer uma estratégia de manutenção preditiva observando os aspectos de segurança pessoais e operacionais e o tempo em que o equipamento poderá permanecer operando com segurança sem intervenções desnecessárias, reduzindo assim os custos da manutenção.

As técnicas de análises preditivas de equipamento mais comuns e aplicadas nas indústrias são: ensaios por ultra-som, análise de líquido penetrante, análise por vibração, análise dos óleos lubrificantes e termografia.

### **2.3.4 Manutenção detectiva**

A manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas, não perceptíveis ao pessoal de manutenção e operação. Para Pinto e Xavier (2006), é primordial a identificação das falhas para garantir a confiabilidade dos equipamentos e sistemas de segurança.

Como as grandes empresas estão se automatizando, a entrada dos computadores e instrumentos de controle no processo é de fundamental importância para o gerenciamento dos sistemas que garantem a segurança operacional.

Para que a manutenção detectiva seja realizada a contento é necessário que seus executantes sejam da área de manutenção, treinados e habilitados nos equipamentos que controlam e gerenciam os sistemas operacionais.

De acordo com Pinto e Xavier (2006), a grande vantagem desse método de manutenção é a detecção das falhas e suas correções sem que os sistemas, na maioria das vezes, precisem parar.

### **2.3.5 Manutenção autônoma**

Segundo Pinto e Ribeiro (2002), a manutenção autônoma consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo dos equipamentos, valendo a máxima que “Do meu equipamento cuido eu”, um jargão muito adotado no chão-de-fábrica pelos operadores que atuam nos equipamentos com tarefas simples

como ajustes, limpeza, lubrificação, reaperto de parafusos serviços elementares de manutenção.

Ainda de acordo com Pinto e Ribeiro (2002), a essência do sucesso da manutenção autônoma é a conquista do “coração do operador”. Essa conquista seria através da execução de serviços elementares de manutenção realizados pelo operador.

O operador de equipamentos seria um agente de controle de falhas, uma fonte de identificação de melhorias no equipamento como também do processo produtivo, aumentando a disponibilidade do equipamento.

Tudo isso consta nos objetivos do *Total Productive Maintenance* (TPM) que visa maximizar os rendimentos e reduzir os índices de perdas no processo produtivo, conforme afirma Pinto e Xavier (2006).

A TPM surgiu no Japão por volta de 1971, através da empresa Nippon Denso KK, integrante do grupo Toyota. Esse método de manutenção está apoiado em oito pilares (Figura 02), estabelecendo um sistema que pode atingir a maior eficiência produtiva.

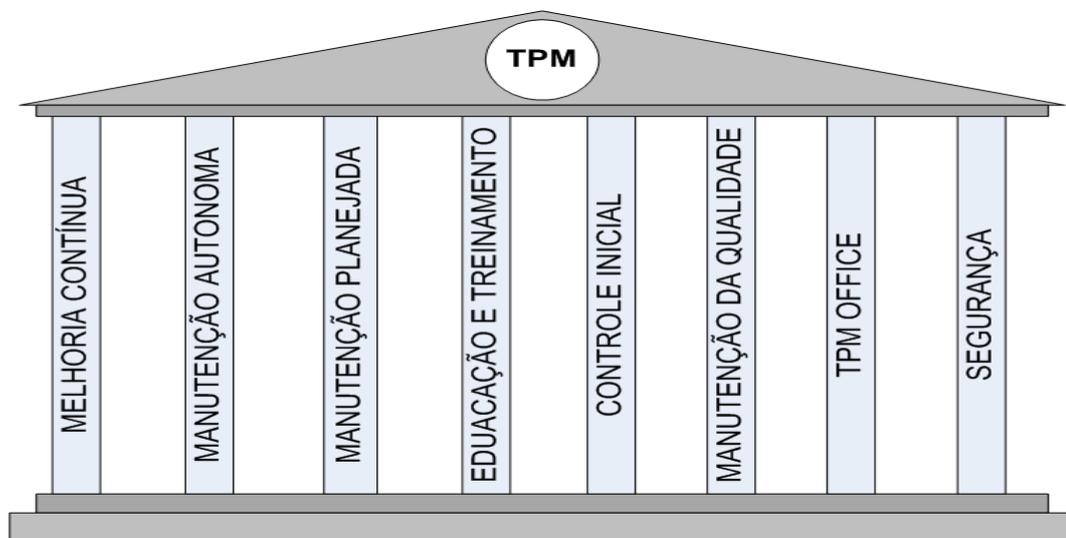


Figura 02 – Os oito pilares do TPM  
Fonte: Adaptado de Pinto e Xavier (2006)

### 2.3.6 Engenharia de manutenção

Para Viana (2002), a Engenharia de Manutenção tem uma grande importância para o desenvolvimento técnico e organizacional da manutenção industrial. Esta tem como primordial a mudança de conceitos antigos, busca de

melhorias e boas práticas para que possam aumentar a disponibilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, aumentar a produtividade operacional.

Para Pinto e Xavier (2006), praticar a Engenharia de Manutenção significa uma mudança cultural, é perseguir o *benchmark*, nivelando seus processos e técnicas em nível de primeiro mundo.

As atribuições da Engenharia de Manutenção começam pela persistência na busca da melhoria, de forma continuada e, que seja capaz de ver no escuro as soluções práticas para implantação de projetos que possam atingir os objetivos da manutenção, conforme argumenta Viana (2002).

### **2.3.7 Manutenção centrada na confiabilidade**

A manutenção originada na década de 1960 na indústria aeronáutica como o nome ***Reliability-centered Maintenance (RCM)*** é conhecida no Brasil como sendo a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC).

Segundo Lafraia (2008), a confiabilidade está diretamente relacionada à segurança que se tem nos produtos, equipamentos ou sistemas, ou seja, a não ocorrência de falhas ou defeitos nestes itens.

Para Pinto e Xavier (2006), a MCC está relacionada diretamente com o conceito moderno da manutenção, que é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender aos sistemas produtivos e aos serviços com confiança, segurança, preservando o meio-ambiente e a custos otimizados.

#### **2.3.7.1 Elementos do MCC**

De acordo com Siqueira (2005), para o entendimento de como a MCC pode ser aplicada é necessário conceituar alguns elementos que a constitui, quais sejam:

- a) Função: é o que se deseja que o item, componente ou sistema faça dentro de um padrão de desempenho especificado.

- b) Confiabilidade: é a probabilidade que um item, componente ou sistema, funcione corretamente em condições especificadas durante um período determinado de tempo.
- c) Componente: é a parte de uma unidade, instalação, sistema ou equipamento que é essencial ao seu funcionamento.
- d) Criticidade: é o efeito de um mau funcionamento ou falha de um componente para o desempenho de um sistema, máquina ou instalações.
- e) Defeito: é a alteração das características de um componente que não causa a perda da função imediata.
- f) Falha: é a perda da capacidade de um componente realizar sua função específica.
- g) Item de Manutenção: é o sistema, subsistema, instalações, Unidade, máquina, equipamento, estrutura, edifício, componente ou peça que possa ser considerada individualmente e que admita conservação, manutenção revisão ou teste individualmente.
- h) Manutenibilidade: é a probabilidade de concluir reparos em um equipamento que falhou, dentro de um intervalo de tempo predefinido.

Siqueira (2005) enfatiza que a MCC propõe mudanças essenciais para os objetivos da manutenção de acordo com a norma IEC 60300-3-11 e o relatório ATA MSG-3. Essas mudanças são relacionadas a:

- Preservar a função do equipamento;
- Restaurar sua confiabilidade e segurança, após eventuais falhas;
- Minimizar os custos do ciclo de vida;
- Atuar conforme os modos de falha;
- Fazer aquilo que precisa para evitar ou solucionar as falhas;
- Atuar em função dos efeitos e conseqüências da falha;
- Registrar as atividades;

O Quadro 1 mostra uma comparação entre a manutenção tradicional e o MCC proposta por Siqueira (2005). Neste, é ressaltada a importância dos novos conceitos que o MMC engloba na manutenção dos equipamentos.

Quadro 1 - Comparação entre a manutenção tradicional e MCC (SIQUEIRA, 2005).

<b>Característica</b>	<b>Manutenção tradicional</b>	<b>MCC</b>
Função do equipamento	Equipamento	Função
Objetivo	Manter o equipamento	Preservar a função
Atuação	Componente	Sistema
Dados	O que pode ser feito	O que deve ser feito
Documentação	Reduzida	Muita ênfase
Metodologia	Empírica	Estruturada
Combate	Deterioração do equipamento	Conseqüências de falhas
Normalização	Não	Sim
Priorização	Inexistente	Por função

As propostas da MCC se concentram em um ponto central que é evitar ou reduzir as conseqüências das falhas. Segundo Siqueira (2005), estudar os modos de falhas dos equipamentos é a melhor maneira de combater as conseqüências das falhas. As conseqüências mais significantes das falhas dos equipamentos, ainda de acordo com Siqueira (2005), são aquelas que afetam os seguintes aspectos do ambiente operacional, quais sejam segurança de pessoal; qualidade do meio-ambiente; operação do processo e economia do processo.

As fases de vida de um componente ou sistema são demonstradas nas curvas da Figura 03, conhecida como curva da banheira por causa do seu formato. A curva da banheira é apresentada como uma curva genérica, porém, segundo Pinto e Xavier (2006), esta curva somente é válida para uma série de componentes individuais, como por exemplo, elétricos, mecânicos e sistemas, que são definidos a partir de estudos estatísticos. Nesta figura, verifica-se que a curva esta dividida em três períodos, mortalidade infantil, vida útil e desgaste do item de manutenção.

A mortalidade infantil é o período em que as falhas ocorrem com grandes incidências nos componentes que apresentam defeitos de fabricação ou defeitos de projeto.

O período de vida útil corresponde ao período em que as falhas acontecem de forma constante, em geral as falhas dos componentes acontece de maneira aleatória.

Já o período de desgaste é área do gráfico que corresponde ao período do fim da vida útil do componente. Nessa fase, as falhas nos equipamentos são mais

crecentes e contínuas, e as causas mais prováveis são o envelhecimento, os desgastes, a fadiga, entre outras.

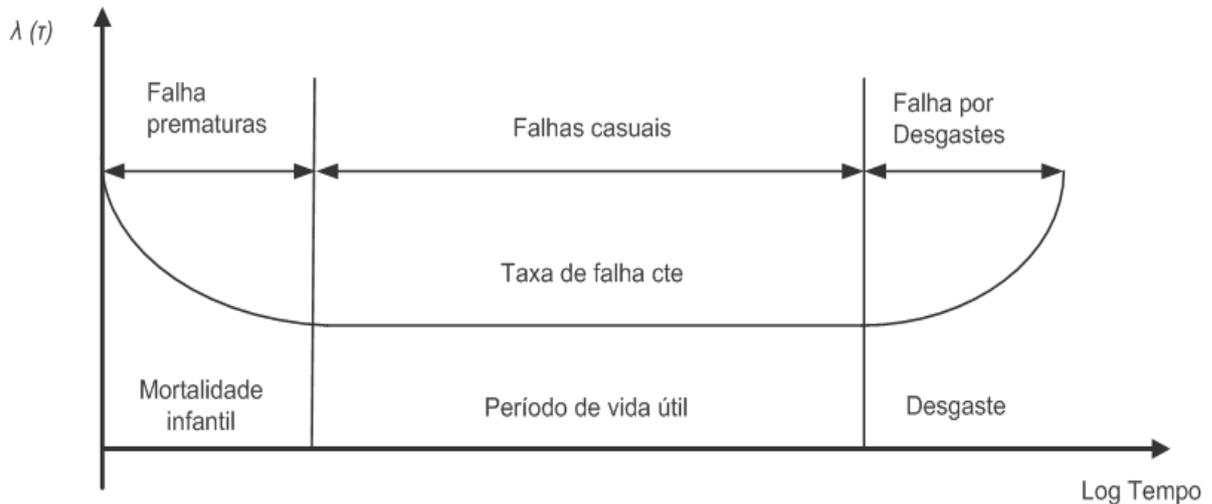


Figura 03 – Curva característica da vida do componente (LAFRAIA, 2008)

Siqueira (2005) comenta que a MCC trouxe grandes contribuições para o gerenciamento da manutenção. Dentre estas, observa-se que na maior parte dos componentes analisados na curva da banheira, estes não apresentam falhas por desgaste. Entretanto para os componentes que apresentam como característica o desgaste, existem vários tipos de curvas de desgastes para alguns tipos de componentes, conforme observa-se na Figura 4.

Os tipos mais comuns de curvas de desgaste, ainda de acordo com Siqueira (2005), em função do item de manutenção são: Tipo A é observado para motores elétricos, engrenagens, controles; o tipo B para máquinas a pistão, disco, aerofólios; o tipo C para turbinas, compressores, selos de ar, engrenagens e rolamentos; o tipo D empregada usualmente em *flaps* de turbinas e itens pré-testados; o tipo E aplicada para as lâmpadas; e, finalmente, o tipo F utilizada para componentes eletrônicos e *softwares*.

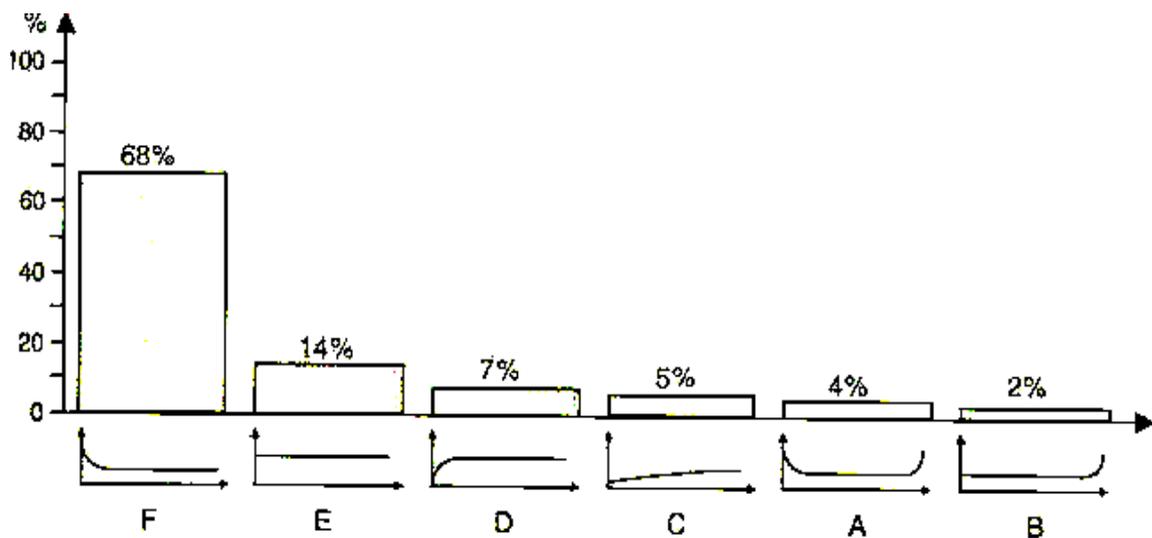


Figura 04 – Distribuição dos padrões de falhas (LAFRAIA, 2008)

### 2.3.7.2 Modos de Falhas

Como objetivo básico, a manutenção consiste em prevenir e corrigir falhas dos equipamentos, contudo é necessário que se conheça como estes equipamentos falham daí o estudo da falha. De acordo com Siqueira (2005), estudar os modos de falha é fundamental para a aplicação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), como também identificá-las e documentá-las como seqüência do estudo.

Pinto e Xavier (2006) comentam que para ajudar a identificar e priorizar as falhas potenciais em um equipamento, sistemas e processos, faz-se necessário a utilização de uma ferramenta chamada de Análise do Modo de Efeito de Falha – FMEA, (*Failure Mode and Effect Analysis*). Lafraia (2008) complementa dizendo que os resultados analisados por esta ferramenta geram ações corretivas, classificadas de acordo com sua criticidade, para eliminar ou compensar os modos de falhas e seus efeitos.

A FMEA, no entendimento de Siqueira (2005), envolve uma identificação sistemática para cada função de um equipamento ou sistema. O Quadro 2 caracteriza a FMEA relacionando seus itens e objetivos.

Quadro 2 - Caracterização da FMEA (SIQUEIRA, 2005)

<b>FMEA</b> <b>(Failure Mode and Effect Analysis)</b>	
<b>Item FMEA</b>	<b>Objetivo FMEA</b>
Função	está com nível funcional de rendimentos
Falha funcional	perda da função ou desvio funcional
Modo de Falha	o que poderá falhar
Causa da Falha	porque ocorre a falha
Efeito da falha	impacto resultante na função principal
Criticidade	Severidade do efeito da falha

A FMEA, ainda segundo Siqueira (2005), é também largamente utilizada em projetos, principalmente em instalações de alta segurança, que, neste caso, é utilizada para identificar os modos de falhas catastróficas ou críticas.

### **2.3.7.3 Indicadores e índices de manutenção**

Branco Filho (2006) define como indicadores de manutenção todo dado estatístico relativo a um ou diversos processos de manutenção que se deseja controlar. Todos dados coletados nas intervenções dos equipamentos poderão ser utilizados para gerar informações que sirvam de indicador em tomadas de decisões gerenciais, ações de controle, como também acompanhamento do desempenho de acordo com as metas e padrões estabelecidos.

Do ponto de vista de Viana (2002), os índices de manutenção devem retratar os aspectos importantes no processo produtivo, isso quer dizer que os mesmos índices que são aplicados em uma empresa, necessariamente, não poderão ser aplicados a outra. É preciso, contudo, uma avaliação de que tipo de monitoramento deverá ser realizado no processo.

