



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

**ANDERSON DA CRUZ OLIVEIRA**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA  
MANUTENÇÃO NA MALHA SERGIPE DE GASODUTOS DA  
TRANSPETRO**

**Aracaju – SE**

**2010.2**

**ANDERSON DA CRUZ OLIVEIRA**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA  
MANUTENÇÃO NA MALHA SERGIPE DE GASODUTOS DA  
TRANSPETRO**

**Monografia apresentada à banca  
examinadora da Faculdade de Negócios  
de Sergipe - FANESE, como requisito  
parcial e elemento obrigatório para  
obtenção do grau de bacharel em  
Engenharia de Produção, no período de  
2010.2**

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

**Coordenador: Prof<sup>o</sup> Dr. Jefferson Arlen  
Freitas**

**Aracaju – SE**

**2010.2**

**ANDERSON DA CRUZ OLIVEIRA**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA  
MANUTENÇÃO NA MALHA SERGIPE DE GASODUTOS DA  
TRANSPETRO**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Negócios de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2010.2

---

**Profª MSc. Helenice Leite Garcia**

---

**Profº Dr. Jefferson Arlen Freitas**

---

**Engº Esp. Olavo Leal Pinto Júnior  
(VALE)**

**Aprovado (a) com média: \_\_\_\_\_**

**Aracaju (SE), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010.**

**Dedico este trabalho a toda minha família, em especial aos meus filhos Anthony e Auanny, a minha esposa Andreza, aos meus irmãos Márcio, Fábio e Marcele; e claro, aos meus amados pais Moacir e Valdete que nunca mediram esforços para tornar meus sonhos uma realidade.**

## **AGRADECIMENTOS**

**Primeiramente, devo agradecer ao nosso bom Deus que me concedeu a graça, o dom, a paciência, a vocação; em fim, por tudo. Obrigado Senhor!**

**Talvez eu possa ser injusto em ousar citar nomes para agradecer aos que colaboraram decisivamente para essa conquista, porém não posso deixar de agradecer a minha esposa Andreza, pela paciência nessa longa caminhada e aos meus filhos Anthonny e Auanny, por representarem o maior dos estímulos para esta conquista.**

**Estendo ainda minha sincera gratidão a sempre presente, paciente e dedicada, minha amiga e mestre Helenice Garcia que não foi apenas minha orientadora deste trabalho, mas que muito contribuiu com cada uma de suas inesquecíveis aulas de Termodinâmica e Engenharia de Processos Químicos; em fim, por sua confiança depositada.**

**Dentre os muitos amigos, gostaria de citar algumas de minhas referências pessoais e profissionais: o grande amigo Anderson Moraes que representa o início de minha carreira profissional e o Krammer Kodel, sem sombra de dúvidas, aquele que ao longo desta trajetória me concedeu a honra de trabalharmos e aprendermos juntos; ambos são e sempre serão minhas melhores referências de ser humano e de profissional, onde quer que eu esteja.**

**Por fim, porém não menos importante, gostaria de estender meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma, se dispuseram a contribuir com seu tempo ou mesmo com palavras de incentivo, seja qual for o método, saibam que estou muito grato a todos, pois contribuíram com essa minha conquista; aos meus colegas de curso, em particular ao grande amigo Fábio Franklin e aos meus colegas de trabalho; em fim, a todos que estão felizes por esta conquista.**

**Obrigado a todos!**

**A maioria das pessoas não planeja  
fracassar, fracassa por não planejar.**

**(John L. Beckley).**

## **RESUMO**

**A gestão da manutenção de uma malha de gasodutos de transporte de gás natural, fonte de energia com participação crescente na matriz energética mundial, vem sendo exigida por um cenário de crescente expansão e de legislações cada vez mais exigentes. Neste cenário, torna-se indispensável que a manutenção, como função estratégica, garanta a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos em todos os processos. Nesse sentido, o presente estudo avalia o atual sistema de planejamento, programação e controle da manutenção da malha de gasodutos do Estado de Sergipe sob gestão da Petrobras Transporte S/A – TRANSPETRO. A metodologia aplicada transcorreu através da coleta de dados em campo e no sistema de gestão da manutenção. Os resultados obtidos mostraram, principalmente, o nível de qualidade dos dados cadastrais dos equipamentos e dos planos de manutenção e a relação entre os eventos de manutenção corretiva e preventiva. Por fim, foi realizada ainda uma análise de previsibilidade dos eventos de manutenção por especialidade. Esta análise foi realizada através da projeção dos planos de preventiva a vencer e objetivou identificar e propor correções de possíveis desníveis prejudiciais ao planejamento e dimensionamento de recursos, tornando o PCM a função estratégica desejada pela empresa.**

**Palavras-chave: Planejamento. Controle. Previsibilidade de Manutenção.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Esquemático de um ponto de entrega de gás natural .....	18
Figura 02 – Produção de gás natural no mundo nos últimos 25 anos .....	24
Figura 03 – Seleção dos tipos de manutenção .....	28
Figura 04 – Correlação entre resultados e tipo de manutenção .....	32
Figura 05 – Utilização de <i>softwares</i> externos na manutenção .....	34
Figura 06 – Visão Geral dos Módulos do R3 .....	35
Figura 07 – Formação do tagname para local de instalação e itens .....	36
Figura 08 – Hierarquia para cadastramento de equipamentos .....	37
Figura 09 – Ciclo de gerenciamento do PCM .....	38
Figura 10 – Analogia PCM e Processo de Transformação .....	39
Figura 11 – Previsibilidade dos planos de manutenção .....	45
Figura 12 – Tipos de curva de <i>backlog</i> .....	46
Figura 13 – Macrofluxograma da pesquisa (estudo de caso) .....	48
Figura 14 – Cadastro de plano de manutenção para equipamentos .....	51
Figura 15 – Registro de dados técnicos dos equipamentos .....	52

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 01- Gasodutos Operados e Manutenidos pela TRANSPETRO .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabela 02 – Descrição dos Pontos de Entrega em Operação .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabela 03 – Lista de Equipamentos Instalados no PE-Manguinhos.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabela 04 – Quantidade de equipamentos e planos cadastrados .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabela 05 – Análise quantitativa da manutenção .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabela 06 – Análise dos planos de manutenção por previsibilidade .....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Definições das Falhas e suas correlações .....	21
Quadro 02 – Definições dos elementos do plano mestre de manutenção ....	22
Quadro 03 – Histórico e evolução da manutenção.....	26

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01 – Evolução da malha de gasodutos brasileira em extensão (Km).....</b>	<b>25</b>
<b>Gráfico 02 – Total de Planos por Equipe .....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 03 – Índices de manutenção preventiva e corretiva .....</b>	<b>56</b>
<b>Gráfico 04 – Comparativo entre manutenções preventivas e corretivas ....</b>	<b>57</b>
<b>Gráfico 05 – Comparativo de preventivas por especialidade .....</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico 06 – Projeção dos planos de manutenção preventiva .....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 07 – Projeção dos planos de manutenção preventiva – Instrumentação.....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 08 – Projeção dos planos de manutenção preventiva – Elétrica .....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 09 – Projeção dos planos de manutenção preventiva – Mecânica .....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 10 – Projeção dos planos de manutenção preventiva – Automação .....</b>	<b>62</b>
<b>Gráfico 11 –Projeção dos planos de manutenção preventiva – Calibração Fiscal.....</b>	<b>62</b>

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
LISTA DE QUADROS.....	9
LISTA DE GRÁFICOS .....	10
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivos .....	14
1.1.1 Objetivo Geral .....	14
1.1.2 Objetivos Específicos .....	14
1.2 Justificativa .....	14
1.3 Caracterização da Empresa .....	15
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Terminologias Aplicadas ao Gás Natural .....	17
2.2 Terminologias Aplicadas a Manutenção .....	19
2.3 Histórico do Gás Natural .....	22
2.4 Produção, Consumo e Perspectivas do Gás Natural .....	23
2.5 Histórico e Evolução da Manutenção .....	25
2.6 Estratégias de Manutenção .....	27
2.6.1 Manutenção corretiva não planejada .....	29
2.6.2 Manutenção corretiva planejada .....	29
2.6.3 Manutenção preventiva .....	30
2.6.4 Manutenção preditiva .....	30
2.6.5 Manutenção detectiva .....	31
2.6.6 Engenharia de manutenção .....	31
2.7 Planejamento e Controle da Manutenção .....	33
2.7.1 Sistemas de informação utilizados no PCM .....	33
2.7.2 Cadastro das instalações e equipamentos .....	35
2.7.3 Planejamento e organização funcional da manutenção .....	37
2.7.4 Indicadores e Índices de manutenção .....	42
2.7.5 Previsibilidade na manutenção .....	44
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>47</b>

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Malha de Gasodutos .....</b>	<b>49</b>
<b>4.2 Sistema Atual de Manutenção na Malha de Gasodutos .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3 Análise dos Planos de Manutenção .....</b>	<b>53</b>
<b>4.4 Análise do Tipo de Manutenção Executada .....</b>	<b>54</b>
<b>4.5 Análise por Previsibilidade dos Planos de Manutenção .....</b>	<b>58</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista o crescente consumo do gás natural em relação aos demais combustíveis fósseis, muitos países já consideram este combustível como uma fonte supridora de energia; para que isso seja possível, novas tecnologias devem ser desenvolvidas e implementadas em toda a cadeia produtiva do gás natural (Pesquisa e desenvolvimento, produção, processamento, transporte, distribuição e consumo), de forma eficaz e sustentável.

No cenário brasileiro, assim como em grande parte do mundo, não basta cumprir cada uma das etapas da cadeia produtiva com máxima produtividade e uso eficiente dos recursos, mas principalmente deve-se buscar o cumprimento das legislações vigentes, principalmente nas áreas de medição, qualidade, meio ambiente, dentre outros requisitos legais exigidos pelos Estados e Municípios e os subscritos pela companhia.

A obrigatoriedade do cumprimento da legislação em todos os ciclos da cadeia produtiva do gás natural leva a companhia a possuir uma boa gestão de seus ativos de modo a não somente garantir a disponibilidade da malha, mas principalmente a confiabilidade em todos os seus processos. Esse cumprimento não se tornou apenas obrigatório, mas um dos principais pré-requisitos para novos negócios no âmbito nacional e internacional na busca por reconhecimento, competitividade e valorização de mercado.

Gerenciar a manutenção das instalações fabris requer implementação de técnicas de manutenção adequadas e muito eficazes, de modo que todos os serviços sejam previamente planejados e programados antes de sua efetiva realização. Estas ações evitam, por exemplo, equipamentos indisponíveis, baixa eficiência e confiabilidade e custos expressivos.

Portanto, a busca incessante por resultados eficazes na gestão da manutenção tem se tornado objetivo comum em todos os níveis da organização. Para obtenção desses resultados, é preciso definir e buscar níveis de indicadores que fazem referência a manutenção de classe mundial (*benchmarking*). Nesse

sentido, investimentos em pessoal e técnicas de manutenção apropriadas têm se tornado presente não somente nas instalações em operação, mas desde a concepção de novos projetos (projeto conceitual).

A definição, implementação e a gestão da melhor estratégia de manutenção nos ativos da companhia, por si só, não garantirão a obtenção de uma gestão de manutenção de classe mundial. É preciso que todo o ciclo do planejamento, programação e controle da manutenção (PCM) seja executado de modo que o planejamento e a programação de execução possam ser mensurados, com o objetivo de comparar os resultados obtidos e avaliar se a estratégia adotada realmente é a mais adequada e eficaz.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Avaliar o sistema de planejamento, programação e controle da manutenção da malha de gasodutos operada pela TRANSPETRO em Sergipe.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Diagnosticar o cadastro dos ativos da manutenção da malha, comparando o instalado em campo com o existente no *software* de gestão da manutenção;

Analisar a atual metodologia de gestão do planejamento, programação e controle de manutenção;

Propor melhorias para otimização do atual modelo de gestão.