Os tipos de indicadores, segundo Branco Filho (2006), podem ser divididos em dois grupos: indicadores de capacitação e de desempenho e indicadores de performance e parâmetros.

Os indicadores de capacitação e de desempenho são indicadores que apontam o que os executores são capazes de fazer e como está sendo realizado. E os indicadores de performance e parâmetros são indicadores que ressaltam se as

estratégias de manutenção estão sendo bem sucedidas ou se devem ser reorientadas ou melhoradas.

Para Almeida (2001), no controle da manutenção são utilizados, com ênfase, os indicadores de performance, quais sejam: taxa de falha, Tempo médio entre falhas, tempo médio entre reparo e taxa de disponibilidade.

a) **Taxa de falhas ( $\lambda$ ):** é definida como a razão entre os números de falhas e número total de operação da unidade. Essa taxa é expressa pela Equação 1.

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número total de operação da unidade}} \quad (1)$$

b) **Tempo médio entre falhas (TMEF):** é a razão entre o somatório das horas disponíveis do equipamento para operação (T<sub>Op</sub>) e o número de intervenções do equipamento no período, conforme expressa a Equação 2.

$$TMEF = \frac{\sum_{i=1}^n T_{Op_i}}{n} \quad (2)$$

c) **Tempo médio para reparo (TMPR):** é a razão entre o somatório das horas indisponibilidade do equipamento para operação (T<sub>I<sub>Op</sub></sub>) e o número de intervenções do equipamento no período (Equação 3).

$$TMPR = \frac{\sum_{i=1}^n T_{I_{Op_i}}}{n} \quad (3)$$

d) **Taxa de disponibilidade:** é a razão do tempo médio entre falhas e o soma do tempo médio entre falhas e o tempo médio de reparo. Essa taxa é representada pela Equação 4.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \quad (4)$$

Sendo:

TMEF -  $\sum$  Tempos Disponíveis para a Produção.

TMPR -  $\sum$  Tempos em Manutenção.

No entendimento de Peres e Lima (2008), os gestores de manutenção devem utilizar os relatórios com o demonstrativo dos indicadores avaliados, para que seja verificada a eficácia das ações aplicadas como também para medir os desvios de programação da manutenção dos equipamentos, para que essas ações incorporem valor ao resultado da empresa.

## 2.4 Projeto

Para o desenvolvimento de atividades de manutenção, como também para colocar em prática alguns procedimentos operacionais, é necessário um planejamento prévio das atividades. Para auxiliar esse planejamento pode-se utilizar como ferramenta os conceitos básicos de projetos.

Ferreira (2005), em uma visão sistêmica, estabelece que projeto pode ser definido como uma seqüência lógica de atividades, ações ou eventos com princípio e fim definidos previamente, gerenciados por pessoas que desejam alcançar determinado objetivo, dentro de padrões de segurança, saúde, meio-ambiente, econômico, tempo, recursos e com qualidade.

Consta no guia PMBOK®, conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos que “Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado”, ou seja, é toda energia concedida para alcançar determinado objetivo, seja ela de criação, solução ou serviçal.

Ferreira (2005) complementa, ainda, que os projetos são organismos vivos e complexos que nascem e se desenvolvem em conjunto com o meio, envelhece e morre para abrir espaço para novos organismos. Os projetos, por sua natureza, têm início, meio e fim, e logo após sua conclusão inicia-se novos projetos rotacionando seu ciclo natural.

Segundo Moreira (2008), as técnicas mais conhecida para planejar e controlar os projetos são o PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o CPM

(*Critical Path Method*). Essas técnicas auxiliam os gerentes de projetos a planejar, programar e controlar grandes projetos.

### 2.4.1 PERT

O PERT foi desenvolvido em 1958 pela Marinha norte-americana em conjunto com outras empresas privadas para projetar o submarino atômico Polaris. Esse projeto se desdobrava em milhares de atividade e operações e envolvia mais de 3000 empreiteiros e subempreiteiros para realizar essas atividades. O PERT é uma técnica que utiliza conceitos estatísticos para determinar o tempo de execução do projeto.

A representação gráfica do sistema PERT é composta por setas orientadas que representam as atividades e círculos que representam os eventos ou nós, conforme exemplifica a Figura 05.

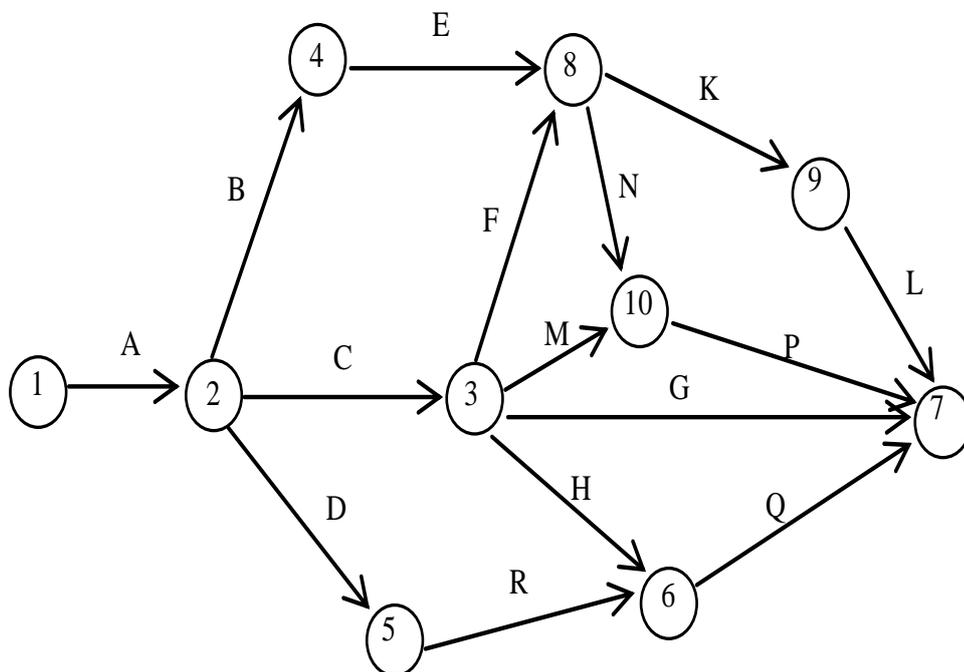


Figura 05 – Representação gráfica do PERT (MOREIRA, 2005).

## 2.4.2 CPM

O CPM foi desenvolvido em 1957, por consultores da *Remington Rand Univac*, que a pedido da empresa *Du Pont Corporation*, desenvolveram uma técnica de programação que fosse capaz de ser aplicada nas construções, manutenções e desativações de fábricas de processos químicos.

A representação gráfica do CPM é apresentada através do método francês. Este método consiste em uma rede de blocos compostos por setas orientadas que indicam os vínculos entre as atividades. Nos blocos estão descritas as atividades e sua duração, como verifica-se na Figura 06.

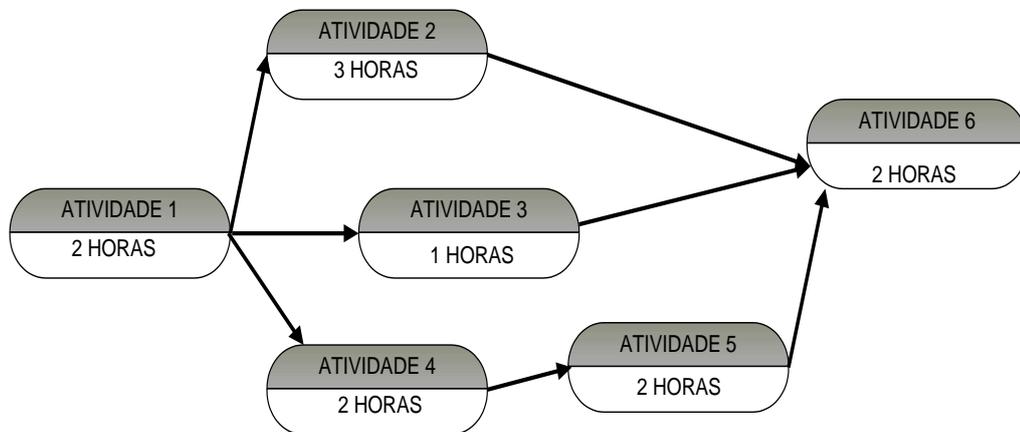


Figura 06 – Representação gráfica do CPM

Fonte: Adaptado de Moreira (2008).

## 2.4.3 Rede PERT/CPM

A representação gráfica de um projeto recebe a denominação rede. As atividades desta são apresentadas com suas interdependências e durações, objetivando analisar prazos, riscos, recursos, custos e melhoria de calendários.

Para Ferreira (2005), as redes PERT/CPM abordam o projeto de um ponto de vista sistêmico, fornecendo subsídios para estabelecer um sistema de comunicação, que permita a administração, gerenciamento e tomadas de decisões, em função das informações sobre o andamento do projeto. As rede podem, também, otimizar os prazos, custos e análise dos riscos.

## 2.5 Equipamentos e normalização

Segundo Barros (2003), os tanques de armazenamento (Foto 01) são equipamentos construídos com a finalidade de armazenar diversos produtos de uma linha de processo. Estes produtos, geralmente, são armazenados à pressão atmosférica, podendo chegar a baixas pressões de até 15 psig.



Foto 01 – Tanque de armazenamento  
Fonte: Autor da pesquisa

Para a construção dos tanques de armazenamento deve-se observar várias normas que indicam as especificações, materiais aplicados, testes e montagem dos equipamentos. Essas normas são: API *Standard* 650; NBR 7821; N-270; N-271 e N-1888.

a) Norma API Standard 650: esta norma especifica os materiais, projeto, fabricação, montagens e teste de tanques de armazenamento verticais, cilíndricos, não enterrados, com o topo fechado ou aberto, de construção soldada, em aço, com várias dimensões e capacidade, para serviço refrigerado e pressão interna aproximadamente atmosférica.

b) NBR 7821: O objetivo principal desta norma é estabelecer as exigências mínimas que devem ser seguidas para materiais, projeto, fabricação, montagem e testes de tanques de aço-carbono, soldados, cilíndricos, verticais, não enterrados, com teto fixo ou flutuante, destinados a armazenamento de petróleo e seus derivados líquidos.

c) Norma N-270 da PETROBRAS: está norma fixa as condições para o projeto mecânico de tanque de superfície, fabricação e montagem soldada, cilíndrico-verticais, sem teto ou com tetos fixo ou flutuantes para armazenamento de

petróleo e seus derivados líquidos e outros produtos utilizados pela PETROBRAS, com o armazenamento do produto na temperatura ambiente ou até a temperatura máxima de 260 °C.

d) Norma N-271 da PETROBRAS: esta norma consiste em fixar as condições exigíveis para a montagem de tanques de armazenamento cilíndricos verticais, soldados e operando a pressões atmosféricas e temperaturas entre -6°C e 150°C ou pressões até 98 kPa (1kgf/cm<sup>2</sup>) e temperaturas entre -50°C e 95°C.

e) Norma N-1888 PETROBRAS: as condições exigíveis para a fabricação de tanques de armazenamento atmosférico, ou de componentes, como também seu transporte estão fixadas nesta norma. Considera-se como tanque de armazenamento atmosférico o equipamento definido na norma PETROBRAS N-270.

Outras normas podem ser relacionadas à construção de tanques tais como: BS 2654, API *standard* 620, API *standard* 2000, API *specification* 12A, 12B, 12D, 12E, 12F. Estas normas se diferenciam pelo volume, pressão ou pela temperatura do produto armazenado.

### **2.5.1 Tipos de tanques de armazenamento**

A NBR 7821 estabelece que os tanques de armazenamento são classificados de acordo com o tipo de teto, de fundo e de costado.

Quanto ao tipo de teto, a NBR 7821 classifica os tanques de armazenamento em tanques sem teto, teto fixo e teto flutuante. A mesma norma estabelece uma divisão de acordo com a forma de fixação do teto, e neste caso os tanques podem ser:

- Tanques de teto suportado: são tanques cujos tetos possuem estrutura de sustentação com ou sem coluna.
- Tanques de teto autoportante: são tanques cujos tetos não possuem estrutura de sustentação.

Quanto ao tipo de costado, os tanques de armazenamento podem ser cilíndrico e esferoidal. E quanto tipo de fundo, os tanques de armazenamento podem ser fabricados com fundo plano, curvo, esferoidal, cônico, cônico invertido e inclinado.

## 2.5.2 Fabricação e acessórios

Os tanques de armazenamento são, atualmente, construídos em aço-carbono conforme estabelecido pelas a NBR 11889 e ASTM *specification*, ambas regulamentam os tipos de chapas a serem utilizadas na construção dos tanques. Existem tanques de pequeno porte que armazenam produtos químicos especiais e tem sua construção de outros materiais como o inox, alumínio e polímero.

Segundo Barros (2003), a construção de um tanque de armazenamento representa um elevado investimento de capital, devendo, portanto, seguir rígidos padrões de segurança.

Os tanques de armazenamento são compostos por acessórios que auxiliam a operação como também a conservação do equipamento. Os acessórios mais comuns são: respiro; escotilhas de medição; dreno de fundo; boca de visita no costado; válvulas; isolamento térmico; tubulação de espuma; guarda-corpo; escadas de acesso; misturador entre outros.

## 2.5.3 Vasos de pressão e normalização

De acordo com Telles (1996), a definição genérica de vasos de pressão é todo recipiente estanque, de qualquer tipo, dimensões, forma ou função que tenha a capacidade de conter um fluido sobre pressão. Como essa definição é muito abrangente pode-se incluir uma variedade de equipamento, desde uma simples panela de pressão de cozinha a sofisticados reatores nuclear.

No Brasil, os vasos de pressão devem atender as exigências de construção, inspeção e manutenção de acordo com norma regulamentadora nº13 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A NR 13 determina que os fabricantes informem os dados básicos do equipamento como, por exemplo: pressão, sua vida útil, o volume, como também sua classificação, materiais de construção, condições de operação, níveis de poluição admitidos entre outras exigências não menos importantes.

Um vaso pressão novo deve ser inspecionado antes de seu funcionamento definitivo. Durante seu período de operação os vasos de pressão deverão fazer inspeções seguranças periódicas seguindo os prazos estabelecidos na NR 13.

### 2.5.3.1 Classificação de vasos de pressão

A NR 13 classifica os vasos de pressão em categorias de acordo com o tipo de fluido e pelo seu potencial de risco operacional. Quanto ao tipo de fluidos os vasos de pressão são classificados em quatro classes, conforme demonstra a Tabela 1.

Tabela 01 - Categoria de vasos de pressão (NR-13)

CLASSE DE FLUIDO	GRUPO DE POTENCIAL DE RISCO				
	1	2	3	4	5
	PV ≥ 100	PV < 100 e PV ≥ 30	PV < 30 e PV ≥ 2.5	PV < 2.5 e PV ≥ 1	PV < 1
CATEGORIAS					
<b>"A"</b> • Fluidos inflamáveis; • Combustíveis com temperatura maior ou igual a 200°C; • Fluidos tóxicos com limite de tolerância igual ou inferior a 20 partículas por milhão (ppm); • Hidrogênio; • Acetileno.	I	I	II	III	III
<b>"B"</b> • Combustíveis com temperatura inferior a 200°C; • Fluidos tóxicos com limite de tolerância superior a 20 partículas por milhão (ppm);	I	II	III	IV	IV
<b>"C"</b> • Vapor de água, • gases asfixiantes simples ou ar comprimido.	I	II	III	IV	V
<b>"D"</b> • Água ou outros fluidos não enquadrados nas classes "A", "B" ou "C", com temperatura superior a 50°C.	II	III	IV	V	V

Notas:

A) Considerar Volume em m<sup>3</sup> e Pressão em MPa.

B) Considerar 1 MPa correspondendo à 10,197 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Alguns vasos de pressão que operam sob a condição de vácuo devem ser enquadrados nas Categoria I ou Categoria V.

### 2.5.3.2 Tipos de vasos de pressão

Os tipos de vasos de pressão são vasos de pressão horizontal e vertical, quanto a posição e quanto ao mecanismo de transferência de calor são chamados de permutadores.

#### a) Vasos de pressão horizontal e vertical.

Vasos de pressão horizontal e vertical (Fotos 02 e 03) são fabricados com a finalidade de separar misturas vapor-líquido, líquidos-líquidos e gás-líquidos, os materiais aplicados para sua construção precisam prover de resistências ao processo no qual será submetido como também suportar ao tempo de estocagem de carga e operações como misturas e reações químicas.



Foto 02 – Vaso pressão horizontal  
Fonte: Autor da pesquisa



Foto 03– Vaso de pressão vertical  
Fonte: Autor da pesquisa

### b) Permutadores

Incropera e DeWitt (1998) conceituam os permutadores de calor como sendo equipamentos em que dois fluidos com temperaturas diferentes trocam calor através de uma interface metálica (Figura 07). Esta troca térmica é empregada para atender às necessidades do processo e economizar a energia que seria perdida para o ambiente. No processo de troca térmica pode haver ou não mudança de fase (condensação ou evaporação) dos fluidos envolvidos.

Os trocadores podem ser encontrados no aquecimento e condicionamento de ar, como também, na produção de energia e na recuperação de calor em processos e em processamentos químicos

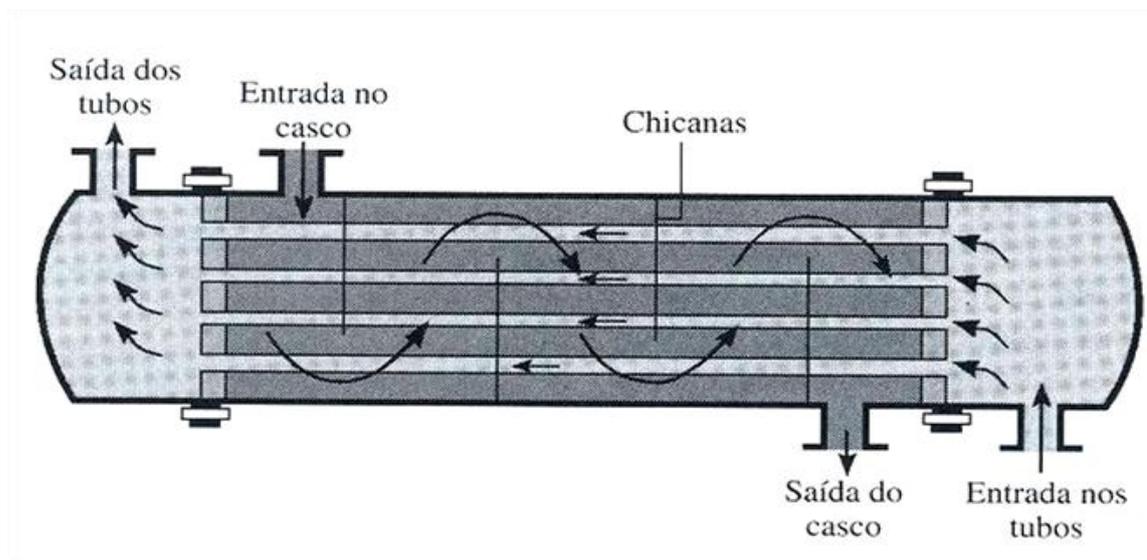


Figura 07 – Permutador casco/tubo (INCROPERA E DEWITT, 1998)

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Metodologia**

A presente monografia descreve um estudo de caso na unidade de negócio Sergipe/Alagoas no ativo de exploração e produção de petróleo Sergipe terra da PETROBRAS, na base de operação situada na cidade de Carmópolis (OP-CP) e nas bases divididas nos municípios de Siriri e Riachuelo (OP-SR), no estado de Sergipe.

Neste trabalho, foram coletados dados dos tanques de armazenamento e vasos de pressão, que sofreram intervenção para manutenção preventiva no período de janeiro de 2006 até dezembro de 2008.

A pesquisa descreve o método de intervenção que a gerência de manutenção e inspeção (MI) aplicar para realizar manutenção nos equipamentos críticos de OP-CP e OP-SR. A pesquisa foi desenvolvida com consultas ao sistema integrado do sistema PETROBRAS o SAP R/3 e visitas aos equipamentos em manutenção.

### **3.2 Gerência de manutenção e inspeção**

A Manutenção e Inspeção (MI) é a gerência responsável pelo controle e conservação dos ativos da PETROBRAS. A MI, como demonstradas na Figura 08, estão ligadas diretamente a gerências dos ativos da UN-SEAL. Essas gerências são Ativo de Produção Sergipe Terra na cidade de Carmópolis, Ativo de Produção de Alagoas localizada no município de Pilar em Alagoas; Ativo de Produção Sergipe Mar localizada no Tercarmo na cidade de Aracaju.

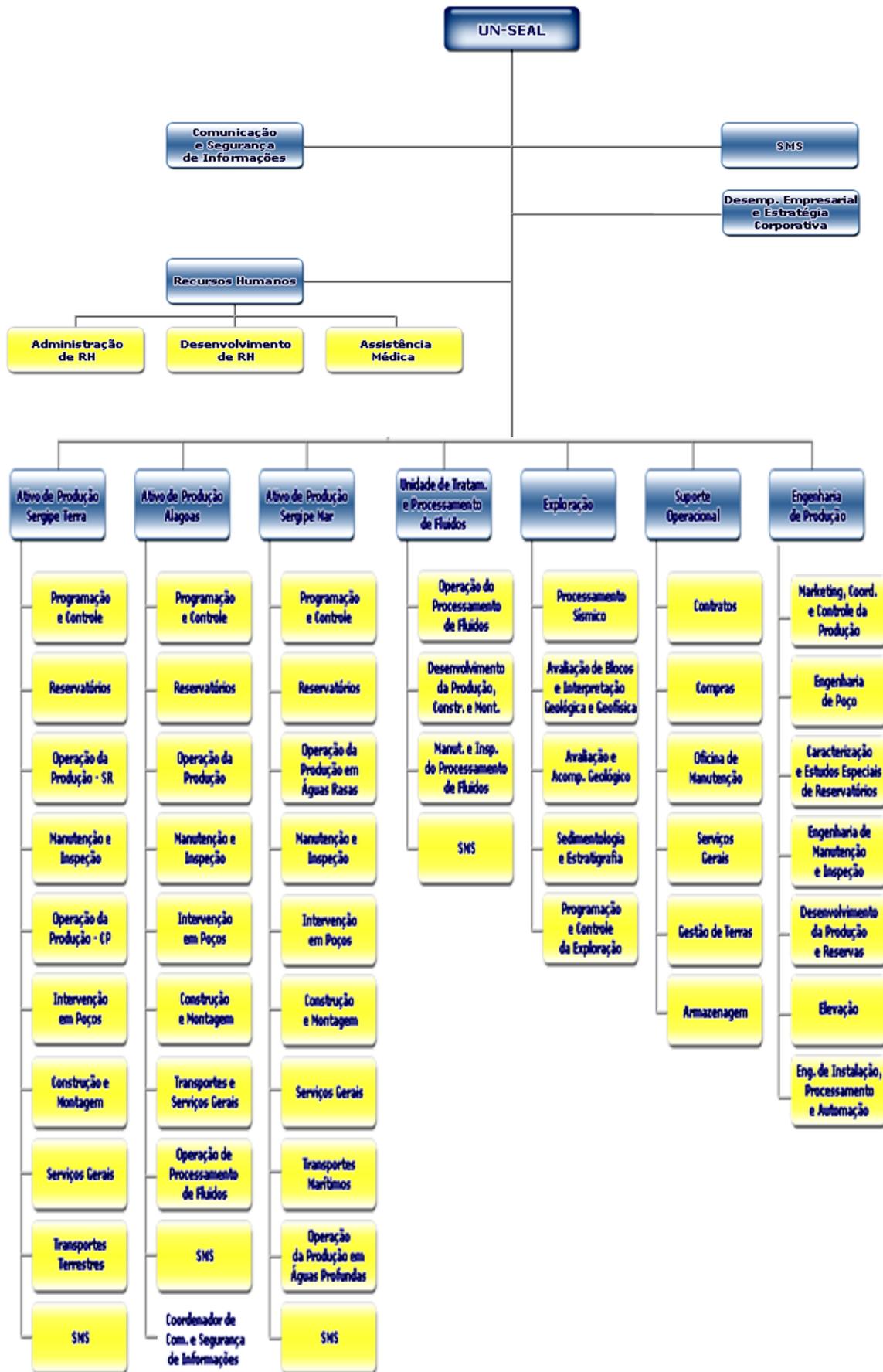


Figura 08 – Organograma do UN-SEAL.

A MI conta com uma estrutura de equipes de diversas especialidades que executam atividades de manutenção, inspeção de equipamentos, apoio operacional, montagens de equipamentos, planejamento de grandes paradas e controle dos equipamentos (Figura 09).

O planejamento e controle da manutenção (PCM) têm um papel fundamental no gerenciamento dos ativos. Através deste, as necessidades dos clientes (operadores) são cadastradas, planejadas as atividades, repassadas para a execução e retornadas ao PCM para confirmadas dos serviços solicitados.

O planejamento, também, administra os planos de manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos do ativo.

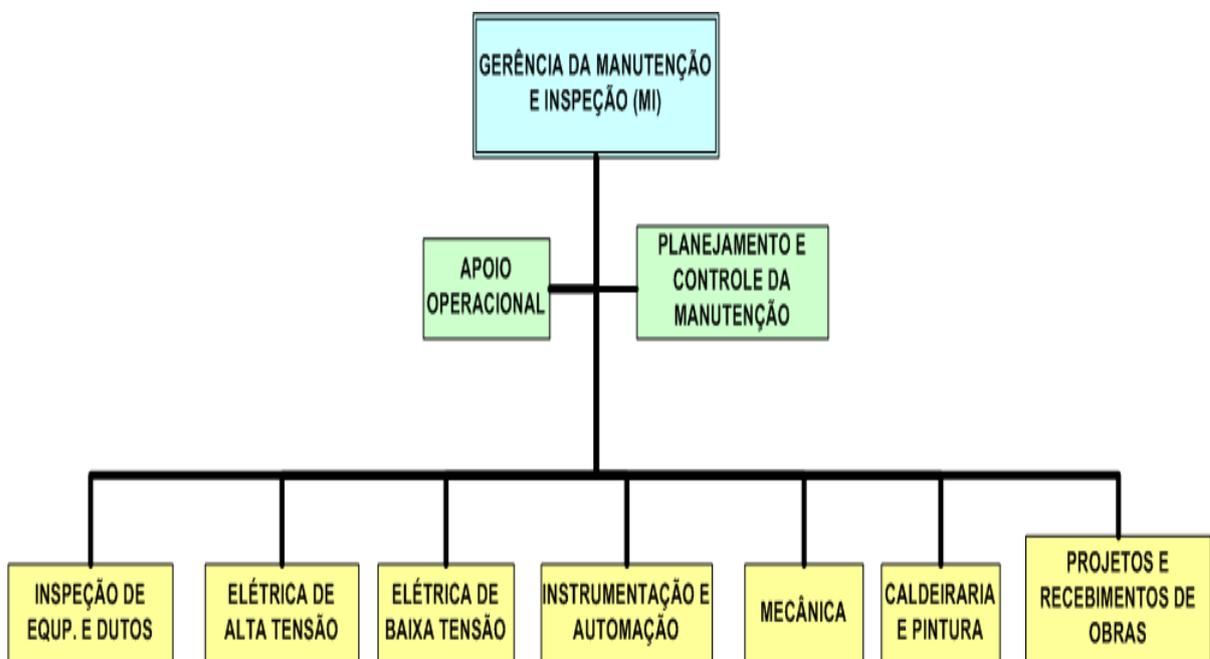


Figura 09 – Organograma da gerência MI.

O PCM está dividido em equipes de trabalho de acordo com as equipes de execução. A finalidade é centralizar as informações com os supervisores das equipes de execução criando um vínculo de responsabilidades diminuindo os ruídos no processo.

Internamente o PCM apresenta uma estrutura com supervisão, central de atendimento, planejamento e programação de serviços e gestão dos índices da manutenção.

A supervisão é responsável pelo gerenciamento e coordenação do PCM. A central de atendimento é responsável pelo recebimento das solicitações de serviços

dos operadores. As solicitações de serviços são realizadas através de ramal exclusivo ou do programa de solicitações que está disponibilizado no Centro Integrado de Controle – CIC.

O planejamento é responsável pelo planejamento e programação dos serviços solicitados pelos operadores, planos de manutenção preventiva e preditiva divididos em:

- Planejamento para serviços de instrumentação e automação;
- Planejamento para serviços de pintura e caldeiraria;
- Planejamento para serviços eletromecânicos das estações de tratamento de óleo;
- Planejamento para serviços eletromecânicos e automação da área de elevação ou bombeio;
- Planejamento para manutenção em equipamentos de grande porte – equipe responsável pelo planejamento e programação dos planos de manutenção e intervenções corretivas em equipamentos considerados pela empresa como críticos, por exemplo: tanques de armazenamento, vasos de pressão, compressores de gás, válvulas de segurança de oleodutos e gasodutos, caldeiras e geradores de vapor.

A gestão dos índices da manutenção é responsável por gerar relatórios dos índices de desempenhos das manutenções e dos custos dos serviços executados.

### **3.3 Caracterização do PCM**

A PETROBRAS estabelece diretrizes para determinação de equipamentos críticos dos seus ativos de produção, através do padrão de código PP-1EP-00080, que apresenta os métodos para definição dos equipamentos críticos.

O padrão permite que as gerências de manutenção utilizem ferramentas que possibilitem, de forma clara e objetiva, classificar os equipamentos. Os métodos utilizados são catálogos de falhas do equipamento, grau de importância do equipamento e a matriz de potencial de consequências.

Após análise de cada equipamento é gerada uma lista com a definição dos equipamentos críticos do ativo de produção, que devido sua potencialidade terão tratamento diferenciado pelo PCM. O planejamento da manutenção desses

equipamentos terá como responsável a equipe de equipamento de grande porte do PCM.

Para gerenciar os equipamentos estáticos do ativo Sergipe terra é utilizado o programa de Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos (SPIE). Com esse programa é possível fazer o cadastro de novos equipamentos, atualizar o cadastro dos equipamentos existentes e controlar os planos de manutenção dos vasos de pressão, dos tanques de armazenamento, dos geradores de vapor, das válvulas de segurança entre outros equipamentos de classe de risco crítico. Para auxiliar no gerenciamento dos equipamentos estáticos é utilizado em conjunto com o programa SPIE o sistema integrado SAP/R3.

O processo do PCM é realizado dentro desse sistema integrado SAP/R3 como demonstra a Figura 10. O SAP/R3 é um sistema integrado de gestão que está dividido em vários módulos de gestão, inclusive o módulo de gerenciamento de ativos (módulo de manutenção).

O SAP/R3 tem como objetivo principal a integração entre órgãos interno da PETROBRAS, tais como: a gerência de finanças; a gerência de recursos humanos; as gerências operacionais; a gerência de manutenção; a gerência de suprimentos entre outros. A funcionalidade operacional desse sistema traz rapidez e segurança na troca de informações dentro da organização.

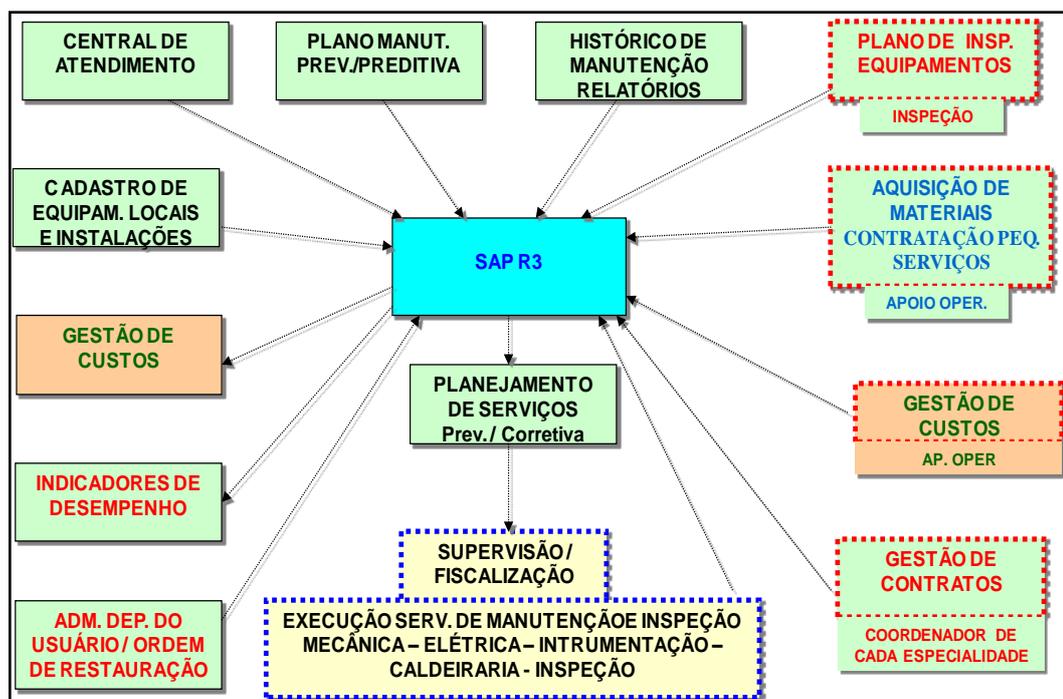


Figura 10 – Fluxo de atividade do PCM.

No SAP/R3 são cadastrados todos os equipamentos dos ativos, com informações importantes para o dia-a-dia da manutenção. Essas informações são referentes ao tipo do equipamento, modelo, nome do fabricante, data de fabricação, tabela de operação, localização do equipamento, data de início da operação, entre outras informações, como verifica-se nas Figuras 11 e 12.