## **1.2 Justificativa**

Todas as atividades executadas pelo departamento de planejamento, programação e controle da manutenção de uma empresa devem buscar gerenciar os ativos da companhia garantindo a execução de atividades adequadas e

efetivamente planejadas. Essas atividades quando bem planejadas e executadas, por sua vez, proporcionarão maior eficiência, disponibilidade e confiabilidade ao processo.

Em relação ao sistema de manutenção, proporcionar maior eficiência, confiabilidade e disponibilidade de uma malha de gasodutos, significa gerenciar a manutenção de todos os seus ativos utilizando-se das melhores técnicas, otimizando recursos, atendendo aos requisitos legais e subscritos pela companhia e ainda assim, sendo economicamente viável.

Portanto, um eficiente departamento de planejamento, programação e controle da manutenção deve possuir base de dados confiável; e para isso, o cadastro de ativos no sistema de manutenção deve representar a realidade das instalações. Nesse sentido, os resultados obtidos são fundamentais para, além de consolidar um bom histórico dos equipamentos, assegurar que todas as atividades planejadas e executadas viabilizam a obtenção dos resultados esperados.

### **1.3 Caracterização da Empresa**

A Petrobras Transporte S/A - TRANSPETRO, empresa subsidiária da PETROBRAS, foi criada em 1998 atendendo a legislação que reestruturou o setor do petróleo no Brasil.

A TRANSPETRO atua em conjunto com a PETROBRAS, sendo responsável pelas atividades de movimentação de gás natural, petróleo e derivados e outros combustíveis, através de transporte terrestre ou marítimo. Além disso, a empresa é responsável pelo armazenamento e distribuição às concessionárias locais e a própria PETROBRAS.

Dentre os modais logísticos operados, o principal modal utilizado é o transporte duto viário e sua malha de gasodutos, segundo dados do Ministério de Minas e Energia, totaliza 6196 km (MME, 2010).

É importante ressaltar que na malha de gasodutos brasileira não é apenas operada pela TRANSPETRO, existem outros gasodutos que não são operados pela empresa. O Gasoduto GASBOL (Gasoduto Bolívia – Brasil), por exemplo, é operado pela Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia – Brasil S.A (TBG) e é um dos principais responsáveis pelo suprimento das regiões Sul e

Sudeste do País.

No entanto, é importante ressaltar que gás oriundo do GASBOL também pode ser direcionado para os gasodutos operados pela TRANSPETRO, visto que existem interligações que permitem essa operação. Nesse sentido, cabe ao Centro Nacional de Controle Operacional (CNCO), localizado na cidade do Rio de Janeiro, optar por todas as possibilidades existentes.

A base de apoio de Aracaju é responsável por toda a malha de gasodutos operada pela empresa no Estado de Sergipe e tem como principal atribuição o apoio operacional e a manutenção dos gasodutos e seus respectivos equipamentos, instrumentos e sistemas de automação de forma a garantir a entrega do gás a companhia distribuidora local (Empresa Sergipana de Gás S/A - Sergas), ou mesmo, à própria PETROBRAS.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Terminologias Aplicadas ao Gás Natural

Para viabilizar uma melhor compreensão do presente trabalho, algumas terminologias relacionadas ao objeto de estudo serão apresentadas.

#### a) Gás natural

De acordo com Cardoso (2005), o gás natural (GN) é resultado da degradação de matéria orgânica por bactérias anaeróbicas, bem como pela elevação da temperatura e pressão da crosta terrestre.

Segundo Vaz (2008), GN é uma mistura de hidrocarbonetos, composto por metano ( $\text{CH}_4$ ) e em menor concentração, etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) e butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) existentes na fase gasosa (gás não-associado) ou presente em solução no óleo (gás associado), quando em reservatório ou quando em condições atmosféricas de pressão e temperatura na fase gasosa. Ressalta-se que o gás natural também contém componentes não-hidrocarbonetos, também conhecidos como contaminantes; dentre eles, destacam-se o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e outros.

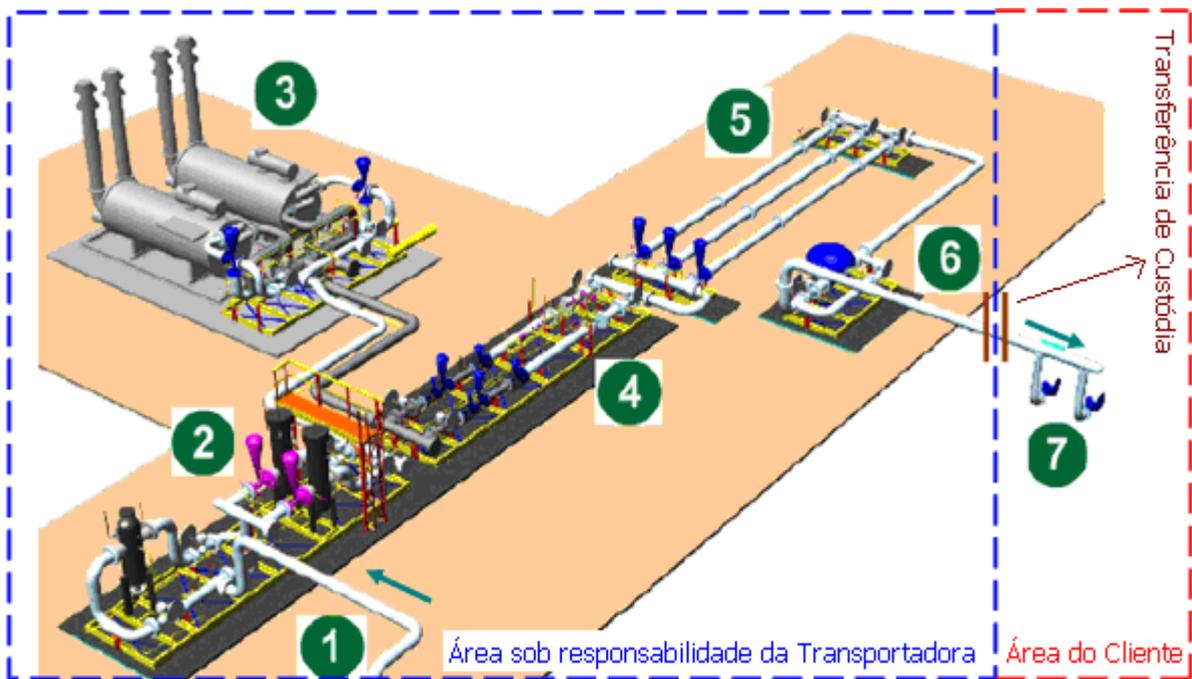
#### b) Ponte de entrega (PE)

Ponto de entrega (*city gate*) é uma estação de transferência de custódia que refere-se ao ponto em que o gás sai da linha principal de transporte (linha tronco) e é entregue a uma companhia de distribuição local que passa a ser a responsável pelo abastecimento do gás aos seus respectivos consumidores finais (VAZ, 2008).

De acordo com Cardoso (2005), um PE é o ponto de acesso do gás natural a uma cidade ou um grande cliente. Visto que o GN é transportado a

pressões elevadas e antes de sua utilização pelos consumidores, é no PE que esta pressão é condicionada a essa utilização.

O gás natural ao ser entregue deve atender a requisitos legais e contratuais, principalmente no tocante aos limites de temperatura, pressão e a medição do volume, comenta ainda Vaz (2008). Para que isso seja possível, um PE normalmente é composto dos seguintes unidades industriais: filtragem, aquecimento, redução de pressão, medição e controle de vazão, conforme Figura 01.



Legenda:

- |                           |                                    |  |
|---------------------------|------------------------------------|--|
| 1 - Alimentação do PE     | 4- Unidade de Regulagem de Pressão | 7- Trecho de responsabilidade do cliente |
| 2 - Unidade de Filtragem  | 5- Unidade de Controle de Vazão    |  |
| 3- Unidade de Aquecimento | 6- Unidade de Medição              |  |

Figura 01 – Esquemático de um PE de gás natural (TRANSPETRO, 2010)

### c) Estação de distribuição de gás (EDG)

As estações de distribuição de gás (EDGs) são instalações onde se concentram diferentes gasodutos. Nessas estações, esses gasodutos estão interligados permitindo que todas as manobras sejam executadas remotamente (TRANSPETRO, 2010).

Normalmente, considerando as instalações em estudo, as EDGs são compostas de canhões de lançamento e recebimento PIGs (equipamento destinado a limpeza e inspeção interna de dutos), equipamentos de medição, válvulas de

segurança, bloqueio e manuais e demais instrumentos para o controle operacional (TRANSPETRO, 2010).

#### **d) Gasoduto de transferência e transporte**

Gasoduto de transferência, de acordo com Vaz (2008), é um duto que transporta GN não-processado entre instalações de mesma propriedade (refinarias, Unidades de processamento de GN, plataformas, dentre outras).

Um gasoduto de transporte é aquele utilizado para o transporte de GN processado, em alta pressão (até 120 kgf/cm<sup>2</sup>) com a utilização de estações de compressão que são responsáveis pelo incremento de energia suficiente para sua movimentação até o destino final. Normalmente, um gasoduto de transporte é interligado a ramais de distribuição de interesse geral, como distribuidoras estaduais ou mesmo indústrias de grande porte. (VAZ, 2008).

## **2.2 Terminologias Aplicadas à Manutenção**

Do mesmo modo que apresentado para o objeto de estudo, algumas definições relacionadas ao tema são abordadas para viabilizar uma melhor compreensão do presente trabalho.

### **a) Manutenção**

Segundo Branco Filho (2004), a manutenção é definida como sendo o conjunto de ações que visam constatar, prevenir ou mesmo corrigir falhas e defeitos, com o objetivo de manter as condições operacionais e de segurança dos itens, sistemas e ativos.

Moubray (2000) diz que manter significa continuar em um estado existente, ou seja, a manutenção é o conjunto de técnicas de atuação para que os ativos físicos (equipamentos, sistemas, instalações) cumpram ou preservem sua função ou funções específicas.

Tanto no âmbito internacional, através da ISO (Organização Internacional de Normalização), norma ISO-14224 (2006), quanto para a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), por meio da norma NBR-5462 (1994), consta para a

definição de manutenção como sendo a combinação de todas as ações técnicas (execução) e administrativas (gestão), incluindo as de supervisão (coordenação), destinadas a manter ou reabilitar um item a um estado pelo qual possa desempenhar sua função requerida.

#### **b) Item, redundância e função**

Item, segundo consta na ISO-14224 (2006), é qualquer parte, componente, dispositivo, sistema ou subsistema, unidade funcional ou ainda equipamento que possa ser considerado individualmente.

A redundância, ainda segundo consta na ISO-14224 (2006), é o incremento de mais de um meio para que o item possa executar sua função requerida.

Segundo comenta Lafraia (2001), a função de um item é toda e qualquer atividade operacional que o item desempenha.

#### **c) Disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade**

Disponibilidade é a capacidade de um item está disponível para executar sua função em um determinado instante ou um intervalo de tempo determinado, levando-se em consideração os aspectos de confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção; ainda considerando que os recursos externos estão disponíveis (ISO-14224, 2006).

Confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar sua função requerida sob condições específicas e tempo pré-estabelecidos (ISO-14224, 2006).

Segundo Lafraia (2001), confiabilidade é a probabilidade de um item exercer sua função sem falhar por um período de tempo e condições específicas pré-determinados.

Mantenabilidade é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado a condições do mesmo desempenhar suas funções requeridas, ainda que sob condições específicas e tempo, pré-estabelecidos (ISO-14224, 2006).

Mantenabilidade também é referida como manutenibilidade ou ainda manutenibilidade, sendo que todas são originadas da palavra inglesa *maintenability* (BRANCO FILHO, 2004).

#### d) Defeito, falha e suas correlações

O Quadro 01 mostra as definições das principais não conformidades relacionadas ao estado do equipamento quando o mesmo deixa de executar sua função.