**Exibir equipamento : Dados gerais**

Equipamento: 395397 Categoria: E Equipamentos  
 Denominação: 120VP1497 Filtro Água  
 Status: MONT OPER  
 Válido desde: 22.04.2006 Válido até: 31.12.9999

**Dados gerais**

Classe: FILTRO\_YP Filtro (Vaso Pressão)  
 GrpAutorizações: M811 Equipamentos - PM  
 Peso: 16.000,000 KG Tamanho/dimens.:  
 Nº inventário: Em serv. desde: 04.07.2005

**Dados de referência**

Valor aquis.: 0,00 Data aquisição:

**Dados de fabricação**

Fabricante: SILVER BAND FILTER País produtor:  
 Denomin. tipo: FTR Anomês const.: 2001 /  
 Nº peça fabric.:  
 Nº série: 5916-C

**Classificação**

Ano de edição do código: 2000  
 PMTA: 944,400 kPa  
 Pressão de teste hidrostático: 1.127,810 kPa  
 Código de projeto: ASME VIII DIV. 1  
 Categoria de vaso na NR-13: Categoria IV  
 Capacidade do vaso:  
 Pressão de Projeto (kpa): 944,400 kPa

Figura 11 – Tela do SAP/R3 Exibição do equipamento: dados gerais

**Exibir equipamento : Dados gerais**

Equipamento: 393515 Categoria: E Equipamentos  
 Denominação: 120TQ0007 Tanque de Armazenamento  
 Status: MONT OPER  
 Válido desde: 16.08.2005 Válido até: 31.12.9999

**Dados gerais**

Classe: TQ\_ARMAZENAMENTO Tanque de armazenamento  
 GrpAutorizações: M811 Equipamentos - PM  
 Peso: 0,000 Tamanho/dimens.:  
 Nº inventário: TQ-11306 Em serv. desde: 04.07.2005

**Dados de referência**

Valor aquis.: 0,00 Data aquisição:

**Dados de fabricação**

Fabricante: País produtor:  
 Denomin. tipo: TQ Teste Anomês const.: /  
 Nº peça fabric.:  
 Nº série:

**Classificação**

Ind. de revestimento interno:  
 Tipo de Tanque de Armazenament:  
 PMTA:  
 Material do Costado:  
 Material do Fundo:  
 Tipo de Teto de Tanque:  
 Altura nominal: 4,530 m

**Serviço: Lista de anexos**

Anexos para 000000000000393515

Título	Nome do autor	Dt.criação
CER-120TQ0007-00186-2002	Ronaldo Reis da ...	19.12.2006

Figura 12 – Tela do SAP/R3 Exibição do equipamento: dados gerais e listas de anexos

Com a finalidade de melhorar a interface homem-máquina e com o objetivo de ter resposta mais rápida do andamento da manutenção do equipamento, desenvolveu-se um banco de dados paralelo ao SAP/R3. As informações para criação do banco de dados foram originadas do SAP/R3 por ser o sistema corporativo da PETROBRAS e conter todos os dados necessários referentes aos equipamentos já cadastrados.

O SAP/R3 possui um banco de dados muito grande, o que dificulta o trabalho de pesquisa em sua base de dados, apesar do sistema ter uma tela de pesquisa muito abrangente.

Realizando o trabalho de consulta dos equipamentos cadastrados com os TAG's 120TQXXXX e 120VPXXXX em operação na base de dados do SAP/R3, especificamente no campo de Carmópolis, levantou-se uma lista de equipamentos com todos os tanques de armazenamentos e vasos de pressão, contendo seus endereços e localizações, tag's e numeração de identificação.

Após ter colhida a lista de equipamentos, gerou-se um banco de dados no *Microsoft Access* com todas as necessidades operacionais para que o processo tivesse uma interface de fácil acesso, como também contenha todas as informações necessárias para que possa acompanhar o andamento da manutenção de cada equipamento. Isto é, ter o controle do processo desde o seu planejamento até o encerramento dos documentos no SAP/R3.

O programa foi denominado de Acompanhamento de Equipamento de Grande Porte, como verifica-se na Figura 13, aumentou consideravelmente a agilidade de consulta e a confiabilidade e a credibilidade dos dados colhidos no campo durante a execução da manutenção.

**Início da Manutenção:** Data em que foi negociado e agendado com a MI / Operação para início da manutenção

**Previsão inicial de conclusão:** Data resultante do Projeto que tem por as tarefas e tempos definidos na vista téc e/ou o "tempo/tarefa padrão".

**Nº de Dias:** resultado da contagem automática da Data de "hoje" – a data de início da manutenção (dias corridos).

**Data de entrega:** Data em que a MI formalizou a conclusão da manutenção e entrega o equipamento à Operação - "Formulário assinado pela Operação e pela MI".

**Previsão atual de conclusão:** Data atual prevista para a conclusão da manutenção (se diferente da previsão inicial deve ter uma justificativa)

**Data inicio:** Data de início da macro- tarefa por especialidade ou a data em que a equipe foi acionada e programada para iniciar.

**Dias no STATUS:** Contagem automática do nº de dias decorridos para conclusão da macro - tarefa (Data Fim – Data inicio).

**Data Fim:** Data de conclusão da macro- tarefa por especialidade.

**Software Interface Details:**  
 Title: EQUIPAMENTOS DE GRANDE PORTE - [ACOMPANHAMENTO DE EQUIPAMENTOS DE GRANDE PORTE]  
 Menu: Arquivo, Cadastrar, Relatórios, Echar, Desfazer  
 Buttons: Localizar, CADASTRAR, Exibir, Abrir Planilha, Concluídos, Sair, Consultas, Localizar CE, Acompanhamento, Atualizar dia, Logoff, Mover concluídos  
 Filter: Consulta Pendências, Atualizações Caldeiraria  
 Fields: ADICIONADO POR, RESPONSÁVEL ÁREA, CRITICIDADE, SISTEMA, MOVER PARA CONCLUÍDOS  
 Table Headers: CLASSE, CE, N° SAP, TAG DO EQUIPAMENTO, ESTACÃO, ÁREA OPERACIONAL, TIPO DE MANUTENÇÃO, PRIORIDADE, PROGRAMAÇÃO, ÚLTIMA SPE, PRÓXIMA SPE, NÚMERO DA ORDEM OU NOTA, INÍCIO MANUTENÇÃO, PREV INICIAL CONCL, N° DIAS, PREV ATUAL CONCLUSÃO, DATA DA ENTREGA, DIAS EM ATRASO, GRUPO, STATUS DO EQUIPAMENTO, INSPECTOR RESPONSÁVEL, OBSERVAÇÃO, PROJETO  
 Footer: Controle de equipamentos de Grande Porte - Versão 4.66 - Criado por Cleonaldo, Registro: 184 de 184

Figura 13 – Tela de cadastramento do programa de acompanhamento de grande porte

No programa são cadastrados os equipamentos que terão manutenção conforme a atualização do SPIE. No cadastramento é indicado quando o equipamento terá intervenção, a previsão de início e término da manutenção, número de dias que o equipamento estará parado em manutenção, os *status* das equipes que estão realizando a serviços no equipamento.

O programa possui uma tela de consulta (Figura 14) que pode gerar vários relatórios de diversas situações. Esses relatórios são atualizados de acordo com a evolução da manutenção e mudança da programação de manutenção. Além disso, esses são divulgados nas reuniões de áreas e reuniões gerenciais.

Figura 14 – Tela de relatório do programa de acompanhamento de grande porte

### 3.4 Estratégia e processo da manutenção dos equipamentos de grande porte

Para verificar se a Manutenção e Inspeção (MI) está cumprindo a programação, de acordo com as exigências da NR-13 e o SPIE, são realizadas reuniões gerenciais com frequência semanal. Estas reuniões são presididas pelo gerente da MI com a presença dos representantes das equipes do PCM, da caldeiraria e da inspeção.

As reuniões gerenciais têm como objetivos:

- Verificar o andamento do cronograma dos equipamentos que terá intervenção ao longo do ano;
- Acompanhar os equipamentos que estão em manutenção para garantir o prazo de entrega para a operação;
- Identificar os equipamentos que não foram liberados pela operação.

Na reunião, também, é discutido o atendimento do cronograma de manutenção das válvulas de segurança, da manutenção dos geradores de vapor, a verificação dos índices de atendimentos e disponibilidade dos equipamentos.

Em seguida, são traçadas estratégias para que a MI possa atender os prazos estipulados para execução das manutenções dos equipamentos liberados. Após a conclusão da reunião é enviada a ata para todos os participantes.

Com as informações consolidadas nas reuniões gerenciais, a equipe de manutenção de grande porte inicia as negociações de liberação dos equipamentos com as áreas operacionais de Carmópolis (OP-CP) de Riachuelo e Siriri (OP-SR) em reuniões semanais.

Nas reuniões estão presentes os responsáveis diretos pelos equipamentos (vasos de pressão e tanques de armazenamento) que são supervisores, engenheiros ou técnicos de operação, um representante da construção e montagem (CM) e um representante da segurança do trabalho (SMS).

A liberação dos equipamentos é de total responsabilidade dos representantes da operação (OP-CP ou OP-SR). Além dessa negociação de liberação dos equipamentos são divulgadas outras informações, tais como: evolução da manutenção dos equipamentos anteriormente liberados; alteração do prazo de entrega do equipamento; cronograma de manutenção dos novos equipamentos.

O papel da construção e montagem (CM) é verificar existência de algum projeto de melhoria para os equipamentos que serão liberados para manutenção. Se a operação (OP-CP ou OP-SR) liberar algum equipamento, a equipe de manutenção de grande porte priorizará os procedimentos de segurança e fará o agendamento para preenchimento da Análise Preliminar de Risco – APR. O procedimento de preenchimento da APR tem como responsáveis os executantes da manutenção e a operação, que são orientados por um técnico de segurança. Em seguida, é programada a data de abertura do equipamento.

O mesmo processo é realizado para cada equipamento liberado, isso garante o cumprimento dos procedimentos de segurança.

Após cada reunião de área, a equipe de PCM da MI divulga a ata para as gerências de operação; construção e montagem; segurança do trabalho e manutenção e inspeção.

Outras atividades que a equipe de manutenção de equipamento de grande porte realiza são as visitas técnicas. Para estas, é enviado um convite solicitando a presença de no mínimo um representante das equipes de manutenção, para comparecer no local e horário previamente combinado para as visitas técnicas.

As visitas técnicas têm como objetivos:

- Analisar as tarefas conforme o plano de manutenção do equipamento (tarefas padrão), caracterizadas nas Tabelas 02 e 03;
- Analisar que tipos de serviços poderão ser executados na manutenção do equipamento, para gerar uma lista de tarefas;
- Verificar com cada disciplina as atividades que eles irão executar;
- Verificar aspectos de segurança do trabalho e meio ambiente;
- Verificar os recursos necessários para efetuar a manutenção (mão-de-obra, equipamentos especiais, sobressalentes, carro de apoio, ambulância e etc);
- Estimar o tempo necessário para realizar suas atividades.

Com esses dados, a equipe de equipamentos de grande porte desenvolve um projeto para consolidar as informações. O projeto irá demonstrar o tempo total da parada do equipamento, para isso é utilizado o *Microsoft Project*, um programa gerenciador de projetos.

Tabela 02 – Tabela padrão para tarefas e tempo médio de execução para tanques

EQUIPE	ETAPA DA MANUTENÇÃO	TEMPO MÉDIO PREVISTO P/ EQUIPAMENTO (DIA)			
		TANQUE DE TESTE	TANQUE DE TESTE	TQ DE CONJUNTO / AGUA	TQ DE CONJUNTO / AGUA
		GERAL(ate 500bbbl)	ANP	GERAL (>500bbbl)	ANP
INSTRUMENTAÇÃO	INST- REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS	0,5	0,5	0,5	0,5
	INST- REINSTALAÇÃO E TESTE DE INSTRUMENTOS	2,0	2,0	2,0	2,0
	INST- MANUT INSTRUMENTOS	2,0	2,0	2,0	2,0
	PRÉ-OPERAÇÃO E CHECK-LIST	1,0	1,0	1,0	1,0
INSPEÇÃO	INSP- INSPEÇÃO INICIAL	4,0	4,0	4,0	4,0
	INSP- INSPEÇÃO FINAL	1,0	1,0	1,0	1,0
CALDEIRARIA	CALD- ABERTURA E LIMPEZA	6,0	6,0	20,0	7,0
	CALD- ATENDIMENTO AS RTI's	30,0	30,0	40,0	40,0
	CALD- FECHAMENTO	1,0	1,0	2,0	1,0
	<b>TOTAL PREVISTO EM DIAS</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>71</b>	<b>57</b>
		<b>CAMINHO CRÍTICO</b>			
INSTRUMENTAÇÃO		6	6	6	6
INSPEÇÃO		5	5	5	5
CALDEIRARIA		37	37	62	48

Tabela 03 – Tabela padrão para tarefas e tempo médio de execução para vasos de pressão

EQUIPE	ETAPA DA MANUTENÇÃO	TEMPO MÉDIO PREVISTO P/ EQUIPAMENTO (DIA)			
		VASO DE PRESSÃO			
		TRATADOR	SEPARADOR	FILTROS	OUTROS (PEQ. PORTE)
INSTRUMENTAÇÃO	INST- REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS	1,0	0,5	1,0	1,0
	INST- REINSTALAÇÃO E TESTE DE INSTRUMENTOS	2,0	2,0	2,0	2,0
	INST- MANUT INSTRUMENTOS	5,0	2,0	2,0	2,0
	PRÉ-OPERAÇÃO E CHECK-LIST	0,5	0,5	0,5	0,5
INSPEÇÃO	INSP- INSPEÇÃO INICIAL	4,0	4,0	4,0	4,0
	INSP- INSPEÇÃO FINAL	1,0	1,0	1,0	1,0
CALDEIRARIA	CALD- ABERTURA E LIMPEZA	15,0	8,0	15,0	4,0
	CALD- ATENDIMENTO AS RTI's	30,0	20,0	25,0	4,0
	CALD- FECHAMENTO	2,0	1,0	10,0	1,0
	<b>TOTAL PREVISTO EM DIAS</b>	<b>56</b>	<b>37</b>	<b>59</b>	<b>18</b>
		<b>CAMINHO CRÍTICO</b>			
INSTRUMENTAÇÃO		9	5	6	6
INSPEÇÃO		5	5	5	5
CALDEIRARIA		47	29	50	9

Para cada equipamento é necessária, no mínimo, uma visita técnica e um projeto que contemple as atividades e o cronograma de execução.

Além de gerar o projeto, conforme a Figura 15, a equipe de manutenção deverá abrir as solicitações e as ordens de manutenção (OM) no SAP/R3, para que os custos da intervenção sejam apurados. Essas OM's são enviadas para os executantes que darão início à manutenção nas datas programadas.

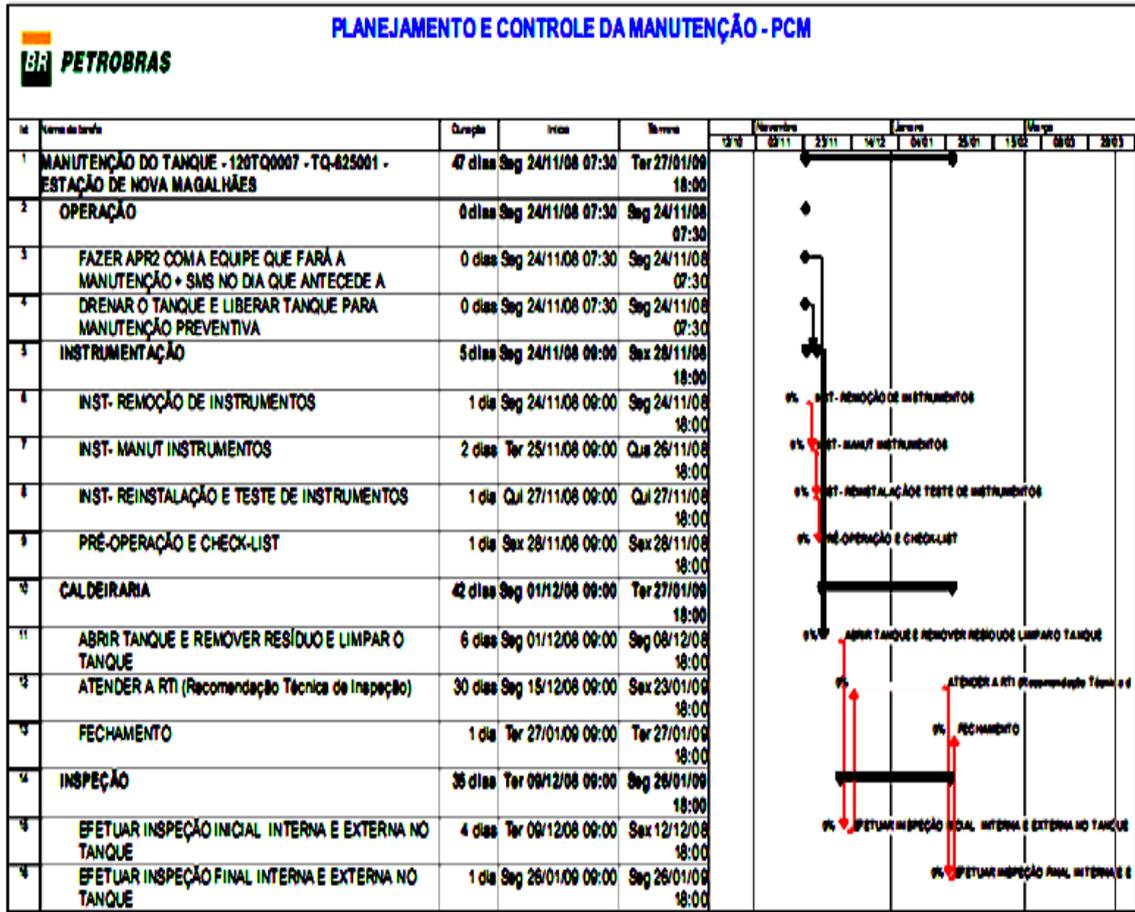


Figura 15 – Projeto de manutenção do 120TQ0007 elaborado no MS Project.

Para fazer o acompanhamento diário da intervenção, a equipe de manutenção de grande porte realiza:

- Visitas diárias aos equipamentos que estão em manutenção;
- Contatos com os executantes questionando sobre o andamento dos serviços;
- Atualização dos projetos e dos cronogramas de entrega dos equipamentos;
- Atualização do programa de acompanhamento de equipamento de grande porte.