Quadro 01 – Definições das Falhas e suas correlações

Terminologia	Definição
<b>Defeito</b>	É qualquer desvio de uma característica em um item (equipamento, sistema, subsistema) em relação a seus requisitos (NBR 5462,1994).
<b>Pane</b>	Caracterizada como sendo o estado de um item em falha (NBR 5462,1994).
<b>Falha</b>	Definida como sendo o término da capacidade de um item desempenhar sua função requerida. Depois da falha o item tem uma pane (NBR 5462,1994).
<b>Falha Funcional</b>	De acordo com Lafraia (2000), falha funcional é a incapacidade de qualquer item atingir um padrão de desempenho esperado.
<b>Falha Potencial</b>	Segundo Pinto e Xavier (2001), falha potencial é a manifestação, aviso ou sintoma que antecede uma falha funcional.
<b>Falha oculta</b>	Segundo consta na ISO-14224 (2006), falha oculta é um tipo de falha que não é imediatamente visível para o pessoal da manutenção e da operação.

#### e) Medição e Calibração

Medição, segundo consta na NBR-8190 (1983), é a forma para se constatar a existência ou magnitude de uma variável (temperatura, pressão, nível, dentre outras). Os dispositivos utilizados, direta ou indiretamente, nessa constatação são chamados de instrumentos de medida.

Calibração, segundo consta na NBR-13770 (2008), é o conjunto de operações que estabelece, sob condições específicas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição com valores de mesmas grandezas obtidas a partir de padrões.

## f) Definições dos principais elementos do plano mestre de manutenção

O Quadro 02 mostra as definições para os principais elementos constituintes de um plano de manutenção e suas correlações de acordo com Melo (2009).

Quadro 02 – Definições dos elementos do plano mestre de manutenção

Terminologia	Definição
<b>Plano de Manutenção</b>	É um conjunto de informações que permite planejar e programar intervenções com frequências pré-definidas e tarefas padronizadas, assegurando continuidade e segurança operacional de instalações e preservação de equipamentos e materiais.
<b>Ciclo</b>	É o intervalo que determina a frequência com que será executada a manutenção. O ciclo pode ser de tempo (calendário por dias corridos ou por data marcada), de performance (horímetro ou hodômetro) ou ambos. O ciclo é um dos principais parâmetros do plano de manutenção.
<b>Centro de Trabalho</b>	É o conjunto de recursos (homens ou máquinas) capaz de executar determinada tarefa de manutenção. No centro de trabalho, os recursos de homem.hora (HH) são dimensionadas por especialidades.
<b>Ordem de Manutenção</b>	É o documento utilizado para planejar e monitorar as ações da Manutenção e Inspeção com vistas a atender às solicitações de serviços feitas pelos Clientes.

## 2.3 Histórico do Gás Natural

No cenário mundial, de acordo com Corrêa (2003), a primeira utilização do gás natural foi há cerca de 3000 anos em território chinês, no qual o gás vazava na superfície o que permitia sua coleta e transporte através de bambu e posteriormente era queimado objetivando a evaporação de água salgada para se obter o sal.

No Brasil, de acordo com Cardoso (2005), a utilização do gás natural começou em 1940 no Estado da Bahia, no entanto, o seu marco principal foi na década de 80 com a exploração da Bacia de Campos, representando naquele momento, uma participação de 2,7% da matriz energética brasileira.

A Conferência Mundial das Nações Unidas (RIO-92) e o protocolo de Quioto em 1997, segundo Vaz (2008), foram os principais marcos do início da preocupação ambiental por parte dos governantes, o que influenciou diretamente a produção de energia primária no mundo. A partir de então, o gás natural passou a se destacar, dentre as outras fontes de energia, por ser menos poluidor ao meio ambiente em comparação ao carvão e derivados do petróleo, principalmente em função dos gases de efeito estufa produzidos em sua queima.

O gás natural é a fonte de energia que mais cresce no mundo, de acordo com Lima (2008), até o fim desta década, o GN poderá estar na segunda posição na matriz energética do planeta, atrás apenas do petróleo.

No Brasil, Vaz (2008) destaca a crise energética ocorrida em 2001, o que levou o governo federal a implementar novas fontes de geração. Dentre as fontes, destaca-se a implantação de novas usinas termelétricas movidas a gás natural (Programa Prioritário de Termelétricidade 2000/2003) a serem instaladas no sul, sudeste, norte e nordeste brasileiro.

Em se tratando de reservas comprovadas (aquelas que a partir de dados geológicos e de engenharia podem ser exploradas com elevado grau de certeza), segundo dados divulgados pela *Beyond Petroleum* (BP, 2010) nos últimos 10 anos (1999 – 2009), o crescimento no cenário mundial foi de 20%.

## **2.4 Produção, Consumo e Perspectivas do Gás Natural**

A produção mundial e brasileira cresce na mesma proporção de suas reservas e também registra taxas de crescimento significativas. Segundo dados publicados pela BP (2010), nos últimos 10 anos foram aproximadamente 21,9% e 37,8% no âmbito mundial e brasileiro respectivamente.

A Figura 02 mostra o crescimento contínuo da produção nas principais regiões no mundo ao longo dos últimos 25 anos. A exceção está no ano de 2009 que registrou, segundo divulgou a BP (2010), uma redução recorde de 2,1% na produção e foi atribuída, principalmente a crise econômica mundial iniciada no final de 2008 que se estendeu por todo ano de 2009.

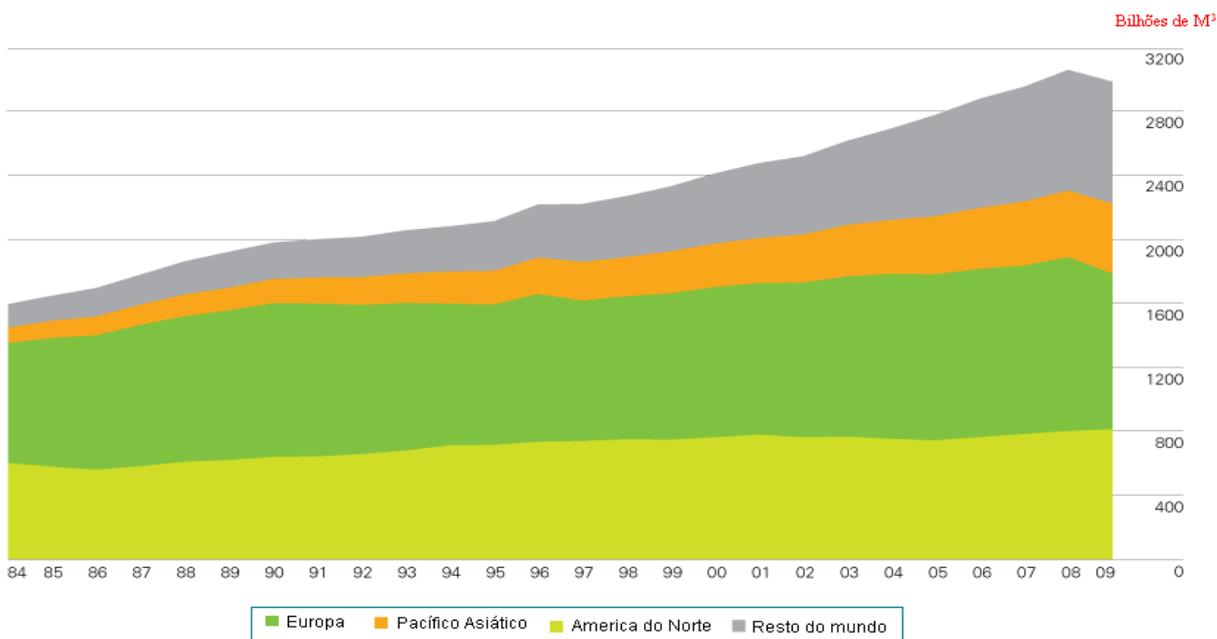


Figura 02 – Produção de gás natural no mundo nos últimos 25 anos (BP, 2010)

No ano de 2009 o GN representou 8,8% da oferta interna de energia (OIE) do Brasil e para o ano de 2010 a tendência de representatividade na matriz energética é de 9,4% (MME, 2010).

O consumo, por sua vez, também segue tão crescente quanto a produção. Segundo dados da BP (2010), em 2009 o consumo mundial foi de 2940,4 bilhões de metros cúbicos (21% a mais que em 1999) e no cenário brasileiro, 20,3 bilhões de metros cúbicos, aproximadamente 62,5% maior em comparação ao mesmo período.

Segundo consta no Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural (MME, 2010), a média de 2010 aponta que o setor industrial é o maior responsável pelo consumo de gás natural no Brasil (67,5%), seguido pela geração de energia elétrica (12%) e o uso automotivo (11,2%), sendo o restante distribuído a outros setores da economia brasileira.

A contínua expansão da malha de gasodutos brasileira, por sua vez, está viabilizando um crescimento proporcional da demanda por tal recurso. Com a interligação dos pólos produtivos e consumidores do gás natural, é possível disponibilizar o gás natural a regiões pouco produtivas, no entanto, com necessidade cada vez maior. O GASENE (gasoduto que interliga a malha Sul/Sudeste com a Norte/Nordeste brasileira), por exemplo, transporta o gás natural a uma região com potencial de consumo em evidência, devido principalmente as novas termelétricas

instaladas nessa região.

Quanto às perspectivas, o Gráfico 01 indica a evolução da malha de gasodutos brasileira ao longo dos últimos 10 anos; sendo mais perceptível a partir de 2007 quando uma quantidade expressiva de novos gasodutos foram postos em operação (em média 645 km / ano). Portanto, é possível avaliar que a tendência leva a crer um mercado de gás natural cada vez maior (MME, 2010).

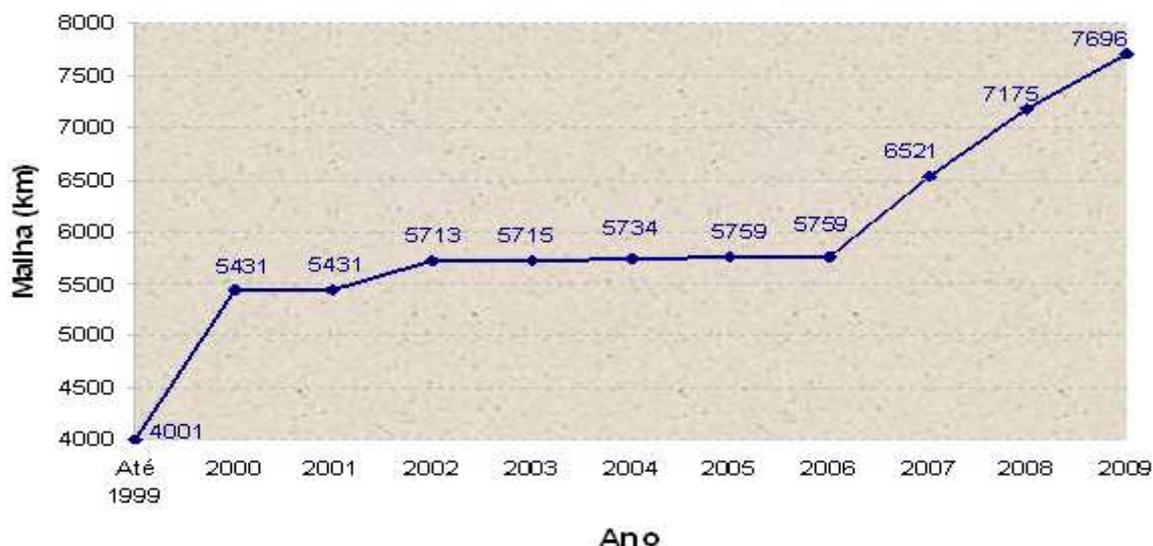


Gráfico 01 – Evolução da malha de gasodutos brasileira em extensão (km)  
Fonte: Adaptado de MME (2010)

De acordo com dados da ANP (2010), em 2009 a oferta interna de energia (OIE) brasileira apontou o GN com 8,8% de representação da matriz energética e para 2010 a tendência de fechamento é de 9,4%.

## 2.5 Histórico e Evolução da Manutenção

De acordo com Souza (2009), as atividades relacionadas a manutenção eram consideradas como um mal necessário por várias pessoas em diferentes empresas. Recentemente, esta atitude em relação à manutenção começou a mudar e hoje já é reconhecida como função estratégica. Os principais agentes e oportunidades que propiciaram esta mudança de imagem foram: a maior preocupação com a qualidade e produtividade, a ênfase cada vez maior nos assuntos relacionados a segurança, as crescentes preocupações ambientais, o envelhecimento dos equipamentos e instalações, a necessidades de reduzir custos

e as exigências geradas pela aplicação de normas reguladoras.

Segundo Moubray (2000), a manutenção se divide em três gerações: a primeira até a 2ª guerra mundial (antes de 1940), a segunda após 2ª guerra (de 1940 até 1970) e a terceira a partir de 1970.

A evolução da manutenção através de cada geração pode ser visualizada no Quadro 03, no qual constam as principais características de cada época em termos gerais e a preocupação específica no tocante a manutenção.

Quadro 03 – Histórico e evolução da manutenção

<b>PRIMEIRA GERAÇÃO (Antes de 1940)</b>	<b>SEGUNDA GERAÇÃO (1940 - 1970)</b>	<b>TERCEIRA GERAÇÃO (Após 1970)</b>
<p><b>a)</b> Não havia a preocupação com a produtividade;</p> <p><b>b)</b> Apenas serviços de limpeza e lubrificação;</p> <p><b>c)</b> Reparo, apenas após a quebra;</p> <p><b>d)</b> Somente Manutenção corretiva.</p> <p><b>e)</b> Equipamentos super-dimensionados;</p> <p><b>f)</b> Equipamentos de pouca complexidade;</p> <p><b>g)</b> Indústria pouco mecanizada</p> <p><b>h)</b> Período até a Segunda Guerra Mundial.</p>	<p><b>a)</b> Percepção da necessidade de maior produtividade, disponibilidade e confiabilidade.</p> <p><b>b)</b> Preocupação inicial com custos na manutenção.</p> <p><b>c)</b> Preocupação com a vida útil dos equipamentos.</p> <p><b>Manutenção Preventiva baseada no tempo.</b></p> <p><b>d)</b> Diante do cenário, surgiu o PCM.</p> <p><b>e)</b> Demanda crescente por todo tipo de produtos;</p> <p><b>f)</b> Diminuição sensível de mão de obra;</p> <p><b>g)</b> Aumento da mecanização industrial;</p> <p><b>h)</b> Aumento da complexidade dos equipamentos.</p>	<p><b>a)</b> Produtividade, Confiabilidade e disponibilidade indispensáveis ao processo a cada ano (Engenharia da confiabilidade).</p> <p><b>b)</b> Preocupação com a qualidade dos serviços.</p> <p><b>c)</b> Preservação do meio ambiente e saúde do trabalhador.</p> <p><b>d)</b> O conceito de manutenção baseada na condição, ou seja, preditiva foi adotado.</p> <p><b>e)</b> Início da tendência mundial por sistemas <i>Just-in-time</i>.</p> <p><b>f)</b> Crescimento da automação aliados a mecanização dos processos eram evidentes e com isso, os processos muito mais complexos.</p> <p><b>g)</b> A preocupação com confiabilidade e manutenibilidade já presentes nos projetos.</p>

Fonte: Adaptado de Moubray (2000)

De acordo com o Quadro 03, a primeira geração da manutenção foi marcada por equipamentos robustos e as intervenções nesses equipamentos só

vinham após a quebra, ou seja, a manutenção existia apenas para reativar sua condição funcional.

Na segunda geração da Manutenção iniciou-se a preocupação com a produtividade dos equipamentos e a percepção dos custos envolvidos na atividade de manutenção. Diante da necessidade de garantir produtividade para reduzir custos, surgiram os primeiros processos de Planejamento e Controle da Manutenção (MOUBRAY, 2000).

Ainda de acordo com o Quadro 03, a terceira geração foi a época marcada, dentre outras mudanças, pela aplicação da Engenharia da Confiabilidade para obtenção de melhores índices de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. As práticas de manutenção deixaram de ser exclusivamente baseadas no tempo para o incremento de técnicas baseadas na condição do item.

Paschoal *et al* (2009), comentam que a visão clássica da manutenção está diretamente ligada ao reparo de itens danificados. Nessa perspectiva limitada, as intervenções de manutenção estariam restritas apenas a tarefas reativas, ou seja, ações corretivas. No entanto, num contexto mais atualizado, o objetivo da manutenção é manter o item funcionando de acordo com as condições de projeto, ou restaurá-lo para aquelas condições, garantindo que o mesmo exerça sua função no processo produtivo.

## **2.6 Estratégias de Manutenção**

A manutenção para ser estratégica, requer que suas ações estejam alinhadas com o planejamento estratégico da empresa. Para tanto, segundo Pinto e Xavier (2001), a gestão de manutenção não deve apenas ser eficiente, mas principalmente tornar seus resultados eficazes através de reparos direcionados para manter a função do equipamento disponível e reduzindo a probabilidade do mesmo parar de forma inesperada (aumento da confiabilidade).

Paschoal *et al* (2009), comentam que não há um método perfeito para se eliminar os problemas enfrentados pela manutenção, ou seja, nenhuma estratégia ou metodologia de gestão da manutenção é intrinsecamente melhor ou pior que outra. Porém, cada das estratégias podem ser perfeitamente aplicadas em um determinado lugar e o desafio consiste em identificá-lo. Os mesmos autores

argumentam ainda que pode-se avaliar que a melhor estratégia ou metodologia irá variar de acordo com as necessidades da empresa, grau de criticidade de seus processos e custos de produção, ou de perda da produção.

Para Viana (2002), alguns dos fatores principais a ser considerado na definição das estratégias de manutenção de modo a atender aos critérios anteriormente citados, são: recomendações do fabricante, segurança do trabalho e meio ambiente, caracterização do equipamento e o fator econômico.

A gestão de manutenção por processos também ganha destaque. Para Rodrigues e Pasa (2009), é através da análise dos processos que se identificam os problemas relacionados às operações executadas em cada processo e suas causas. Conhecendo os processos, é possível definir equipamentos que fazem funções indispensáveis do ponto de vista da disponibilidade e da confiabilidade, enquanto que outros não estão em mesmo nível de importância.

Segundo Silveira (2010), é possível obedecer uma regra básica (pois há outros critérios que também devem ser analisados) para se definir qual estratégia de manutenção a ser aplicada. A Figura 03 mostra alguns desses critérios.

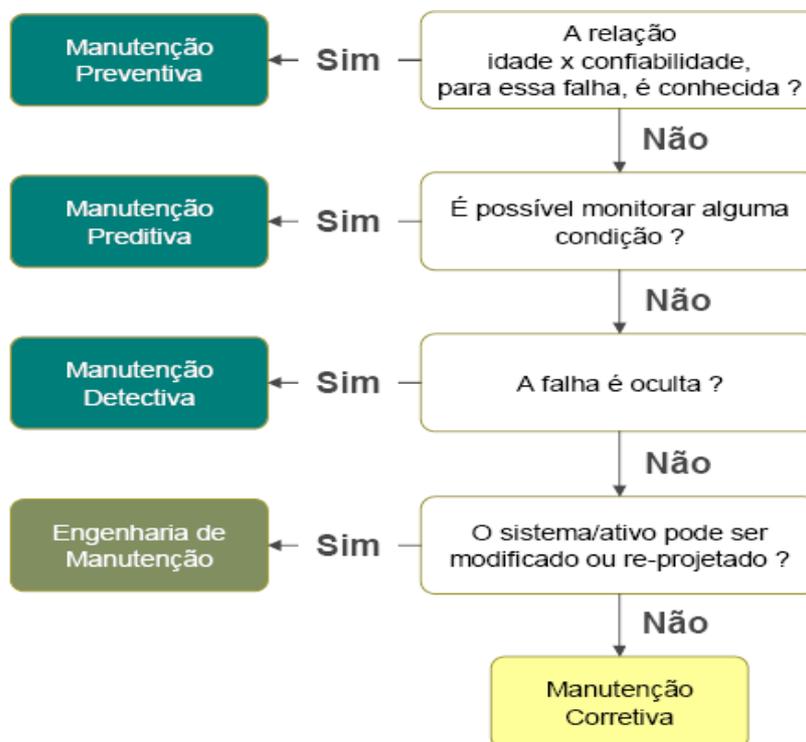


Figura 03 – Seleção dos tipos de manutenção  
Fonte: Silveira (2010)

Para Lafraia (2001), a manutenção pode ser classificada basicamente

segundo dois tipos, corretiva e preventiva. Ainda segundo o autor, toda intervenção que restabeleça o item de um estado de falha ou pane a um estado disponível ou operacional é caracterizada como corretiva. Enquanto que, toda intervenção que procure manter o item em sua plena disponibilidade operacional evitando a ocorrência de uma falha ou pane é uma manutenção preventiva.

Para Pinto e Xavier (2001) as estratégias de manutenção podem ser classificadas em: manutenção corretiva não planejada; manutenção corretiva planejada; manutenção preventiva; manutenção preditiva; manutenção detectiva; e engenharia de manutenção.

### **2.6.1 Manutenção corretiva não planejada**

Para Siqueira (2005, *apud* HERCULANO; RESENDE; LEITE, 2009), a manutenção corretiva não planejada é aquela que objetiva a restauração não programada de um item visando corrigir um defeito ou uma falhas.

De acordo com Viana (2002), a manutenção corretiva não planejada se configura como uma intervenção aleatória, sem planejamento anterior, pois é executada imediatamente após a constatação da falha no sentido de evitar consequências mais graves ao equipamento, à segurança do profissional ou ainda ao meio ambiente.

A manutenção corretiva não planejada é toda atividade que deve ser executada imediatamente, normalmente é caracterizada como emergência ou urgência requerendo que a equipe de manutenção deve parar suas atividades para atender a essa ocorrência de imediato (SOUZA, 2008).

### **2.6.2 Manutenção corretiva planejada**

A manutenção corretiva planejada é uma ação para restabelecer o desempenho de um item que está abaixo do esperado e apenas é executada após um planejamento prévio, definindo recursos, horários para o início da execução (PINTO; XAVIER, 2001).

De acordo com Souza (2008), a manutenção corretiva planejada é aquela

realizada em um momento apropriado, ou seja, após o planejamento dos recursos e sem prejuízos para a produção (atividade programada), pois não há risco a segurança do equipamento, do profissional ou mesmo ao meio ambiente.

### **2.6.3 Manutenção preventiva**

Manutenção preventiva é toda intervenção realizada em intervalos de tempo sistemáticos, intervindo no equipamento para troca de peças ou componentes ou ainda através de revisões baseadas em procedimentos técnicos visando minimizar a possibilidade de falhas, antecipando-se às suas ocorrências (HELMANN; MARÇAL, 2006).

Segundo consta na NBR-5462 (1994), a manutenção preventiva é aquela efetuada em intervalos de tempo pré-estabelecidos ou sob condições criteriosas prescritas que objetivam reduzir a probabilidade de falha ou a degradação de funcionamento de um item.

Manutenção preventiva, de acordo com Viana (2002), é todo serviço de manutenção realizado em equipamentos que não estejam em falha ou zero defeito, ou seja, em equipamentos que estão disponíveis para operar a qualquer momento.

Alguns critérios devem ser levados em consideração para se optar pela manutenção preventiva, dentre os quais Pinto e Xavier (2001) destacam:

- a) Quando não é possível a manutenção preditiva;
- b) Quando o item tem relação com a segurança pessoal, patrimonial ou ao meio ambiente que tenha a necessidade de substituição de componentes periodicamente;
- c) Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- d) Em sistemas de operação contínua e complexos em indústrias de grande porte.

### **2.6.4 Manutenção preditiva**

Para Siqueira (2005, *apud* HERCULANO; RESENDE; LEITE, 2009), a manutenção preditiva é uma atividade programada baseada na condição de um item. Sua verificação pode ser apenas com a utilização dos sentidos humano ou

instrumental com o objetivo de detectar e corrigir uma falha potencial antes de sua evolução para falha funcional.