Após a conclusão da manutenção dos equipamentos é realizada uma vistoria para entrega do equipamento à operação. Através de preenchimento de um *chek-list*, é verificado se o equipamento será entregue sem nenhuma não conformidade. Esse documento é assinado pelas equipes envolvidas na manutenção como também pelo responsável pela operação do equipamento.

Os dados coletados durante a manutenção do equipamento serão analisados, tratados e transformados em um relatório gerencial com as informações sobre o equipamento mantido, tipo de manutenção que foi executado, serviços executados, recursos utilizados, duração da manutenção, e outras informações não menos importantes.

Esse relatório será divulgado para os supervisores, gerentes de áreas e executantes e outras pessoas de interesse direto e indireto pela intervenção do equipamento.

A Figura 16 demonstra, resumidamente, as principais atividades da equipe de manutenção de equipamento de grande porte, as quais foram comentadas anteriormente.

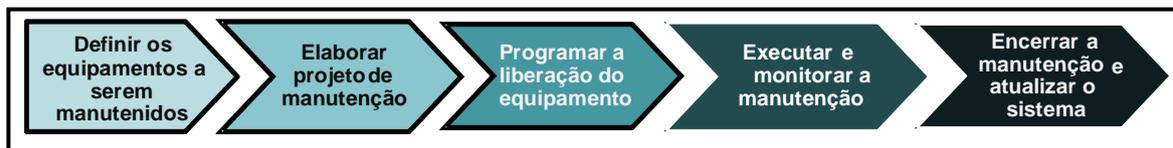


Figura 16 – Fluxo das atividades da equipe equipamento de grande porte.

### 3.5 Dados Históricos da Manutenção

Para auxiliar a análise das manutenções dos tanques e dos vasos de pressão realizadas são gerados gráficos e tabelas que demonstram em função do tempo como está sendo desenvolvida a manutenção para cada equipamento. As informações são analisadas em função do tempo previsto e o tempo executado indicando o desvio ocorrido em cada manutenção.

#### 3.5.1 Tanques

Os tanques de armazenamentos são utilizados para armazenar a mistura que é retirada dos poços de petróleo, sem tratamento, de petróleo, água e gás. Esses tanques de armazenamento também podem armazenar o petróleo tratado dentro das estações de tratamento.

No período de 2006 a 2008 foram executadas 124 manutenções em tanques de armazenamento em OP-CP e OP-SR. Essas manutenções foram para atendimento às exigências da Agência Nacional de Petróleo - ANP e ao SPIE.

Cabe ressaltar que estes tanques armazenam a produção de petróleo do ativo e de água que é obtida durante o processo de produção do petróleo, sendo portanto essencial que estas manutenção sejam realizadas para manter as condições operacionais e de segurança dos equipamentos.

As Tabelas 04, 05 e 06 demonstram as listas dos equipamentos que sofreram intervenções, o tipo de manutenção aplicada, a duração destas manutenções como também o desvio de programação. Essas tabelas foram utilizadas para gerar os gráficos comparativos entre o tempo previsto de manutenção e o tempo realizado da manutenção

Na Tabela 4 está demonstrado que o ano de 2006 foram executadas 31 intervenções para realizar manutenções preventivas.

O tempo médio que o equipamento ficou indisponível durante as manutenções executada em 2006 foi de 84,3 dias. Isto é, em média aproximadamente 23,1% do tempo de utilização do equipamento foi destinado para manutenção preventiva.

Tabela 04 – Tanques mantidos em 2006

MANUTENÇÃO PREVENTIVAS EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO - 2006												
PERÍODO	CE	TAG	ESTAÇÃO	ÁREA	TIPO DE MANUTENÇÃO	TEMPO PREVISTO			TEMPO REALIZADO			DESVIO +/-
						INÍCIO	FIM	Nº DIAS	INÍCIO	FIM	Nº DIAS	
1º SEMESTRE	120TQ0131	TQ-6250-04	ESTJER	CP	INSP. ANP	14/01/2006	14/06/2006	151	14/01/2006	17/06/2006	154	3
	120TQ0112	TQ-6311-03	ESTER	CP	INSP. GERAL	24/01/2006	13/03/2006	48	24/01/2006	26/04/2006	92	44
	120TQ0126	TQ-6311-03	ESTJER	CP	INSP. GERAL	30/01/2006	06/03/2006	35	30/01/2006	25/04/2006	85	50
	120TQ0087	TQ-6311-03	ESTSA	CP	INSP. GERAL	24/02/2006	10/05/2006	75	24/02/2006	31/05/2006	96	21
	120TQ0121	TQ-6311-02	ESTSN	SR	INSP. ANP	02/03/2006	16/06/2006	106	02/03/2006	23/06/2006	113	7
	120TQ0225	TQ-6330-01	ESTBONS	CP	INSP. GERAL	06/03/2006	10/04/2006	35	06/03/2006	17/04/2006	42	7
	120TQ0054	TQ-5334-02	ESTSZ1	SR	INSP. GERAL	10/04/2006	24/06/2006	75	10/04/2006	15/09/2006	158	83
	120TQ0223	TQ-6362-02	ESTBONS	CP	INSP. GERAL	03/05/2006	14/06/2006	42	03/05/2006	21/06/2006	49	7
	120TQ0111	TQ-6311-02	ESTER	CP	INSP. GERAL	08/05/2006	24/06/2006	47	08/05/2006	18/08/2006	102	55
	120TQ0005	TQ-6250-03	ESTNM	CP	INSP. ANP	24/05/2006	20/07/2006	57	24/05/2006	20/07/2006	57	0
	120TQ0105	TQ-6250-04	ESTMER	CP	INSP. ANP	24/05/2006	12/06/2006	19	24/05/2006	04/07/2006	41	22
	120TQ0114	TQ-6250-02	ESTPAN	CP	INSP. ANP	26/05/2006	25/07/2006	60	26/05/2006	25/07/2006	60	0
	120TQ0051	TQ-625002	ESTSZ1	SR	INSP. ANP	06/06/2006	30/06/2006	24	06/06/2006	20/07/2006	44	20
	120TQ0069	TQ-6250-03	ESTJOR	SR	INSP. ANP	06/06/2006	20/07/2006	44	06/06/2006	17/07/2006	41	-3
	120TQ0120	TQ-6250-03	ESTSN	SR	INSP. ANP	06/06/2006	25/07/2006	49	06/06/2006	14/07/2006	38	-11
120TQ0224	TQ-6362-03	ESTBONS	CP	INSP. GERAL	26/06/2006	15/08/2006	50	26/06/2006	17/08/2006	52	2	
2º SEMESTRE	120TQ0135	TQ-631102	ESTBONS	CP	INSP. GERAL	03/07/2006	15/12/2006	165	03/07/2006	11/06/2007	343	178
	120TQ0226	TQ 6311-01	SAT AN-06	SR	INSP. ANP	04/07/2006	20/09/2006	78	04/07/2006	07/12/2006	156	78
	120TQ0042	TQ-625001	ESTTRE	SR	INSP. ANP	24/07/2006	18/08/2006	25	24/07/2006	26/08/2006	33	8
	120TQ0064	TQ-6250-01	ESTCOQ	SR	INSP. ANP	24/07/2006	02/09/2006	40	24/07/2006	24/09/2006	62	22
	120TQ0082	TQ-6250-01	ESTBOM	SR	INSP. ANP	24/07/2006	02/09/2006	40	24/07/2006	26/09/2006	64	24
	120TQ0200	TQ-6362-01	EIACP	CP	INSP. GERAL	31/07/2006	05/09/2006	36	31/07/2006	26/09/2006	57	21
	120TQ0110	TQ-6311-01	ESTER	CP	INSP. GERAL	21/08/2006	22/10/2006	62	21/08/2006	22/10/2006	62	0
	120TQ0038	TQ-631103	ESTOI1	CP	INSP. GERAL	14/09/2006	20/11/2006	67	14/09/2006	05/12/2006	82	15
	120TQ0031	TQ-6311-03	ESTOI-2	CP	INSP. GERAL	20/09/2006	20/11/2006	61	20/09/2006	06/12/2006	77	16
	120TQ0010	TQ-6311-01	ESTNM	CP	INSP. GERAL	17/10/2006	25/12/2006	69	17/10/2006	25/12/2006	69	0
	120TQ0076	TQ-6250-01	ESTSB	CP	INSP. ANP	16/11/2006	15/12/2006	29	16/11/2006	15/12/2006	29	0
	120TQ0130	TQ-6250-03	ESTJER	CP	INSP. ANP	16/11/2006	05/01/2007	50	16/11/2006	19/01/2007	64	14
	120TQ0212	TQ 6311-02	SAT UC-1	SR	INSP. ANP	17/11/2006	05/02/2007	80	17/11/2006	05/02/2007	80	0
	120TQ0106	TQ-6250-01	ESTER	CP	INSP. ANP	20/11/2006	25/12/2006	35	20/11/2006	20/01/2007	61	26
	120TQ0139	TQ-533401	ESTBONS	CP	INSP. GERAL	13/12/2006	29/01/2007	47	13/12/2006	12/05/2007	150	103

Na Tabela 5 está demonstrado que durante ano de 2007 foram executadas 38 intervenções para realizar manutenções preventivas. Observa-se que o tempo médio que o equipamento ficou indisponível durante as manutenções executada em 2007 foi de 87,2 dias. Isto é, em média aproximadamente 23,9% do tempo de utilização do equipamento foi destinado para manutenção preventiva.

Tabela 05 – Tanques mantidos em 2007

MANUTENÇÃO PREVENTIVAS EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO - 2007												
PERÍODO	CE	TAG	ESTAÇÃO	ÁREA	TIPO DE MANUTENÇÃO	TEMPO PREVISTO			TEMPO REALIZADO			DESVIO +/-
						INÍCIO	FIM	Nº DIAS	INÍCIO	FIM	Nº DIAS	
1º SEMESTRE	120TQ0113	TQ-6250-01	ESTPAN	CP	INSP. ANP	04/01/2007	12/02/2007	39	04/01/2007	28/02/2007	55	16
	120TQ0074	TQ-6311-02	ESTSB	CP	INSP. GERAL	08/01/2007	25/03/2007	76	08/01/2007	12/04/2007	94	18
	120TQ0074	TQ-6311-02	ESTSB	CP	INSP. GERAL	08/01/2007	25/03/2007	76	08/01/2007	12/04/2007	94	18
	120TQ0207	TQ-6311-02	SAT CP-487	SR	INSP. ANP	12/01/2007	25/03/2007	72	12/01/2007	07/05/2007	115	43
	120TQ0036	TQ-6311-01	ESTOI-1	CP	INSP. GERAL	29/01/2007	30/03/2007	60	29/01/2007	17/04/2007	78	18
	120TQ0036	TQ-6311-01	ESTOI-1	CP	INSP. GERAL	29/01/2007	30/03/2007	60	29/01/2007	17/04/2007	78	18
	120TQ0044	TQ-6311-01	ESTTR	SR	INSP. GERAL	14/02/2007	10/04/2007	55	14/02/2007	25/04/2007	70	15
	120TQ0129	TQ-6250-02	ESTJER	CP	INSP. ANP	26/02/2007	05/05/2007	68	26/02/2007	29/05/2007	92	24
	120TQ0133	TQ-625006	ESTJER	CP	INSP. GERAL	08/03/2007	30/06/2007	114	08/03/2007	20/07/2007	134	20
	120TQ0090	TQ-6250-04	ESTOIT2	CP	INSP. ANP	12/03/2007	12/04/2007	31	12/03/2007	12/04/2007	31	0
	120TQ0222	TQ-6362-01	ESTBON	CP	INSP. GERAL	27/03/2007	25/04/2007	29	27/03/2007	02/05/2007	36	7
	120TQ0129	TQ-625002	ESTJER	CP	INSP. GERAL	02/04/2007	29/05/2007	57	02/04/2007	10/06/2007	69	12
	120TQ0057	TQ-5336-02	EIA-SZ	SR	INSP. GERAL	09/04/2007	06/06/2007	58	09/04/2007	21/10/2007	195	137
	120TQ0067	TQ-6250-01	ESTJOR	SR	INSP. ANP	12/04/2007	04/06/2007	53	12/04/2007	04/06/2007	53	0
	120TQ0067	TQ-625001	ESTJOR	SR	INSP. ANP	12/04/2007	15/05/2007	33	12/04/2007	30/05/2007	48	15
	120TQ0037	TQ-631102	ESTOI1	CP	INSP. GERAL	18/04/2007	15/06/2007	58	18/04/2007	22/06/2007	65	7
	120TQ0073	TQ-631101	ESTSB	CP	INSP. GERAL	10/05/2007	22/07/2007	73	10/05/2007	15/08/2007	97	24
	120TQ0140	TQ-533402	ESTBONS	CP	INSP. GERAL	21/05/2007	26/09/2007	128	21/05/2007	29/12/2007	222	94
	120TQ0009	TQ-631103	ESTNM	CP	INSP. GERAL	04/06/2007	29/06/2007	25	04/06/2007	29/06/2007	25	0
	120TQ0053	TQ-533401	EIASZ	SR	INSP. GERAL	19/06/2007	04/08/2007	46	19/06/2007	04/08/2007	46	0
2º SEMESTRE	120TQ0086	TQ-631102	ESTSA	CP	INSP. GERAL	12/07/2007	26/09/2007	76	12/07/2007	31/10/2007	111	35
	120TQ0032	TQ-631104	ESTOI2	CP	INSP. GERAL	12/07/2007	20/09/2007	70	12/07/2007	05/10/2007	85	15
	120TQ0046	TQ-631103	ESTTRE	SR	INSP. GERAL	22/08/2007	05/10/2007	44	22/08/2007	14/11/2007	84	40
	120TQ0099	TQ-631102	ESTMER	CP	INSP. GERAL	27/08/2007	11/10/2007	45	27/08/2007	03/12/2007	98	53
	120TQ0039	TQ-625001	ESTOI1	CP	INSP. GERAL	27/09/2007	10/11/2007	44	27/09/2007	20/12/2007	84	40
	120TQ0090	TQ-625004	ESTOI2	CP	INSP. GERAL	27/09/2007	11/11/2007	45	27/09/2007	14/11/2007	48	3
	120TQ0257	TQ-6311001	EQMÓVEL	SR	INSP. GERAL	29/10/2007	05/01/2008	68	29/10/2007	12/03/2008	135	67
	120TQ0056	TQ-5336-01	EIASZ	SR	INSP. GERAL	01/11/2007	06/02/2008	97	01/11/2007	18/04/2008	169	72
	120TQ0066	TQ-625003	ESTCOQ	SR	INSP. GERAL	06/11/2007	21/12/2007	45	06/11/2007	13/01/2008	68	23
	120TQ0084	TQ-625003	ESTBOM	SR	INSP. GERAL	06/11/2007	21/12/2007	45	06/11/2007	08/02/2008	94	49
	120TQ0030	TQ-631102	ESTOI2	CP	INSP. GERAL	07/11/2007	16/01/2008	70	07/11/2007	20/02/2008	105	35
	120TQ0091	TQ-625004	ESTSA	CP	INSP. GERAL	08/11/2007	27/12/2007	49	08/11/2007	09/01/2008	62	13
	120TQ0362	TQ-631104	ESTSA	CP	INSP. GERAL	22/11/2007	22/01/2008	61	22/11/2007	21/02/2008	91	30
	120TQ0045	TQ-631102	ESTTRE	SR	INSP. GERAL	28/11/2007	06/02/2008	70	28/11/2007	06/02/2008	70	0
	120TQ0123	TQ-631103	ESTSN	SR	INSP. GERAL	05/12/2007	05/02/2008	62	05/12/2007	11/03/2008	97	35
	120TQ0092	TQ-625005	ESTOI2	CP	INSP. GERAL	17/12/2007	29/01/2008	43	17/12/2007	29/01/2008	43	0
	120TQ0079	TQ-631101	ESTBOM	SR	INSP. GERAL	28/12/2007	21/02/2008	55	28/12/2007	07/04/2008	101	46
	120TQ0063	TQ-631103	ESTCOQ	SR	INSP. GERAL	28/12/2007	16/02/2008	50	28/12/2007	10/03/2008	73	23

Na Tabela 6 demonstra-se que durante ano de 2008 foram executadas 55 intervenções para realizar manutenções preventivas. O primeiro semestre de 2008 foi parado um número de equipamentos maior em relação ao segundo semestre, isto ocorreu por causa uma decisão estratégica de antecipar a manutenção dos equipamentos que fazem parte do projeto de descentralização de OP-CP.