Segundo consta na NBR-5462 (1994), manutenção preditiva é aquela que visa garantir a qualidade desejada num serviço, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

A manutenção preditiva, para Viana (2002), é toda manutenção preventiva que visa acompanhar os equipamentos ou componentes, por monitoramento ou por controle estatístico objetivando prever a proximidade da ocorrência de uma falha.

### **2.6.5 Manutenção detectiva**

A técnica de manutenção detectiva é aplicada em itens que normalmente já estão sob acompanhamento de outra técnica, e esta técnica é adicionada para garantir a confiabilidade em sistemas que possuem falhas ocultas. Pinto e Xavier (2001) citam os botões de alarmes e sinalização em painéis elétricos como exemplo de dispositivo integrantes da técnica de manutenção detectiva, que ao serem acionados o operador ou técnico de manutenção terá imediatamente a resposta quanto a existência de lâmpadas ou alarmes em falha.

De acordo com Paschoal *et al* (2009), a manutenção detectiva é caracterizada como sendo toda intervenção em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis às equipes de operação e manutenção. Os autores exemplificam a manutenção detectiva citando os equipamentos que ao serem postos em funcionamento executam uma autoverificação (*self-test*) automática e indicam se há algum problema.

### **2.6.6 Engenharia de manutenção**

Engenharia de manutenção, de acordo com Pinto e Xavier (2001) é perseguir benchmarks através da aplicação de técnicas modernas que objetivem

melhorar padrões e sistemáticas, melhorar a manutenibilidade e trocar informações desde o projeto conceitual.

A engenharia de manutenção tem como objetivo promover a inovação tecnológica da manutenção com a aplicação dos conhecimentos científicos e empíricos na solução de problemas encontrados nos processos e equipamentos. Essa engenharia é desenvolvida visando a melhoria da manutenibilidade, maior produtividade e eliminando os riscos em segurança do trabalho e danos ao meio ambiente (VIANA, 2002).

Quanto à aplicabilidade da engenharia de manutenção, Pinto e Xavier (2001) afirmam ainda que uma organização que ainda esteja praticando a manutenção corretiva não planejada, não terá sucesso com as técnicas da engenharia da manutenção. Por outro lado, uma empresa que já esteja utilizando de técnicas de preditiva, estará propensa ao sucesso utilizando da engenharia de manutenção.

De acordo com Silveira (2010), na medida em que são implementadas novas técnicas de manutenção, os resultados (custos, disponibilidade, taxas de falhas, dentre outros) melhoram, conforme pode ser verificado na Figura 04. Ressaltando-se ainda que os resultados são mais significativos quando os tipos de manutenção aplicados estão relacionados às técnicas de preditiva, detectiva ou engenharia de manutenção.

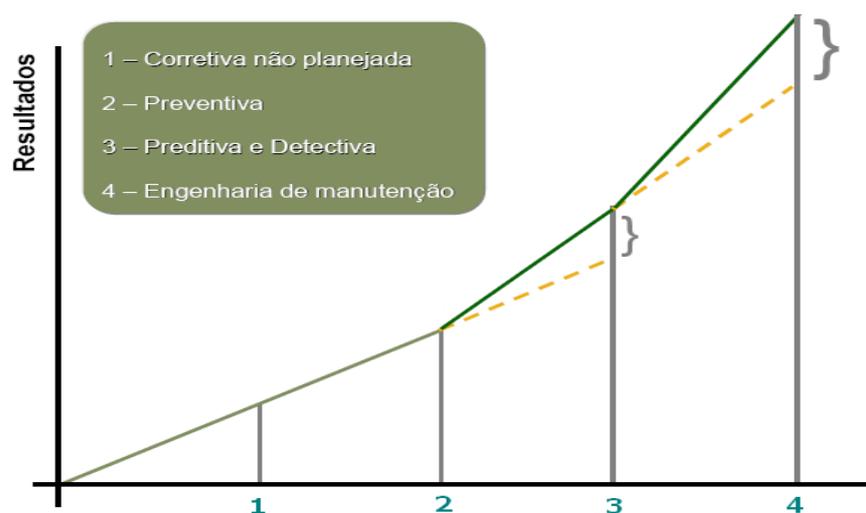


Figura 04 – Correlação entre resultados e tipo de manutenção  
Fonte: Silveira (2010)

## 2.7 Planejamento e Controle da Manutenção

Os primeiros sistemas de planejamento e controle da manutenção despontaram a partir de 1960 (segunda geração da manutenção), principalmente em função da necessidade da época em controlar custos de manutenção, conforme comenta Moubray (2000).

No Brasil, segundo Pinto e Xavier (2001), somente após 1970 os sistemas de planejamento e controle da manutenção passaram a utilizar de computadores, mesmo que não de grande porte, na operacionalização das atividades, que até então, tudo era realizado manualmente.

Segundo Branco Filho (2008), planejamento, programação e controle de manutenção (PPCM), comumente abreviado PCM, é um órgão ou função dentro da empresa, que é responsável pelas ações de planejar, programar, comparar os resultados alcançados com o previsto (controle) e adotar medidas de correção para desvios encontrados (melhoria continuada).

Pinto e Xavier (2001), comentam que para possibilitar que todos os processos que interagem com a manutenção sejam harmonizados, é fundamental a existência de um departamento de PCM para: Identificar previamente quais serviços serão feitos; quando os serviços deverão ser feitos considerando prioridades; quais os recursos necessários para a execução; quanto tempo será gasto; quanto custa fazer o serviço; quais os recursos necessários e sua disponibilidade; registrar todos os eventos para consolidar o histórico dos ativos.

### 2.7.1 Sistemas de informação utilizados no PCM

De acordo com Branco Filho (2008), sistema informatizado de manutenção é todo sistema que o usa o computador para coletar e acumular dados de forma ordenada e metódica, para cálculo dos indicadores de manutenção, custos e dentre outras finalidades, para a tomada de decisões diversas.

A utilização de *software* na gestão da manutenção proporciona ao gerente de manutenção a possibilidade de monitorar custos, uso dos recursos e acompanhamento das programações planejadas e executadas; fatores que

ordenados, possibilitaram uma boa visão da situação da manutenção na empresa (SOUZA, 2009).

Segundo dados que consta no Documento Nacional emitido pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), o uso de *softwares* externos na gestão da manutenção está cada vez presente. A Figura 05 mostra a tendência de utilização desses softwares baseada em pesquisas realizadas no período de 1995 a 2009.

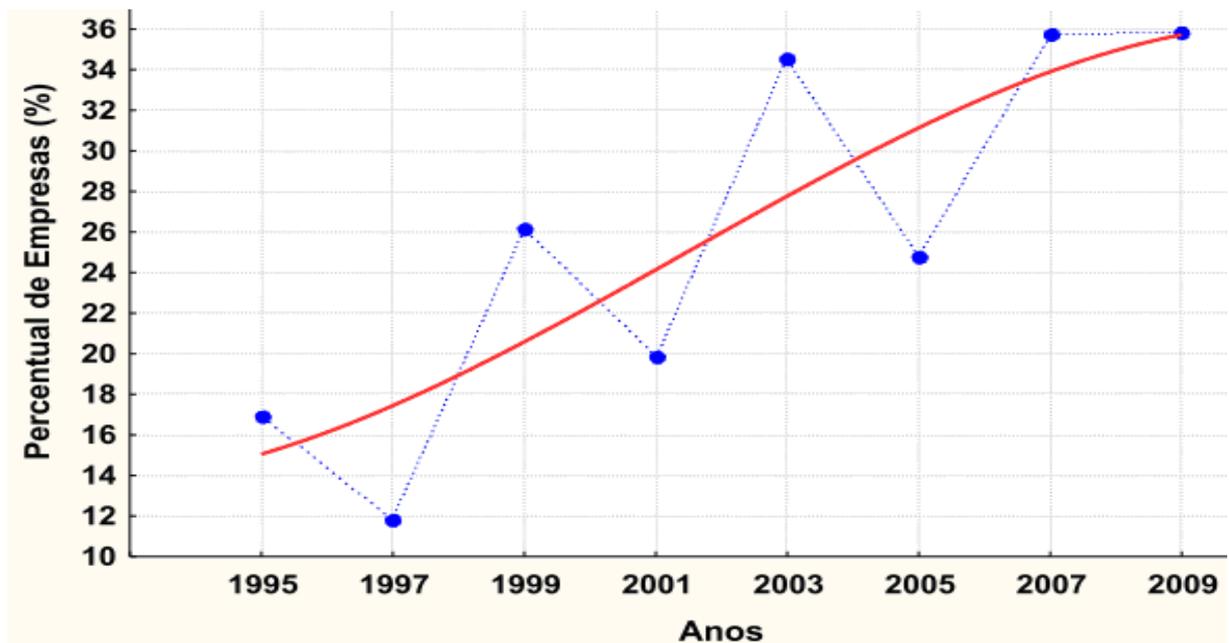


Figura 05 – Utilização de *softwares* externos na manutenção (ABRAMAN, 2009)

Um dos sistemas de manutenção que ganha destaque a nível mundial é o R/3, *software* desenvolvido pela *Systeme, Anwendungen, Produkte in der datenverarbeitung* – SAP (Sistemas, Aplicações e Produtos em Processamento de Dados). O SAP R/3 é um *software* ERP (Enterprise Resource Planning), ou seja, sistema integrado de gestão empresarial que possui base única de dados com acesso em tempo real e permite a integração das áreas de negócio da companhia através de seus módulos distintos, o que permitem otimizar o processo decisório (TRANSPETRO, 2010).

O SAP R/3 (Figura 06) oferece recursos para manutenção preventiva e preditiva, bem como para a manutenção rotineira, além de incorporar facilidades que permitem uma programação mecanizada dos serviços em bases diária, semanal ou em outros períodos definido pelo usuário (TRANSPETRO, 2010).



Figura 06 – Visão Geral dos Módulos do R/3

Fonte: Adaptada de TRANSPETRO (2010)

O módulo PM é o responsável pela gestão de manutenção e é integrado com os módulos de materiais (MM), de custos (FI), orçamento (FM), de empreendimentos / projetos (PS), de ativos (AA), de produção (PP) e em menor nível, com outros módulos.

## 2.7.2 Cadastro das instalações e equipamentos

Segundo Branco Filho (2008), instalação é um sistema integrado de itens que constituem uma unidade funcional de produção ou de serviços.

É importante ressaltar que todo item está associado a um local de instalação, endereço operacional fixo onde o mesmo está localizado, o qual normalmente é denominado de *tag* (*tagname*), palavra inglesa que significa etiqueta de identificação. O tagueamento é a base da organização da manutenção, pois através do *tag* será feito o mapeamento da unidade fabril, orientando a localização de processos e dos equipamentos para receber manutenção (VIANA, 2002).

O tagueamento, normalmente, é composto de números e letras, pois cada caracter ou par de caracter representa uma informação. Para a formação desse

tageamento nos locais de instalação e equipamentos, a NBR-8190 (1983), que por sua vez atende a *International Society for Measurement and Control* norma ISA - S5.1 é a norma recomendada pela ABNT.

A Figura 07 mostra a sequência de formação recomendada para o tagueamento de local de instalação e equipamentos conforme consta a NBR-8190 (1983).

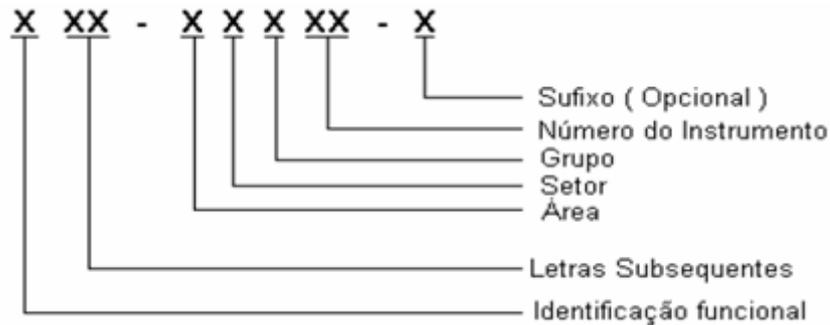


Figura 07 – Formação do *tagname* para local de instalação e itens  
Fonte: Associação brasileira de normas técnicas (NBR-8190, 1983).