Tabela 06 – Tanques mantidos em 2008

MANUTENÇÃO PREVENTIVAS EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO - 2008												
PERÍODO	CE	TAG	ESTAÇÃO	ÁREA	TIPO DE MANUTENÇÃO	TEMPO PREVISTO			TEMPO REALIZADO			DESVIO +/-
						INÍCIO	FIM	Nº DIAS	INÍCIO	FIM	Nº DIAS	
1º SEMESTRE	120TQ0047	TQ-631101	ESTSZ1	SR	INSP ANP	16/01/2008	20/02/2008	35	16/01/2008	25/03/2008	69	34
	120TQ0107	TQ-6250-02	ESTER	CP	INSP. ANP	13/02/2008	24/04/2008	71	13/02/2008	21/05/2008	98	27
	120TQ0143	TQ-121105	SAT RO-265	SR	INSP GERAL	18/02/2008	14/03/2008	25	18/02/2008	10/05/2008	82	57
	120TQ0275	TQ-631107	SAT RO-112	SR	INSP GERAL	18/02/2008	24/03/2008	35	18/02/2008	24/04/2008	66	31
	120TQ0278	TQ-631110	SAT RO-164	SR	INSP. GERAL	18/02/2008	28/02/2008	10	18/02/2008	24/04/2008	66	56
	120TQ0274	TQ-631105	SAT RO-69	SR	INSP GERAL	19/02/2008	29/02/2008	10	19/02/2008	10/05/2008	81	71
	120TQ0277	TQ-631108	SAT RO-164	SR	INSP GERAL	20/02/2008	15/04/2008	55	20/02/2008	17/04/2008	57	2
	120TQ0089	TQ-625002	ESTSA	CP	INSP. GERAL	22/02/2008	17/03/2008	24	22/02/2008	27/03/2008	34	10
	120TQ0040	TQ-625002	ESTOI1	CP	INSP GERAL	27/02/2008	15/04/2008	48	27/02/2008	02/04/2008	35	-13
	120TQ0078	TQ-625003	ESTSB	CP	INSP GERAL	27/02/2008	28/04/2008	61	27/02/2008	07/04/2008	40	-21
	120TQ0029	TQ-6311-01	ESTOI2	CP	INSP GERAL	28/02/2008	08/05/2008	70	28/02/2008	23/05/2008	85	15
	120TQ0146	TQ-631102	ESTIP	SR	INSP GERAL	04/03/2008	30/04/2008	57	04/03/2008	23/06/2008	111	54
	120TQ0072	TQ-631103	ESTJOR	SR	INSP. ANP	19/03/2008	20/06/2008	93	19/03/2008	03/06/2008	76	-17
	120TQ0142	TQ-121104	SAT RO-248	SR	INSP GERAL	19/03/2008	15/05/2008	57	19/03/2008	03/06/2008	76	19
	120TQ0043	TQ-625002	ESTTRE	SR	INSP GERAL	19/03/2008	15/05/2008	57	19/03/2008	12/05/2008	54	-3
	120TQ0232	TQ-631110	CP-298	SR	INSP GERAL	19/03/2008	20/05/2008	62	19/03/2008	14/06/2008	87	25
	120TQ0104	TQ-625002	ESTMER	CP	INSP GERAL	20/03/2008	16/05/2008	57	20/03/2008	16/04/2008	27	-30
	120TQ0062	TQ-631102	ESTCOQ	SR	INSP ANP	02/04/2008	23/05/2008	51	02/04/2008	25/04/2008	23	-28
	120TQ0004	TQ-122101	MG-29	SR	INSP GERAL	03/04/2008	30/05/2008	57	03/04/2008	03/07/2008	91	34
	120TQ420349	TQ-631106	AG-11	SR	INSP ANP	07/04/2008	23/04/2008	16	07/04/2008	23/04/2008	16	0
	120TQ0150	TQ-631102	ESTRB	SR	INSP ANP	09/04/2008	04/05/2008	25	09/04/2008	10/05/2008	31	6
	120TQ0216	TQ-631102	SAT ARI-02	SR	INSP GERAL	09/04/2008	23/04/2008	14	09/04/2008	23/04/2008	14	0
	120TQ0104	TQ-625003	ESTMER	CP	INSP GERAL	22/04/2008	23/05/2008	31	22/04/2008	03/06/2008	42	11
	120TQ0088	TQ-625001	ESTSA	CP	INSP GERAL	22/04/2008	22/05/2008	30	22/04/2008	12/06/2008	51	21
	120TQ0081	TQ-631103	ESTBOM	SR	INSP ANP	23/04/2008	08/07/2008	76	23/04/2008	29/05/2008	36	-40
	120TQ0065	TQ-625002	ESTCOQ	SR	INSP ANP	24/04/2008	24/06/2008	61	24/04/2008	01/07/2008	68	7
	120TQ0227	TQ-631132	SAT CP-734	SR	INSP GERAL	02/05/2008	01/07/2008	60	02/05/2008	01/08/2008	91	31
	120TQ0205	TQ-121107	SAT RO-215	SR	INSP GERAL	06/05/2008	02/07/2008	57	06/05/2008	17/07/2008	72	15
	120TQ0273	TQ-631106	SAT RO-69	SR	INSP GERAL	06/05/2008	02/07/2008	57	06/05/2008	21/07/2008	76	19
	120TQ0276	TQ-631109	SAT RO-112	SR	INSP GERAL	06/05/2008	02/07/2008	57	06/05/2008	15/07/2008	70	13
	120TQ0284	TQ-631111	SAT RO-244	SR	INSP GERAL	06/05/2008	02/07/2008	57	06/05/2008	19/07/2008	74	17
	120TQ0061	TQ-631101	ESTCOQ	SR	INSP GERAL	13/05/2008	15/08/2008	94	13/05/2008	15/08/2008	94	0
	120TQ0230	TQ-631101	RO-169	SR	INSP GERAL	15/05/2008	18/07/2008	64	15/05/2008	01/08/2008	78	14
	120TQ0144	TQ-121106	SAT RO-265	SR	INSP GERAL	16/05/2008	14/07/2008	59	16/05/2008	01/08/2008	77	18
	120TQ0066	TQ-625002	ESTNM	CP	INSP ANP	19/05/2008	15/07/2008	57	19/05/2008	15/07/2008	57	0
	120TQ0247	TQ-631104	ESTBRG	SR	INSP GERAL	19/05/2008	15/07/2008	57	19/05/2008	01/08/2008	74	17
	120TQ0261	TQ-321300631104	BRG-35	SR	INSP GERAL	19/05/2008	16/07/2008	58	19/05/2008	28/07/2008	70	12
	120TQ0313	TQ-631101	RO-162	SR	INSP GERAL	19/05/2008	15/07/2008	57	19/05/2008	02/07/2008	44	-13
	120TQ0152	TQ-631104	ESTRB	SR	INSP GERAL	26/05/2008	26/08/2008	92	26/05/2008	25/11/2008	183	91
	120TQ0138	TQ-121102	SAT RO-223	SR	INSP GERAL	02/06/2008	29/07/2008	57	02/06/2008	02/08/2008	61	4
	120TQ0229	TQ-631101	RO-36	SR	INSP GERAL	03/06/2008	30/07/2008	57	03/06/2008	30/07/2008	57	0
	120TQ0070	TQ-631101	ESTJOR	SR	INSP ANP	25/06/2008	10/09/2008	77	25/06/2008	10/09/2008	77	0
	120TQ0286	TQ-121108	SAT RO-215	SR	INSP GERAL	04/08/2008	01/10/2008	58	04/08/2008	21/08/2008	17	-41
	120TQ0137	TQ-121101	SAT RO-223	SR	INSP GERAL	05/08/2008	19/09/2008	45	05/08/2008	02/10/2008	58	13
	120TQ0141	TQ-121103	SAT RO-248	SR	INSP GERAL	05/08/2008	02/10/2008	58	05/08/2008	24/09/2008	50	-8
	120TQ0285	TQ-631112	SAT RO-244	SR	INSP GERAL	12/08/2008	09/10/2008	58	12/08/2008	09/10/2008	58	0
	120TQ0130	TQ-625003	ESTJER	CP	INSP GERAL	18/08/2008	25/11/2008	99	18/08/2008	25/11/2008	99	0
120TQ0249	TQ-631102	SAT BRG-35	SR	INSP GERAL	20/08/2008	17/10/2008	58	20/08/2008	26/11/2008	98	40	
120TQ0008	TQ-631102	ESTNM	CP	INSP GERAL	27/08/2008	04/12/2008	99	27/08/2008	12/02/2009	169	70	
120TQ0319	TQ-631128	CP-1394	CP	INSP GERAL	16/09/2008	15/11/2008	60	16/09/2008	15/11/2008	60	0	
120TQ0076	TQ-625001	ESTSB	CP	INSP GERAL	02/10/2008	17/11/2008	46	02/10/2008	26/11/2008	55	9	
120TQ0119	TQ-625002	ESTSN	SR	INSP ANP	16/10/2008	16/12/2008	61	16/10/2008	16/12/2008	61	0	
120TQ0128	TQ-625001	ESTJER	CP	INSP GERAL	17/11/2008	20/01/2009	64	17/11/2008	29/01/2009	73	9	
120TQ0114	TQ-6250-02	ESTPAN	CP	INSP. GERAL	17/11/2008	20/01/2009	64	17/11/2008	21/01/2009	65	1	
120TQ0077	TQ-625002	ESTSB	CP	INSP. GERAL	24/11/2008	26/01/2009	63	24/11/2008	26/01/2009	63	0	

O tempo médio que o equipamento ficou indisponível durante as manutenções executada em 2008 foi de 68,1 dias. Isto é, em média aproximadamente 18,66% do tempo de utilização do equipamento foi destinado para manutenção preventiva.

A Tabela 07 demonstra a extratificação da quantidade dos equipamentos mantido durante os três anos e o número de dias previsto e realizado para cada ano.

Tabela 07 – Extratificação das manutenções dos tanques

Ano	Quantidade Tanques	Média de dias	
		Previsto	Realizado
2006	31	58,10	84,29
2007	38	59,21	87,24
2008	55	55,24	67,22

No Gráfico 01 observa-se que os equipamentos 120TQ0131 e 120TQ0054, apresentaram um acentuado desvio de programação devido às condições físicas do equipamento que apresentava muito não conformidades, como por exemplo, corrosão na chaparia do tanque, descascamento da pintura, entre outras não conformidades que foram identificadas pela inspeção.

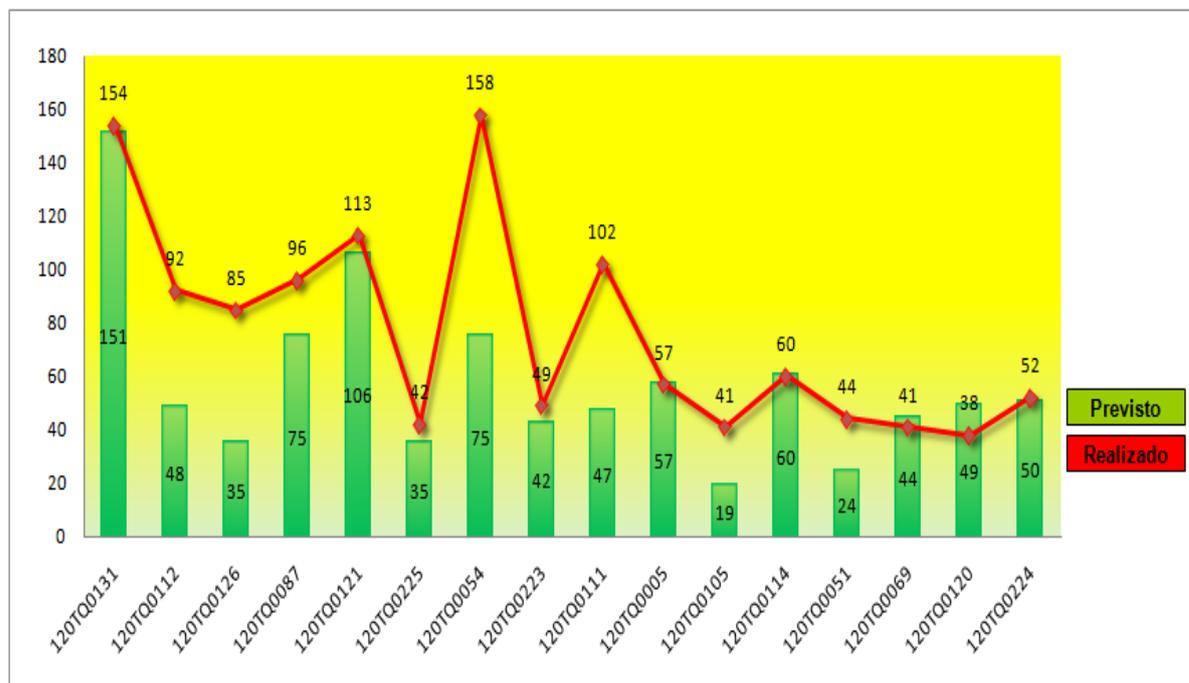


Gráfico 01 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques  
Ano – 2006 primeiro semestre

Essas não conformidades implicaram diretamente na disponibilidade do equipamento. O mesmo problema ocorreu com o tanque 120TQ0135 como observado no Gráfico 02. Cabe ressaltar que muitos tanques estão instalados em áreas de elevada concentração de agentes corrosivos, como por exemplos o H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>, isto provoca um maior desvio na programação da manutenção.

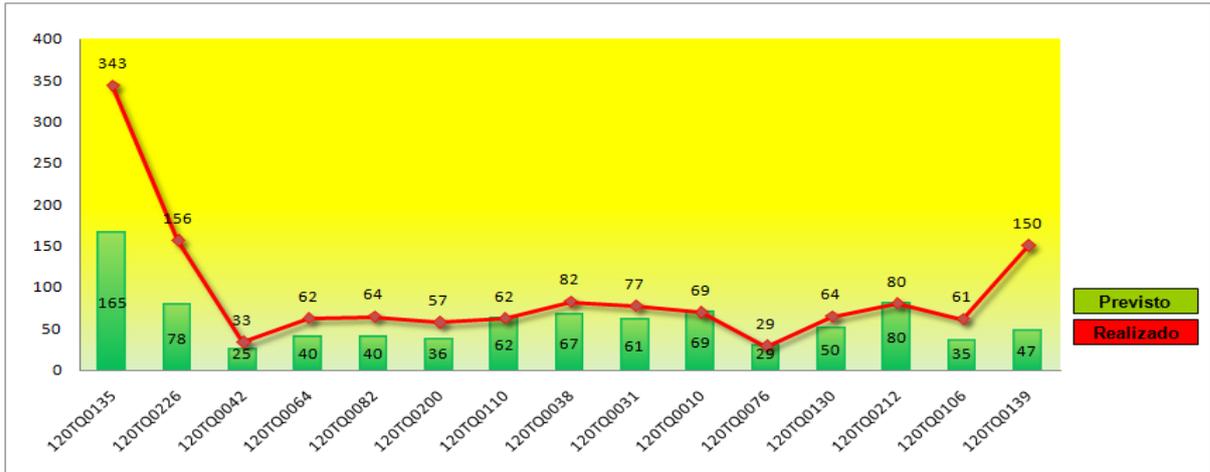


Gráfico 02 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques  
Ano – 2006 segundo semestre

No Gráfico 03 observa-se os equipamentos que foram mantidos no primeiro semestre de 2007 os equipamentos 120TQ0057 e 120TQ0140 destacaram pelos desvios de programação muito acentuado.

No tanque 120TQ0057 a inspeção de equipamento identificou acentuada corrosão na estrutura interna do teto o que demandou muito tempo efetuar o reparo. O tanque 120TQ0140 é um tanque de flotação de água produzida que tem características diferenciadas em relação a outros tanques. Esse tanque tem revestimento interna em fibra e grandes tubulações interna. Na manutenção do tanque 120TQ0140 foi necessário a contratação de mão-de-obra especializada para verificar as condições da chaparia e a elevação das tubulações interna o que inicialmente não estava previsto no projeto da manutenção preventiva.

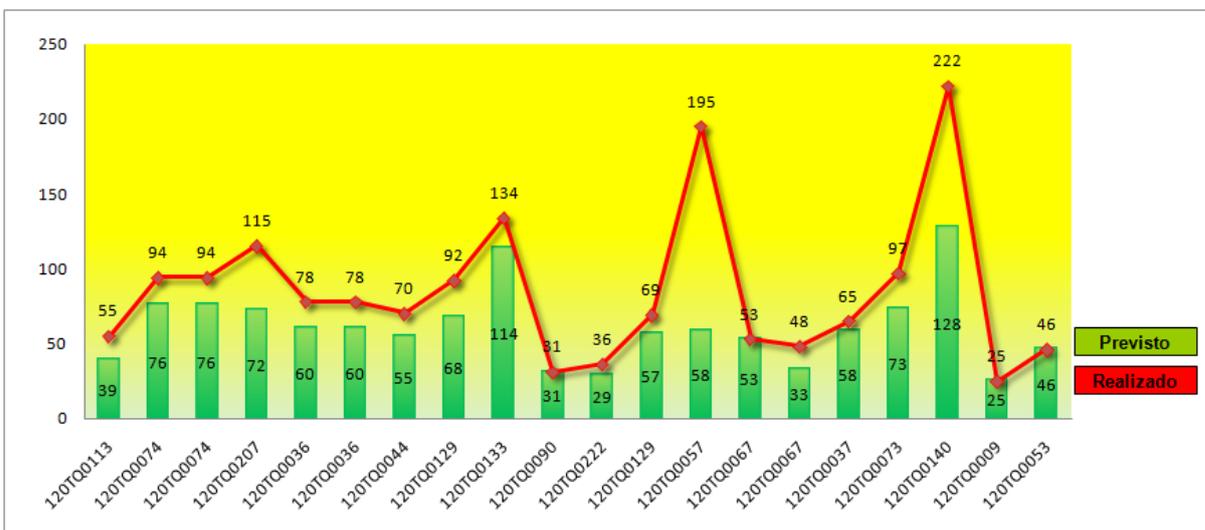


Gráfico 03 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques  
Ano – 2007 primeiro semestre

No Gráfico 04 observa-se os equipamentos que foram mantidos no segundo semestre de 2007 os equipamentos 120TQ0257 e 120TQ0056 destacaram pelos desvios de programação muito acentuado.

O tanque 120TQ0257 é um equipamento móvel. Esses tanques móveis quando movimentados são golpeados e sua estrutura é amassada, gerando falsa medição do volume ocupado, além de armazenar o produto sem tratamento, o que aumenta a corrosão interna do equipamento. O tanque 120TQ0056 teve a mesma situação encontrada no tanque 120TQ0057, foi identificada muita corrosão no teto que provocou a substituição total do teto, tarefa inicialmente não prevista no projeto da manutenção.

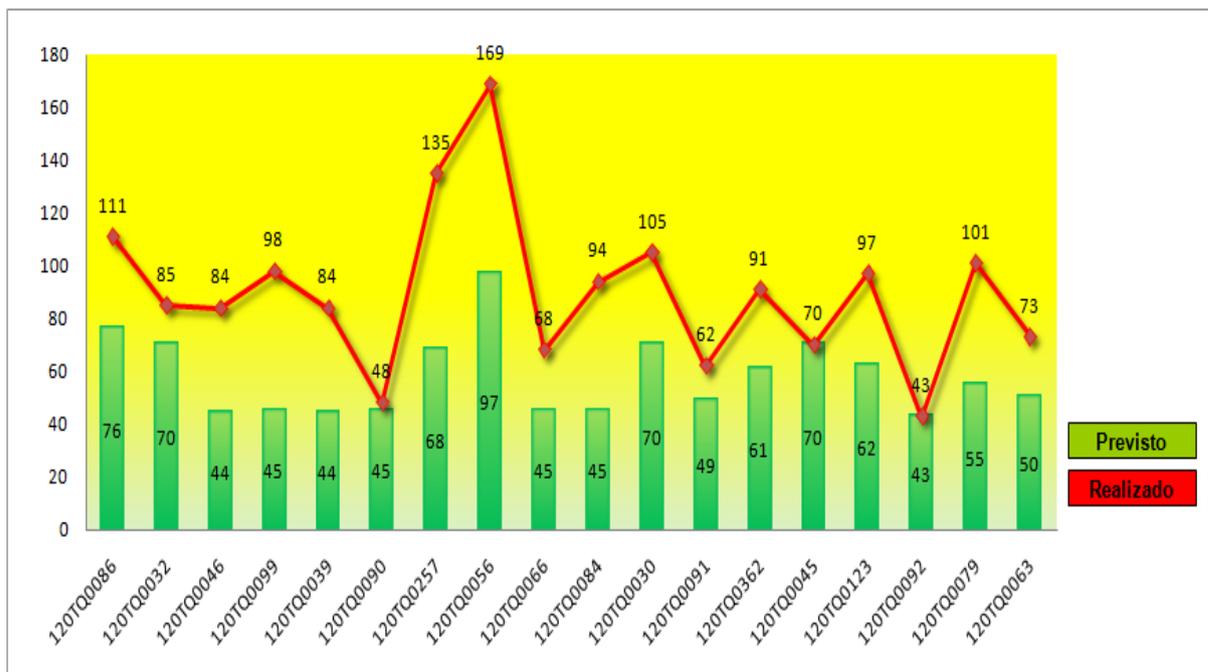


Gráfico 04 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques  
Ano – 2007 segundo semestre

No Gráfico 05 observa-se um número maior de equipamento mantidos no primeiro semestre de 2008, esse fato se deu por causa da antecipação de alguns tanques que estão no projeto de descentralização.

Observa-se também que o tanque 120TQ0152 apresentou grande desvio na execução da manutenção. O local de instalação do tanque 120TQ0152 fica na estação de Robalo aproximadamente 75km da base de operação de OP-CP. Logo a principal dificuldade para realizar os serviços é a logística, ou seja, a movimentação de material e o deslocamento da mão-de-obra que fica complexa devido o acesso que é realizado em estrada de barro.

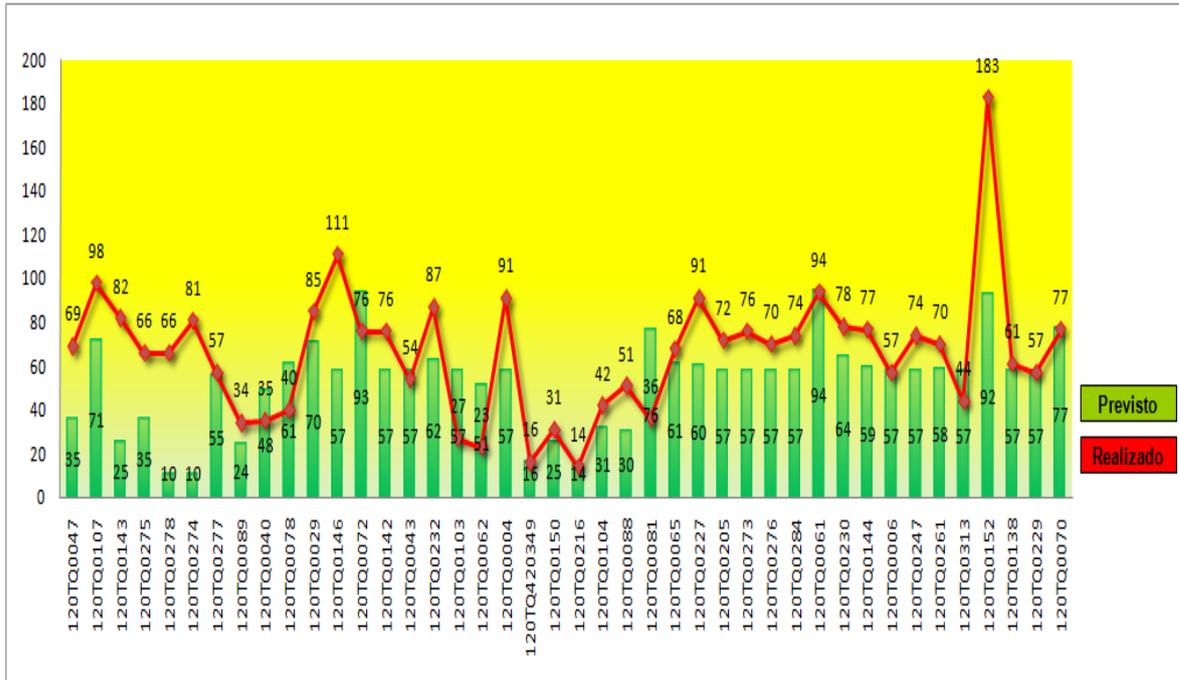


Gráfico 05 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques  
Ano – 2008 primeiro semestre

No Gráfico 06 observa-se um número menor de equipamento mantenidos no segundo semestre de 2008. Neste gráfico, verifica-se que os equipamentos que foram mantenidos estão abaixo do tempo previsto, isso porque nesses equipamentos não foi encontrado muita irregularidade.

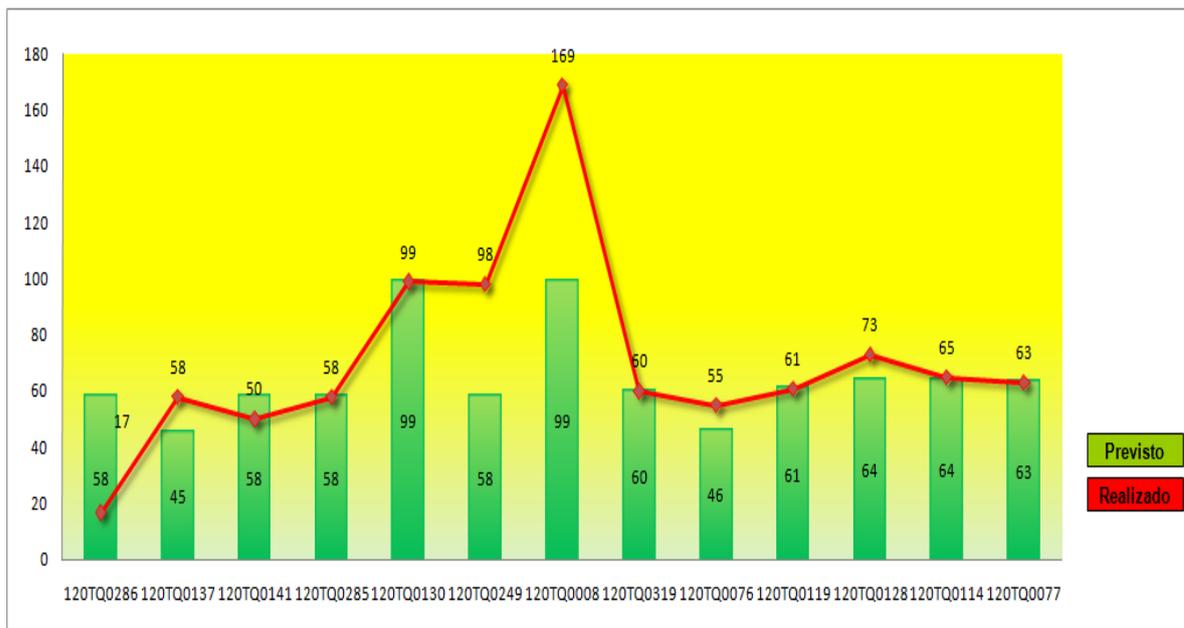


Gráfico 06 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – tanques  
Ano – 2008 segundo semestre

Através desses gráficos, observa-se que a programação da manutenção dos equipamentos é cumprida e que existe influência de outros fatores que diz respeito à estratégia de produção e projetos de melhoria da empresa.

No entanto, estão sendo avaliadas as tarefas da manutenção para que estes desvios sejam minimizados.

### 3.5.2 Vasos

Os vasos de pressão são utilizados nos processos de separação de líquidos, gases e condensados. As Tabelas 06, 07 e 08 demonstram a programação do SPIE durante os anos de 2006, 2007 e 2008.

No processo em que os vasos de pressão estão submetidos a elevadas concentrações de agentes corrosivos, como por exemplos o H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>.

No ano de 2006 foram mantidos 17 vasos de pressão com uma média de 9,8% do tempo de utilização do equipamento destinada para a manutenção preventiva.

Tabela 08 – Tabela dos vasos de pressão mantidos em 2006

MANUTENÇÃO PREVENTIVAS EM VASOS DE PRESSÃO - 2006											
CE	TAG	ESTAÇÃO	ÁREA	TIPO DE MANUTENÇÃO	TEMPO PREVISTO			TEMPO REALIZADO			DESVIO +/-
					INÍCIO	FIM	Nº DIAS	INÍCIO	FIM	Nº DIAS	
120VP0358	V-5332-01	ESTCOQ	CP	INSP. INTERNA	30/01/2006	20/03/2006	49	30/01/2006	20/03/2006	49	0
120VP0673	RA-01	E.C.C.P	CP	INSP. INTERNA	15/02/2006	16/02/2006	1	15/02/2006	16/02/2006	1	0
120VP0268	V-1222-05	ESTJER	CP	INSP. INTERNA	24/02/2006	04/05/2006	69	24/02/2006	04/05/2006	69	0
120VP0704	V-1226-01	ESTSN	SR	INSP. INTERNA	06/03/2006	26/03/2006	20	06/03/2006	26/03/2006	20	0
120VP0691	V-1226-01	ESTJOR	SR	INSP. INTERNA	16/03/2006	06/04/2006	21	16/03/2006	11/04/2006	26	5
120VP0744	V-1231-10	UPGN	CP	INSP. INTERNA	22/03/2006	26/03/2006	4	22/03/2006	26/03/2006	4	0
120VP0376	V-5232-03	ESTSZ2	SR	INSP. INTERNA	25/03/2006	16/06/2006	83	25/03/2006	29/06/2006	96	13
120VP0288	V-5332-02	ESTMER	CP	INSP. INTERNA	12/04/2006	03/05/2006	21	12/04/2006	07/06/2006	56	35
120VP0369	V-5332-03	ESTSA	CP	INSP. INTERNA	24/05/2006	16/06/2006	23	24/05/2006	05/07/2006	42	19
120VP0267	V-1222-04	ESTJER	CP	INSP. INTERNA	04/07/2006	20/08/2006	47	04/07/2006	20/08/2006	47	0
120VP0394	V-5332-03	ESTSB	CP	INSP. INTERNA	20/07/2006	18/08/2006	29	20/07/2006	22/09/2006	64	35
120VP0343	V-5332-01	ESTOI-2	CP	INSP. INTERNA	21/08/2006	15/09/2006	25	21/08/2006	22/09/2006	32	7
120VP0297	V-5332-01	ESTPAN	CP	INSP. INTERNA	04/09/2006	20/10/2006	46	04/09/2006	27/10/2006	53	7
120VP0386	V-5332-02	ESTSZ2	SR	INSP. INTERNA	09/11/2006	10/12/2006	31	09/11/2006	20/12/2006	41	10
120VP0633	V-4002-11	ECCP	CP	INSP. INTERNA	20/11/2006	23/11/2006	3	20/11/2006	23/11/2006	3	0
120VP0636	V-4002-31	ECCP	CP	INSP. INTERNA	20/11/2006	23/11/2006	3	20/11/2006	23/11/2006	3	0
120VP0637	V-4002-51	ECCP	CP	INSP. INTERNA	20/11/2006	23/11/2006	3	20/11/2006	23/11/2006	3	0

No período de 2007 foram mantidos 23 vasos de pressão, um pequeno aumento de equipamento em relação ao ano de anterior, porém com mais eficiência na execução, que em média 5,9% do tempo de utilização do equipamento foi utilizado para realizar manutenção preventiva. Este percentual é um dos melhores resultados obtidos nos últimos anos, em decorrência do efetivo plano de manutenção.

Tabela 09 – Tabela dos vasos de pressão mantidos em 2007

MANUTENÇÃO PREVENTIVAS EM VASOS DE PRESSÃO - 2007											
CE	TAG	ESTAÇÃO	ÁREA	TIPO DE MANUTENÇÃO	TEMPO PREVISTO			TEMPO REALIZADO			DESVIO +/-
					INÍCIO	FIM	Nº DIAS	INÍCIO	FIM	Nº DIAS	
120VP1120	V-1225-03	ESTRB	SR	INSP. INTERNA	29/01/2007	02/02/2007	4	29/01/2007	01/02/2007	3	-1
120VP0004	V-5332-02	ESTNM	CP	INSP. INTERNA	25/05/2007	20/06/2007	26	25/05/2007	06/07/2007	42	16
120VP0335	V-122502	ESTOI1	CP	INSP. INTERNA	27/06/2007	28/07/2007	31	27/06/2007	15/08/2007	49	18
120VP0275	V-624004	ECCP	CP	INSP. INTERNA	27/08/2007	31/08/2007	4	27/08/2007	13/09/2007	17	13
120VP1142	V-513503	GV-32 (EQMÓVEL)	SR	INSP. INTERNA	28/08/2007	23/09/2007	26	28/08/2007	28/09/2007	31	5
120VP0330	V-122601	ESTOI1	CP	INSP. INTERNA	14/09/2007	15/09/2007	1	14/09/2007	15/09/2007	1	0
120VP0270	V-122601	ESTJER	CP	INSP. INTERNA	14/09/2007	20/09/2007	6	14/09/2007	15/09/2007	1	-5
120VP0347	V-533203	ESTOI2	CP	INSP. INTERNA	15/09/2007	12/10/2007	27	15/09/2007	14/11/2007	60	33
120VP1091	V-122601	BAP-CP	CP	INSP. INTERNA	19/09/2007	21/09/2007	2	19/09/2007	21/09/2007	2	0
120VP1097	V-625002	ESTSZ1	SR	INSP. INTERNA	20/09/2007	27/09/2007	7	20/09/2007	27/09/2007	7	0
120VP1056	V-513501	ESTBONS	CP	INSP. INTERNA	05/10/2007	06/10/2007	1	05/10/2007	05/10/2007	0	-1
120VP0289	V-533203	ESTJOR	SR	INSP. INTERNA	05/11/2007	20/12/2007	45	05/11/2007	20/12/2007	45	0
120VP0395	V-533202	ESTSB	CP	INSP. INTERNA	15/11/2007	13/12/2007	28	15/11/2007	11/01/2008	57	29
120VP0602	V-12310101	UPGNCP	CP	INSP. INTERNA	19/11/2007	25/11/2007	6	19/11/2007	25/11/2007	6	0
120VP0603	V-12310201	UPGNCP	CP	INSP. INTERNA	19/11/2007	25/11/2007	6	19/11/2007	25/11/2007	6	0
120VP0604	V-12310202	UPGNCP	CP	INSP. INTERNA	19/11/2007	25/11/2007	6	19/11/2007	25/11/2007	6	0
120VP0373	V-122203	ESTSA	CP	INSP. INTERNA	30/11/2007	28/12/2007	28	30/11/2007	14/02/2008	76	48
120VP0392	V-122601	ESTSB	CP	INSP. INTERNA	30/11/2007	01/12/2007	1	30/11/2007	30/11/2007	0	-1
120VP1213	V-5412-02	ESTBRG	SR	INSP. INTERNA	17/12/2007	19/12/2007	2	17/12/2007	19/12/2007	2	0
120VP0707	FTR-51210102	ESTVAP4	CP	INSP. INTERNA	21/12/2007	11/01/2008	21	21/12/2007	11/01/2008	21	0
120VP0708	FTR-51210103	ESTVAP4	CP	INSP. INTERNA	27/12/2007	11/01/2008	15	27/12/2007	11/01/2008	15	0
120VP1735	V-533204	OFICINA DE SOLDA-CP	SR	INSP. INTERNA	27/12/2007	06/02/2008	41	27/12/2007	21/02/2008	56	15

No período de 2008 o número de equipamentos programados para serem mantidos foi mais que o dobro de equipamentos em relação ao ano de 2006, totalizando 35 vasos de pressão mantidos. A média do tempo para realizar manutenção preventiva foi de 11,02% do tempo de utilização do equipamento no processo produtivo.