Além do tagueamento, é preciso também codificar o equipamento, que de acordo com Souza (2009), tem como objetivo individualizá-lo para receber manutenção, bem como para o acompanhamento de sua vida útil, histórico de quebras, intervenções, custos, falhas, etc. Ao codificar um equipamento, pode-se fazer uma analogia ao cadastro de pessoa física (CPF), ou seja, ao equipamento é atribuído um número ou código e este o acompanha por toda a sua existência na empresa.

Ainda segundo comenta Souza (2009), o cadastro de todos os itens (equipamentos, sistemas, instrumentos e outros que se deseja monitorar) deve ser feito através de coleta de dados em catálogos, plaqueta de identificação em campo, informações do fabricante ou fornecedor e outros documentos disponíveis na organização. Algumas das informações que devem constar no cadastro de um item, são: descrição técnica; modelo ou tamanho; número de série; fabricante; e outras relevantes e específicas do referido item.

Por fim, é preciso estruturar o equipamento no sistema de manutenção e essa estrutura deve refletir a realidade hierárquica do ponto de vista do processo e a física. A Figura 08 exemplifica uma montagem estrutural de um equipamento e seus respectivos locais de instalação e sobressalentes em um sistema de manutenção (MELO, 2009).

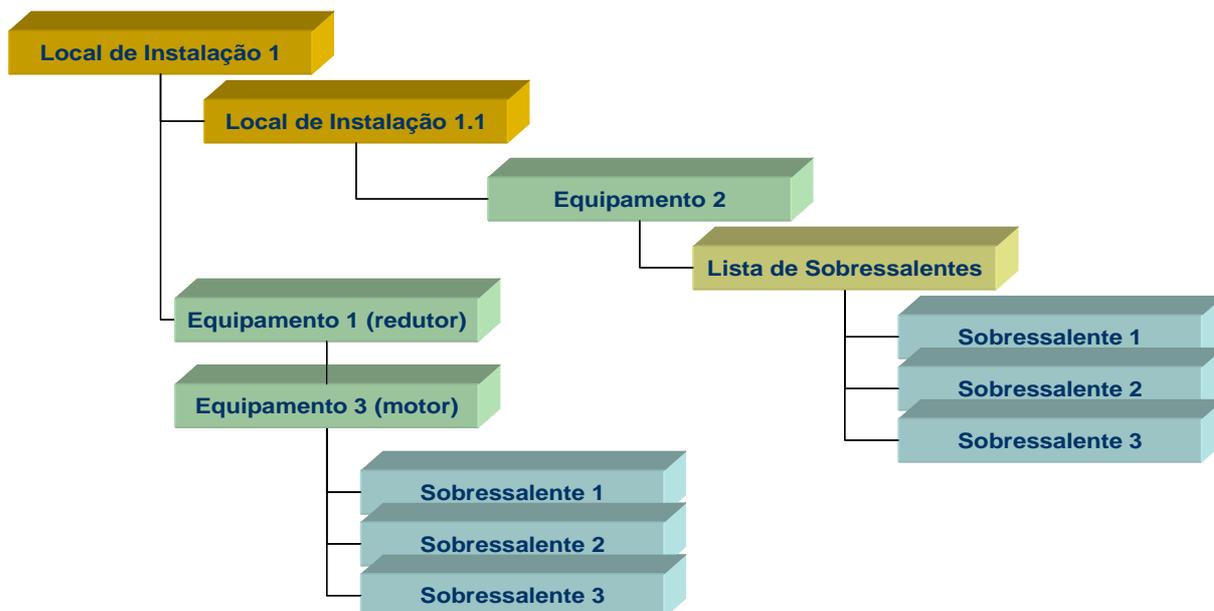


Figura 08 – Hierarquia para cadastramento de equipamentos  
 Fonte: Adaptada de Melo (2009).

### 2.7.3 Planejamento e organização funcional da manutenção

A organização da manutenção atualmente não se deve resumir apenas ao planejamento e gestão de seus recursos (pessoal, sobressalentes e ativos). A mesma deve estar voltada para a gestão e solução dos problemas do processo produtivo, de forma integrada às demais funções produtivas da companhia, maximizando lucros e com isso buscando competitividade em seu mercado (PINTO; XAVIER, 2001).

Franco (2005, *apud* RODRIGUES; PASA, 2009), afirma que a análise dos processos possibilita identificar os problemas e suas causas e com isso viabilizar o aperfeiçoamento das atividades de manutenção voltadas a estabelecer prioridades em função do grau de importância de cada processo.

Nesse sentido, Rodrigues e Pasa (2009) identificaram os seguintes sub-processos na manutenção: gestão do processo através do monitoramento dos indicadores e metas; administração das ordens de serviço, materiais e fechamento contábil no sistema de manutenção; planejamento e programação dos recursos e intervenções; atendimento de rotina diária junto ao processo produtivo; gestão de estoques de materiais sobressalentes; e por fim, a atividade de projetos que está

mais associada a engenharia da manutenção responsável pela solução dos problemas mais crônicos de máquinas e equipamentos.

Para Souza (2009), os sub-processos identificados por Rodrigues e Pasa (2009) também podem ser dispostos como um ciclo de gerenciamento da manutenção, mais especificamente no departamento de PCM, conforme detalhado na Figura 09.

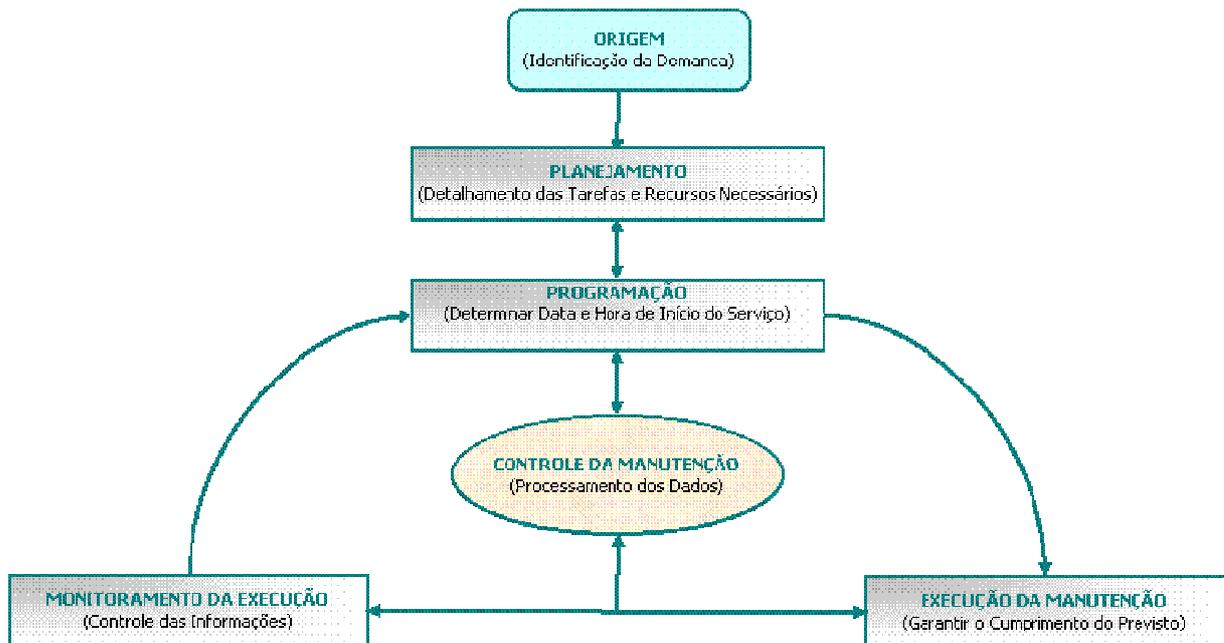


Figura 09 – Ciclo de gerenciamento do planejamento e controle da manutenção  
Fonte: Adaptada de Souza (2009)

De acordo com a Figura 09, pode-se notar que todos os serviços possuem origens conhecidas, esses serviços seguem para o planejamento e detalhamento das tarefas e dos recursos e em seguida para a programação (data e hora de início) da execução. É importante ressaltar que durante a execução dos serviços, é necessário o constante monitoramento, no sentido de certificar-se quanto a possíveis imprevistos, seja por falha de planejamento, desvio da própria execução ou ainda por eventos externos (SOUZA, 2009).

Por fim, a partir do monitoramento e registro de todos os eventos durante a execução, é possível, não só consolidar histórico para o banco de dados da manutenção, como também obter dados suficientes para se mensurar a eficácia do resultado obtido e garantir o processo de melhoria contínua, comenta Souza (2009).

O ciclo de gerenciamento do PCM mostrado por Souza (2009) ainda pode ser representado segundo um modelo de processo de transformação proposto por

Slack *et al* (2007). Neste modelo, que pode ser verificado na Figura 10, é composto de *inputs* como recursos (transformados e de transformação) para mudar o seu estado ou condição a fim de obter *outputs* como bens e serviços, que no caso específico do PCM, os *outputs* produzidos predominantemente são serviços.

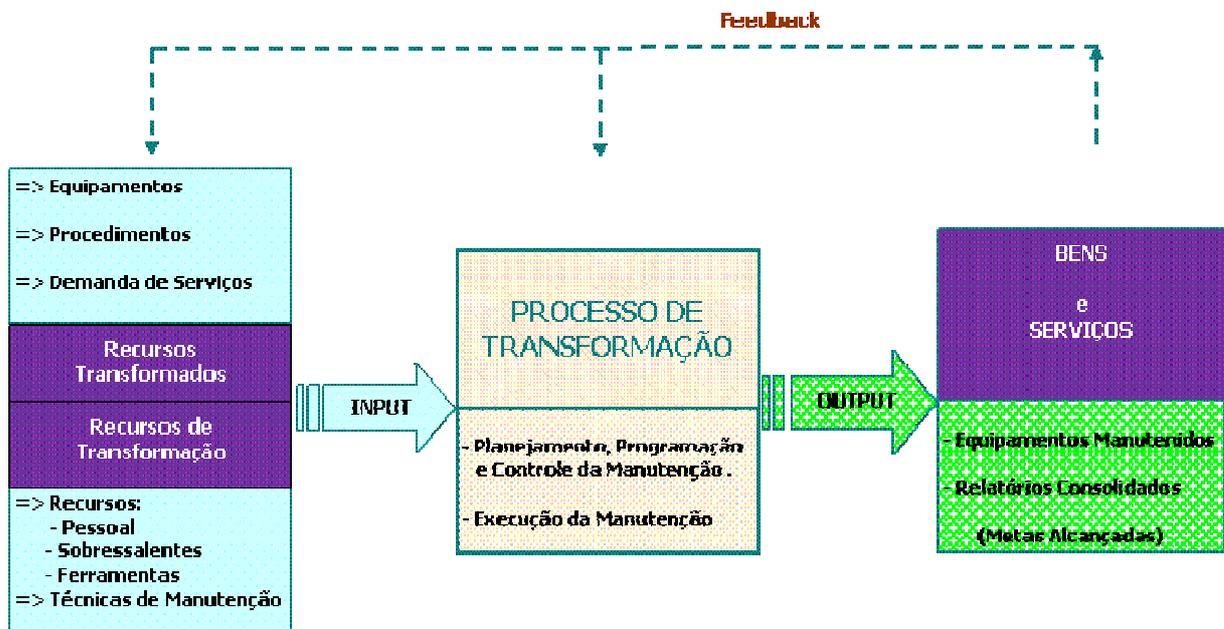


Figura 10 – Analogia PCM e Processo de Transformação  
Fonte: Adaptada de Slack *et al* (2007)

A seguir serão detalhadas as etapas relacionadas à gestão do PCM:

#### a) Identificação da demanda (serviços de manutenção)

As demandas dos serviços de manutenção nos equipamentos é algo que deve ser corrente e preferencialmente periódico, e é função do departamento de PCM, identificar junto às demais áreas estas necessidades para garantir o menor número de horas em indisponibilidade para o processo, argumenta Souza (2009).

De acordo com Viana (2002), os serviços de manutenção surgem do processo produtivo a partir de emergências (serviços imediatos, não planejados), solicitações da operação (apoio operacional, serviços planejáveis) e demandas periódicas surgidas do plano de manutenção (preventiva, preditivas, serviços de calibração, dentre outros).

Segundo comentam Pinto e Xavier (2001), as solicitações de serviço podem ser geradas a partir da área operacional (produção), da área de inspeção de equipamentos ou mesmo da própria manutenção (PCM). Portanto, todas as

solicitações devem ser analisadas pelo PCM segundo uma sistemática que, dentre outras coisas, deve verificar: veracidade da solicitação; qual a prioridade a ser adotada para seu atendimento; e qual a característica principal do serviço quanto a sua execução, se serviço comum de manutenção ou se serviço especial que requer, inclusive, execução em parada geral da planta industrial.

### **b) Planejamento da manutenção**

Na fase de planejamento da manutenção deve-se fazer toda a preparação dos trabalhos com antecedência necessária para que nenhuma verificação seja esquecida (SOUZA, 2009).

Para Branco Filho (2008), no planejamento são detalhados e mensurados todas as necessidades para a execução da tarefa, dentre os quais: duração do serviço; previsão de custos; planejamento dos recursos (sobressalentes, mão de obra e ferramentas e veículos) e ainda deve-se considerar os aspectos ambientais, segurança e saúde e as normas vigentes da empresa.

Segundo Pinto e Xavier (2001), independente do tamanho e complexidade do serviço, o planejamento dos serviços é uma etapa muito importante e pode ser feita rapidamente (serviços rotineiros) ou pode durar meses (em caso de paradas ou *revamp* de unidades). Normalmente o planejamento dos serviços executa as seguintes etapas: detalhamento; microdetalhamento das tarefas; orçamentação; e facilitação dos serviços.

### **c) Programação da manutenção**

Todo serviço, apenas será programado após seu planejamento, porém nem todo serviço planejado será programado, pois a programação é a definição final da data de execução do trabalho e se não for economicamente viável para empresa, o mesmo não será executado. Nessa fase, o departamento de PCM define em reunião de programação com integrantes das equipes de execução (todas as especialidades), produção/operação e SMS, a data de início das atividades; liberação do equipamento junto a operação (produção); e por fim, a emissão das ordens de serviço (SOUZA, 2009).

A programação da manutenção obedece algumas regras básicas, principalmente para definir a ordem de execução. De acordo com Pinto e Xavier (2001), alguns critérios devem ser seguidos, os principais são: ordem de prioridade

que é definida em função do grau de criticidade do equipamento; serviços com data marcada, normalmente os definidos em um cronograma específico, como serviços de calibração de instrumentos; e ordem de antiguidade da solicitação.

#### **a) Execução da manutenção**

Os trabalhos devem ser executados de acordo com o planejamento e seguindo as instruções da ordem de serviço, cumprindo os procedimentos da empresa, seja de execução ou de segurança. De acordo com Melo (2009), é importante ressaltar que todos os detalhes da execução, tais como, tempo de execução, materiais utilizados deverão ser registrados na ordem de serviço e devolvidas ao departamento de PCM.

#### **b) Monitoramento da execução da manutenção**

Na etapa do controle da manutenção, caberá ao supervisor ou técnico da equipe responsável pela execução, fazer todo o acompanhamento e orientação dos mantenedores no sentido de garantir o cumprimento dos prazos estabelecidos sem que a qualidade dos serviços seja comprometida (MELO, 2009).

Ainda segundo Souza (2009), o departamento de PCM deverá fornecer todas as previsões de início e término dos serviços e os desvios identificados deverão ser comunicados a este departamento. Por sua vez, o PCM tratará corretivamente os desvios significativos (acima de 10%) já no próximo planejamento, seja correção direcionada ao plano de manutenção ou mesmo a capacitação da equipe de execução.

#### **c) Controle da manutenção (antes e depois da execução)**

O processamento dos dados da manutenção está diretamente ligado à formação do histórico de cada equipamento; tão confiáveis sejam esses dados, com registros da execução no sistema de manutenção, mais acessíveis e confiáveis serão as análises e decisões tomadas a partir dos mesmos (VIANA, 2002).

De acordo com Pinto e Xavier (2001), as principais tarefas efetuadas pelo PCM, nessa etapa, são: *feedback* (retroalimentação do sistema, ou apropriação dos recursos de homens/hora e sobressalentes utilizados, bem como se o serviço foi concluído ou não); controle do *backlog* (carteira de serviços pendentes de execução)

global e por especialidade; tratamento dos desvios encontrados; e a partir dos dados inseridos no sistema, calcular os indicadores da manutenção.

#### **2.7.4 Indicadores e Índices de manutenção**

Indicadores de manutenção são obtidos a partir de dados estatísticos relativos a um ou vários processos de manutenção que se deseja monitorar. São utilizados para comparar e avaliar resultados atuais com anteriores baseando-se em metas e padrões pré-estabelecidos (BRANCO FILHO, 2006).

Índices de manutenção, por sua vez, ainda de acordo com Branco Filho (2006), é a relação entre valores e medidas (até mesmo entre indicadores) já obtidos segundo seus respectivos critérios, utilizados para comparar e avaliar situações atuais e anteriores. Os índices servem, também, para medir desempenho contra metas e padrões pré-estabelecidos.

De acordo com Souza (2009), o departamento de PCM de cada empresa deve analisar e optar por pelos indicadores que serão acompanhados, pois estes devem retratar aspectos importantes e peculiares de seu respectivo processo.

Os indicadores de manutenção podem ser divididos em dois grupos: indicadores de capacitação (qualificação de pessoal, capacidade instalada e grau de modernização) e os indicadores de desempenho (qualidade nos serviços quanto a: conformidade, retrabalhos e rastreabilidade; e produtividade: custo do processo; ciclos de produção e aproveitamento). Os indicadores evidenciam se as estratégias de manutenção estão adequadamente implantadas (BRANCO FILHO, 2006).

De acordo com Viana (2002), são seis os indicadores que formam os Índices de Classe Mundial: tempo médio entre falhas (TMEF); tempo médio para reparo (TMPR); tempo médio para falhar (TMPF); disponibilidade física do equipamento; custo de manutenção por faturamento; e custo de manutenção por valor de reposição.

Além dos Índices de Classe Mundial, existem mais oito indicadores muito importantes para medição do desempenho; quais sejam: *backlog*; retrabalho; índice de corretiva; índice de preventiva; alocação de HH em OM; treinamento na manutenção; taxa de frequência de acidentes; taxa de gravidade de acidentes (VIANA, 2002)

Nesse sentido, no presente trabalho serão abordados, com maior ênfase, os índices de corretivas, preventivas e *backlog* os quais serão utilizados na composição dos resultados deste estudo.

O Índice de Corretiva (IC), de acordo com Viana (2002), indica o percentual das horas de manutenção que foram dedicadas em manutenção corretiva. Conforme argumenta o autor, seu valor máximo aceitável é 25%, acima disso, certamente ocorrerão, dentre outros fatores, aumento de backlog, custos e indisponibilidade; o IC pode ser obtido conforme referido na Equação 1.

$$IC = \frac{\Sigma \text{horas de corretiva}}{\Sigma \text{horas de corretiva} + \Sigma \text{horas de preventiva}} \times 100 \quad (1)$$

O Índice de Preventiva (IP), ainda de acordo com Viana (2002), é o oposto do índice de corretiva e representa o percentual de horas dedicados a manutenção preventiva; e percentuais acima de 75% sinalizam resultados satisfatórios para a manutenção; o IP pode ser obtido de acordo com a Equação 2.

$$IP = \frac{\Sigma \text{horas de preventiva}}{\Sigma \text{horas de corretiva} + \Sigma \text{horas de preventiva}} \times 100 \quad (2)$$

*Backlog*, de acordo com Branco Filho (2004), é o tempo que uma equipe de manutenção deve trabalhar para realizar todos os serviços pendentes, com todos os seus recursos humanos, considerando um determinado período.

O *backlog*, conforme argumenta Souza (2009), deve ser calculado por especialidade e pode ser utilizado tanto para uma análise histórica (serviços já realizados) como para os serviços a vencer (planos de manutenção), obtendo-se uma visão dos serviços a vencer oriundos do plano mestre de manutenção. Dessa forma, prever se os recursos disponíveis estarão aquém do necessário (falta de recursos) ou mesmo se haverá sobra (ociosidade).

De acordo com Viana (2002) e Souza (2009), o *backlog* pode ser obtido utilizando-se a Equação 3.

$$\text{Backlog} = \frac{\Sigma \text{HH em serviços pendentes}}{\Sigma \text{HH disponíveis na equipe}} \quad (3)$$

É importante ressaltar que homem hora (HH) é a quantidade de colaboradores que estão trabalhando ou disponíveis para manutenção multiplicado pelo tempo, medido em horas. Para o cálculo do *backlog*, o período a ser considerado pode ser em dias, semanas ou outro qualquer, sendo que o mais comum é em dias (SOUZA, 2009).

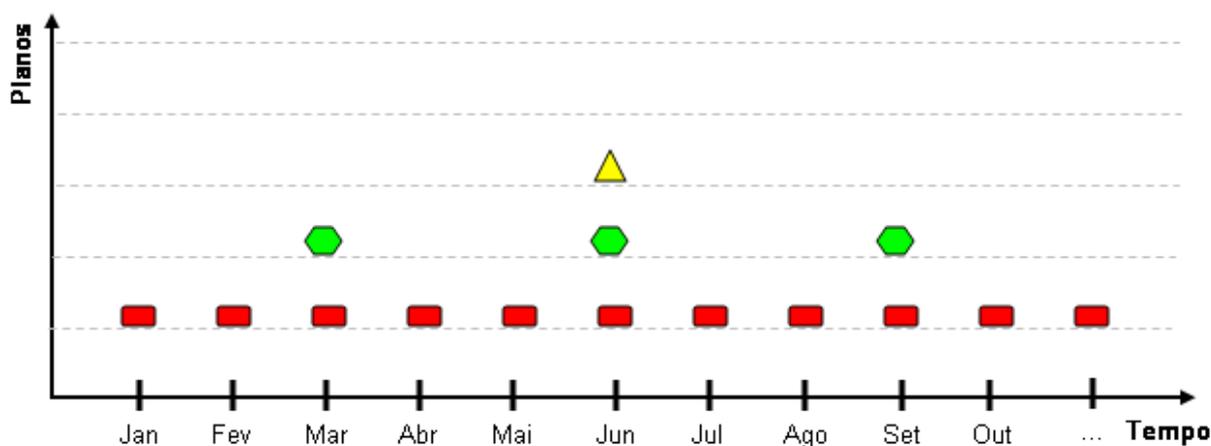
### 2.7.5 Previsibilidade na manutenção

Para a manutenção, prever é deter o conhecimento do que será executado e a base para sua obtenção são os planos de manutenção. De acordo com Viana (2002), a previsibilidade na manutenção é importante para se conhecer as demandas de cada especialidade e esta pode ser obtida pela utilização do *backlog* histórico com base no HH de cada tarefa ou mesmo pela análise quantitativa das tarefas de cada especialidade.

Vale ressaltar, ainda segundo Viana (2002), que essa previsibilidade de demandas a vencer só é possível determinar com exatidão para os serviços originados a partir dos planos de manutenção com ciclo baseado em calendário.

Para a análise utilizando-se o HH é fundamental que todos os planos de manutenção possuam seus recursos corretamente dimensionados, ou seja, a duração e a quantidade de homens previstos (planejados) para a execução da atividade devem está muito próximo da realidade (executado). Caso contrário, não é recomendado utilizar os resultados de uma análise de *backlog* como fator para tomada de decisões. Nesse caso, a análise de previsibilidade pode ser obtida pelo quantitativo de tarefas a vencer baseando-se apenas nos planos de estratégia por calendário, conforme mostrado na Figura 11 (BARCAUI *et al*, 2006).