Tabela 10 – Tabela dos vasos de pressão mantidos em 2008

MANUTENÇÃO PREVENTIVAS EM VASOS DE PRESSÃO - 2008											
CE	TAG	ESTAÇÃO	ÁREA	TIPO DE MANUTENÇÃO	TEMPO PREVISTO			TEMPO REALIZADO			DESVIO +/-
					INÍCIO	FIM	Nº DIAS	INÍCIO	FIM	Nº DIAS	
120VP0003	V-533201	ESTNM	CP	INSP. INTERNA	14/01/2008	02/02/2008	19	14/01/2008	21/02/2008	38	19
120VP0295	V-122501	ESTPAN	CP	INSP. INTERNA	24/01/2008	08/02/2008	15	24/01/2008	07/03/2008	43	28
120VP0732	V-62400231	ESTBRG	SR	INSP. INTERNA	28/01/2008	01/02/2008	4	28/01/2008	01/02/2008	4	0
120VP0276	V-533201	ESTJER	CP	INSP. INTERNA	28/01/2008	18/03/2008	50	28/01/2008	05/03/2008	37	-13
120VP0731	V-62400211	ESTBRG	SR	INSP. INTERNA	28/01/2008	01/02/2008	4	28/01/2008	01/02/2008	4	0
120VP1096	V-122601	ESTBRG	SR	INSP. INTERNA	28/01/2008	01/02/2008	4	28/01/2008	01/02/2008	4	0
120VP0729	V-624001	ESTBRG	SR	INSP. INTERNA	28/01/2008	01/02/2008	4	28/01/2008	01/02/2008	4	0
120VP0361	V-122202	ESTCOQ	SR	INSP. INTERNA	08/02/2008	24/03/2008	45	08/02/2008	02/05/2008	84	39
120VP1114	V-122104	ESTJOR	SR	INSP. INTERNA	03/04/2008	28/04/2008	25	03/04/2008	15/05/2008	42	17
120VP0009	V-122203	ESTNM	CP	INSP. INTERNA	03/04/2008	18/06/2008	76	03/04/2008	28/10/2008	208	132
120VP0675	V-513501	ESTVAP5	CP	INSP. INTERNA	22/04/2008	10/06/2008	49	22/04/2008	13/05/2008	21	-28
120VP0367	V-533201	ESTSA	CP	INSP. INTERNA	06/05/2008	15/06/2008	40	06/05/2008	15/06/2008	40	0
120VP0665	V-624002	ECCP	CP	INSP. INTERNA	13/05/2008	17/05/2008	4	13/05/2008	21/05/2008	8	4
120VP1189	FTR-123107	UPGNCP	CP	INSP. INTERNA	15/05/2008	16/05/2008	1	15/05/2008	16/05/2008	1	0
120VP0005	V-533203	ESTNM	CP	INSP. INTERNA	19/05/2008	25/06/2008	37	19/05/2008	08/08/2008	81	44
120VP0277	V-533204	ESTJER	CP	INSP. INTERNA	20/05/2008	28/06/2008	39	20/05/2008	31/07/2008	72	33
120VP0341	V-122203	ESTOI1	CP	INSP. INTERNA	09/06/2008	04/08/2008	56	09/06/2008	20/08/2008	72	16
120VP0261	V-533202	ESTER	CP	INSP. INTERNA	12/06/2008	25/07/2008	43	12/06/2008	22/08/2008	71	28
120VP0690	V-122602	ESTJOR	SR	INSP. INTERNA	23/06/2008	11/08/2008	49	23/06/2008	11/08/2008	49	0
120VP0613	V-62400212	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP0614	V-62400213	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP0615	V-62400232	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP0605	V-62400233	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP0616	V-62400253	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP1191	V-62400252	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP0637	V-62400251	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP0633	V-62400211	ECCP	CP	INSP. INTERNA	30/06/2008	05/07/2008	5	30/06/2008	05/07/2008	5	0
120VP0689	V-533201	OFICINA DE SOLDA-CP	SR	INSP. INTERNA	17/07/2008	17/09/2008	62	17/07/2008	17/12/2008	153	91
120VP0348	V-122201	ESTOI2	CP	INSP. INTERNA	21/07/2008	25/09/2008	66	21/07/2008	01/10/2008	72	6
120VP0291	V-533205	ESTMER	CP	INSP. INTERNA	06/08/2008	25/09/2008	50	06/08/2008	03/10/2008	58	8
120VP0368	V-533202	ESTSA	CP	INSP. INTERNA	13/08/2008	21/10/2008	69	13/08/2008	21/10/2008	69	0
120VP0718	V-513402	ESTRB	SR	INSP. INTERNA	01/09/2008	05/09/2008	4	01/09/2008	05/09/2008	4	0
120VP0717	V-513401	ESTRB	SR	INSP. INTERNA	01/09/2008	05/09/2008	4	01/09/2008	05/09/2008	4	0
120VP0325	V-122501	ESTOI2	CP	INSP. INTERNA	02/10/2008	17/11/2008	46	02/10/2008	06/02/2009	127	81
120VP0312	V-513501	ESTVAP4	CP	INSP. INTERNA	23/10/2008	16/12/2008	54	23/10/2008	13/11/2008	21	-33

Os vasos de pressão geralmente é utilizado como sub-conjunto de outro equipamento, ou seja, podem ser utilizados como compensadores de pressão em compressores de gás. Para realizar a manutenção desses vasos e necessário fazer que a programação coincida com a intervenção do equipamento mandante, ou seja, realizar a manutenção dos vasos de pressão em conjunto com a manutenção do compressor.

A esse tipo de manutenção é aplicado toda metodologia de planejamento da equipe de manutenção de grande porte, gerando uma forte interação entre as equipes executantes para que a o equipamento seja entregue em condições operacionais para a operação.

A Tabela 11 demonstra a extratificação da quantidade dos equipamentos mantido durante os três anos e o número de dias previsto e realizado para cada ano.

Tabela 11 – Manutenções dos vasos de pressão

Ano	Quantidade Vasos de pressão	Média de dias	
		Previsto	Realizado
2006	18	29,11	41,78
2007	23	15,04	28,74
2008	35	27,40	40,89

Nos Gráficos 07, 08 e 09 observa-se uma oscilação do tempo de realização da manutenção com muitos picos, isso ocorre devido à forma de construção e aplicação do vaso de pressão no processo de produção.

Para determinar o tipo de método preventivo e de controle que deve ser aplicado, a equipe de inspeção de equipamentos recomenda a aplicação de métodos que podem ser uma limpeza interna, teste hidrostático, medição de espessura e ultra-som de acordo com a necessidade e as condições do equipamento.

De acordo com o método aplicado, o tempo de execução pode ser relativamente curto, porém se o equipamento encontra-se como muitas não conformidades em algumas destas será muito difícil de visualizar sem abertura do equipamento para aplicação de métodos de controle, o tempo previsto de execução poderá aumenta consideravelmente.

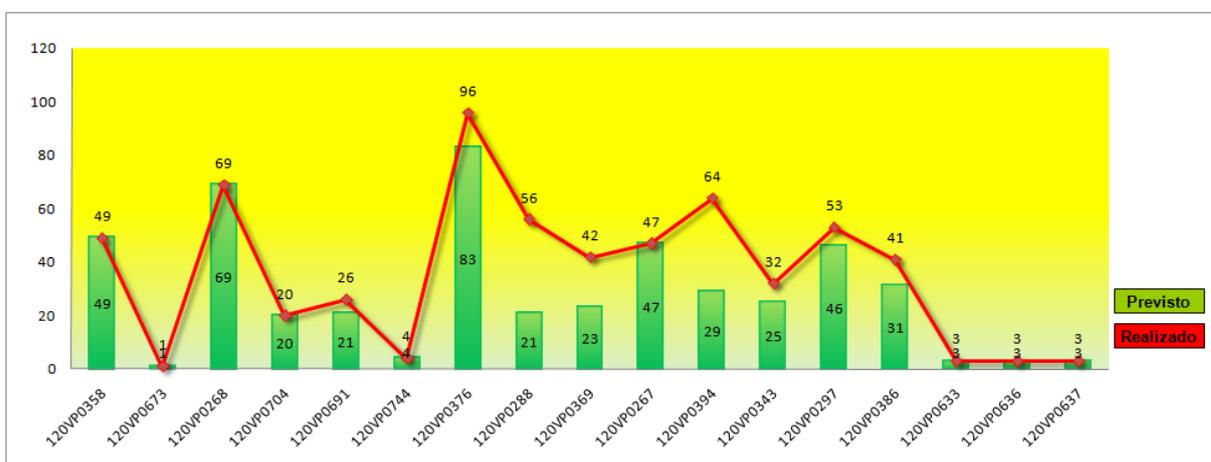


Gráfico 07 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – vasos de pressão  
Ano – 2006

Através do Gráfico 08, verifica-se que o vaso 120VP0373 apresentou o desvio de planejamento mais acentuado. Este desvio ocorreu, pois foi identificado, durante a inspeção do equipamento que o revestimento da calota superior estava danificado, o que demandou mais tempo para conclusão da manutenção. Destacase, também, a manutenção dos vasos de pressão 120VP0602, 120VP0603 e 120VP0604, que foram mantidos durante a parada do compressor de gás 120CO0024.

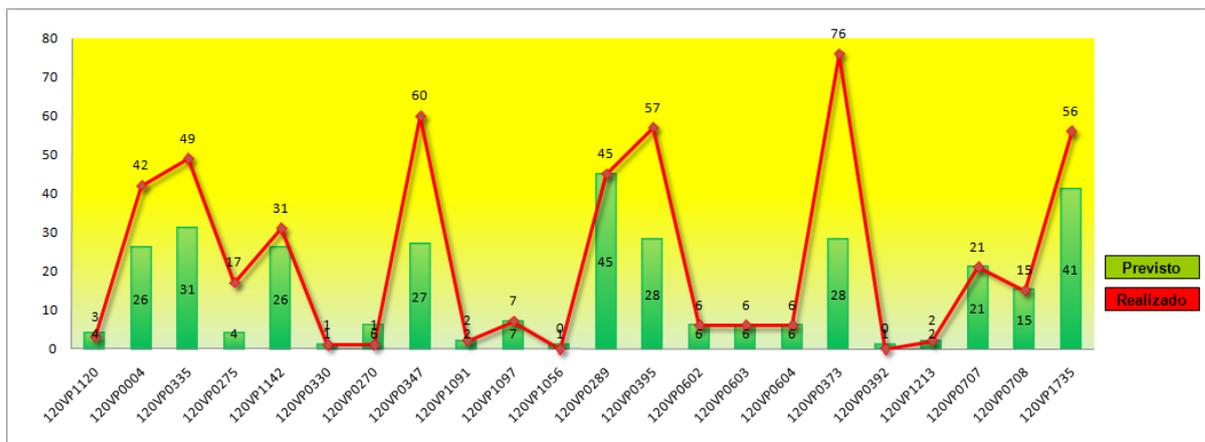


Gráfico 08 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – vasos de pressão  
Ano – 2007

No ano de 2008 teve um aumento de vasos de pressão para serem mantidos, como demonstra o gráfico 09. Neste gráfico, observa-se que o 120VP0009 teve um tempo de manutenção muito elevado. Isso ocorreu devido a tarefas que não estavam planejadas, como a retirada de parte do casco do vaso que apresentou baixa espessura, não atendendo as especificações de construção do equipamento.

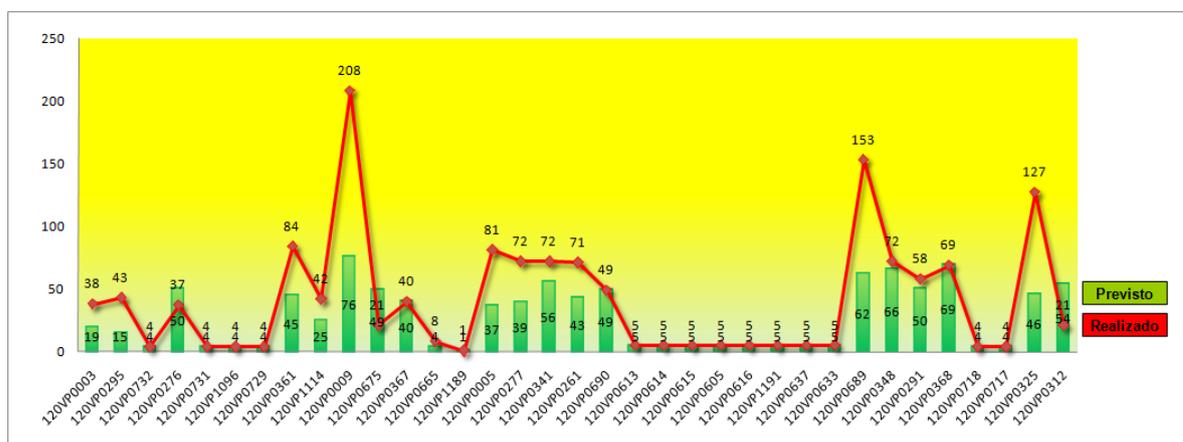


Gráfico 09 – Indisponibilidade – manutenção preventiva – vasos de pressão  
Ano – 2008

A manutenção preventiva dos vasos de pressão representa uma redução nas falhas, sendo assim, aumenta sua eficiência. No entanto, em decorrências das características de periculosidade das áreas de produção de petróleo é imprescindível que a operação e a manutenção desses equipamentos sejam realizadas conforme os procedimentos de segurança.

## 4 CONCLUSÃO

O planejamento e controle da manutenção é uma ferramenta empresarial muito importante para qualquer tipo de empresa. A visão de que o PCM é uma estratégia para redução de custos torna a empresa mais competitiva, de forma que é sempre vantajoso constituir equipes, formadas por profissionais qualificados, que sejam um diferencial entre os setores da empresa.

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso na gerência de manutenção de equipamentos estáticos utilizado no sistema produtivo da PETROBRAS. Neste estudo foi realizada uma coleta cuidadosa de informações sobre o PCM e avaliada a utilização do SAP/R3 como ferramenta de integração de negócios da empresa. Essas observações foram para garantir o histórico das informações para futuras análises do sistema. Porém, foi constatada que essa ferramenta precisa ser mais utilizada pelas equipes de manutenção, pois os recursos disponibilizados pelo SAP/R3 podem aperfeiçoar a relação entre os planejadores de atividades e os supervisores de execução. É importante ressaltar que essa integração atribui ao PCM maior garantia de atingimento de metas.

A equipe de equipamento de grande porte, por desenvolver interações com várias equipes de execução, apresenta dificuldade na consolidação da informação. O sistema, então, está investindo no fortalecimento da estrutura da equipe com treinamento de negociação, gerenciamento de projetos, para que se tenha mais qualidade nas atividades executadas.

Neste sentido, a análise da manutenção dos vasos de pressão e tanques de armazenamento de petróleo foi realizada com o sucesso. Os resultados mostraram a evolução do PCM através da diminuição da variável tempo previsto e tempo de

realização da manutenção ou através da estratégia para acompanhamento desta manutenção.

Desta forma, analisar as atividades de planejamento e controle da manutenção da gerência da manutenção e inspeção é desenvolver um trabalho importante para definir as estratégias gerenciais e para o desenvolvimento do ativo de produção Sergipe Terra.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7821**: tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados.

ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C.; **Gestão da manutenção: Na direção da competitividade**. 1. ed. Recife: Universitária/UFPE, 2001.

American Petroleum Institute. **Welded Steel Tanks for Oil Storage**: Base Resource Document. 11. ed. New York: American Petroleum Institute, June 2007. API Standard 650, 2007.

BARROS, S. M. **Tanques de armazenamento: teoria**. 1. ed. Rio de Janeiro: Universidade PETROBRAS, 2003. Bibliografia: p. 471-479. ISBN 85-85227-17-6.

BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2008. Série Engenharia de manutenção. ISBN: 978-85-7393-680-3.

BRANCO FILHO, G. **Indicadores e índices de manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2006. Série Engenharia de manutenção. ISBN: 85-7393-491-3.

BRASIL. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior mdic instituto nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial inmetro. Portaria nº 016 , de 29 de Janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério do trabalho e emprego. **Norma regulamentadora nº 13**. 1994

FERREIRA, B. H. **Redes de planejamento: metodologia e prática com PERT/COM e MS Project**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2005.

GUIA PMBOK - **Um guia do conjunto de conhecimento em gerenciamento de projetos**. 3. ed. São Paulo, 2004.

INCROPERA, FRANK P., DEWITT, DAVID P. – **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1998.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operação**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

PERES, C. R. C., LIMA, G. B. A. **Proposta de modelo para o controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados**. Gest. Prod., São Carlos, v. 15, n. 1, p. 149-158, jan.-abr. 2008.

PETROBRAS. **N-270**: Projeto de tanque de armazenamento atmosférico. Maio, 2008.

PETROBRAS. **N-271**: Montagem de tanques de armazenamento (procedimentos). Março, 1982.

PETROBRAS. **N-1888**: Fabricação de tanque atmosférico. Agosto, 1999.

PINTO, A. K., RIBEIRO, H. **Gestão estratégia e manutenção autônoma**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Manutenção: Função Estratégica autônoma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

TELLES, P. C. da S. **Vasos de pressão**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

VIANA, H. R. G. **PCM, planejamento e controle da manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.