A Figura 11 exemplifica como a previsibilidade na manutenção pode ser obtida, no caso específico, com base apenas nas atividades a vencer oriundas de planos de manutenção de uma mesma especialidade (elétrica). É notório que no mês de junho está previsto três planos, o que pode vir a sobrecarregar os recursos disponíveis neste período. Situação que seria facilmente corrigida se a mesma fosse reprogramada para um mês que só há uma única atividade prevista (MELO, 2009).



Nº Plano	Sinalizador	Especialidade	Estratégia	Ciclo	Unidade
ELE001	■	Elétrica	Tempo Calendário	1	Mês
ELE002	⬡	Elétrica	Tempo Calendário	3	Mês
ELE003	▲	Elétrica	Tempo Calendário	6	Mês

Figura 11 – Previsibilidade dos planos de manutenção  
 Fonte: Adaptada de Melo (2009).

A situação exemplificada na Figura 11, mostra que é de fundamental importância a análise de *backlog* na manutenção, pois a partir dos resultados dessa análise é possível identificar possíveis desnivelamentos já ocorridos ou a ocorrer.

Para Tavares (1999, *apud* VIANA, 2002), existem seis tipos de curvas de *backlog*. A Figura 12 mostra cada uma das curvas, sendo importante ressaltar suas principais características: na curva (1) está evidente a estabilidade na quantidade de serviços (constante) o que normalmente representa o melhor comportamento; nas curvas (2) e (3) nota-se o decréscimo e alta constantes na demanda de serviços, respectivamente; aumento e decréscimo súbito de demanda não constantes estão evidentes nas curvas (4) e (5), respectivamente; e por fim, a curva (6) de comportamento aleatório (dente de serra) que, conforme argumenta o autor, caracteriza descontrole relacionado a função PCM.

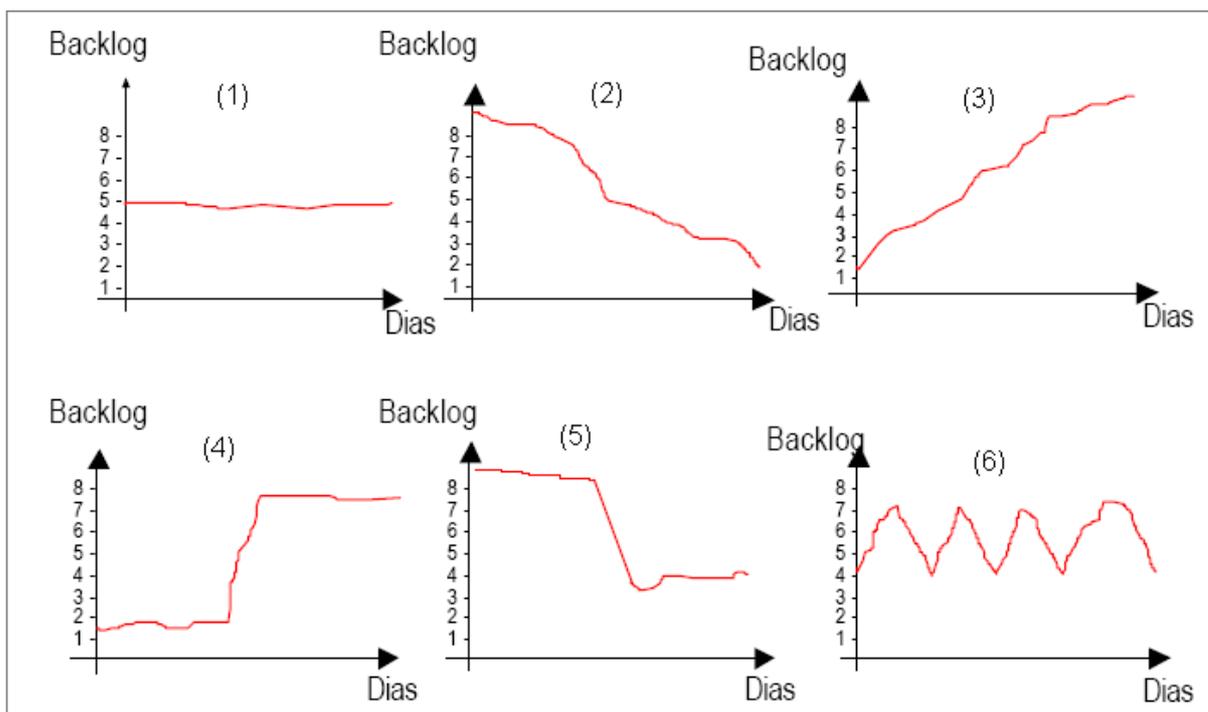


Figura 12 – Tipos de curvas de *backlog*

Fonte: Adaptada de Tavares (1999, *apud* VIANA, 2002)

Branco Filho (2006) argumenta que a curva (6) é a mais preocupante das curvas e esta pode ser causada por erros ou vícios no sistema de manutenção, eventos sazonais ou mesmo demandas geradas a partir de inspeções não regulares (esporádicas). A correção dessa curva, ainda segundo o mesmo autor, é possível desde que as demandas geradas a partir de inspeções sejam periódicas (ciclo definido); que todos os pedidos de manutenção sejam registrados no sistema antes que os mesmos se agravem; e por fim, verificações de no mínimo duas vezes por ano no sistema de manutenção para identificar possíveis oscilações (desnívelamentos) bruscos.

Do ponto de vista macro, Barcaui *et al* (2006) enfatiza que para se elaborar um bom cronograma de tarefas, considerando utilização eficiente de recursos, é fundamental que a análise seja feita com o uso de ferramentas como: diagrama de Gantt para as atividades; gráficos histogramas de utilização de recursos; ou mesmo gráficos que correlacionem as atividades a serem executadas ao longo do tempo e suas respectivas especialidades (recursos necessários).

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia adotada para a elaboração do presente estudo transcorreu através de coleta de dados em campo e no atual banco de dados da manutenção. O objeto de estudo, foi a malha sergipana de gasodutos sob responsabilidade operacional da Petrobras Transporte S/A (TRANSPETRO).

A coleta de dados em campo se concentrou, principalmente, no levantamento cadastral dos equipamentos e suas respectivas informações (tagamento e especificações técnicas). Portanto, nesse primeiro momento, foram registradas todas as informações e em seguida comparadas com o cadastrado no sistema de controle da manutenção (SAP R/3).

A comparação entre os dados de campo e os do sistema de manutenção foi voltada para os métodos qualitativo e quantitativo. Qualitativo principalmente no tocante a qualidade das informações registradas no sistema e quantitativo pela mensuração dos ativos quanto ao seu estado de atividade no sistema, ou seja, dos equipamentos cadastrados, quantos estavam ativos e quantos inativos.

A coleta de dados também foi direcionada para o banco de dados da manutenção. Foram extraídos do sistema de manutenção os dados de intervenções preventivas, corretivas, calibrações e demais serviços complementares executados por todas as especialidades no período de 01 de janeiro de 2009 até 30 de setembro de 2010. Da mesma forma, foram extraídos os dados com as previsões de manutenção (planos de preventiva e calibrações) referente ao período de 01 de outubro de 2010 a 31 de dezembro de 2011, totalizando um período amostral de três anos.

De posse de todos os dados, foi possível avaliá-los e quantificá-los por meio de sua tabulação em tabelas e planilhas, o que possibilitou a geração de gráficos e mensuração de alguns indicadores de desempenho da manutenção. Através dos resultados obtidos, foi possível, também identificar algumas falhas existente no processo; e a partir desses resultados, propor, a título de correção e

melhoria, algumas recomendações para os desvios encontrados com o intuito principal de otimizar recursos, e por conseguinte, reduzir os custos da manutenção.

O presente estudo de caso foi desenvolvido seguindo algumas etapas, conforme pode ser verificado na Figura 13; essas etapas são melhor compreendidas quando analisadas de forma análoga a um macrofluxograma.

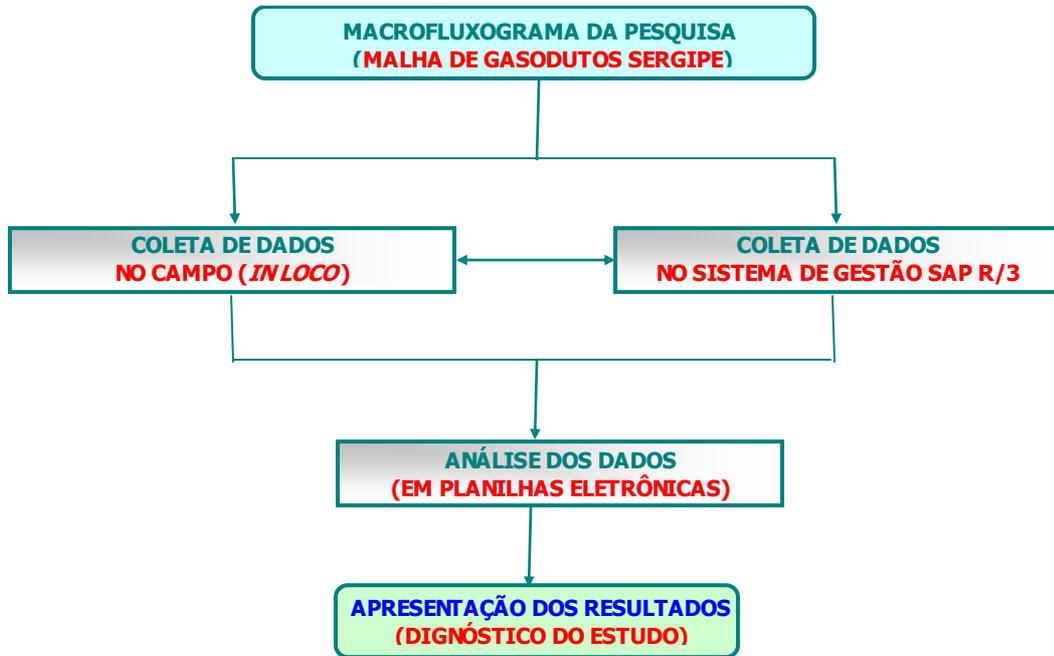


Figura 13– Macrofluxograma da pesquisa (estudo de caso)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Malha de Gasodutos

A análise dos dados de todos os equipamentos cadastrados no sistema SAP R/3 foi ampliada no sentido de identificar e avaliar cada item cadastrado quanto a atual abrangência da estratégia de manutenção aplicada, identificando quais equipamentos estavam ativos e inativos; e dos equipamentos ativos, quais possuíam planos de manutenção cadastrados, porém não inicializados ou mesmo inativos.

A malha de gasodutos de transporte operada e mantida pela TRANSPETRO, em Sergipe, é composta por quatro gasodutos (Tabela 01); sendo que 67% foram construídos a aproximadamente três anos e que alguns dos PEs desses gasodutos foram ou estão sendo operados a menos de um ano.

Tabela 01- Gasodutos Operados e Mantidos pela TRANSPETRO em Sergipe

GASODUTO	DADOS CONSTRUTIVOS			DADOS OPERACIONAIS		
	Origem – Destino	Ano Construção	Comprimento / Diâmetro	PMTA (kgf/cm <sup>2</sup> )	Produto	Quantidade de PEs
GASEB	EDG Catu – EDG Atalaia	1974	229 km / 14”	55	Gás Natural	3
CATUCARM	EDG Catu – Estação Carmópolis	2007	264,5 km / 26”	100	Gás Natural	3
CARMPLR	Estação Carmópolis – Estação Pilar	2007	175,9 km / 26”	100	Gás Natural	1
GAI	<i>EDG Atalaia – Estação Itaporanga</i>	<i>2007</i>	<i>29 km / 14”</i>	<i>100</i>	<i>Gás Natural</i>	<i>-</i>

**Legenda:**

PMTA – Pressão máxima de trabalho admissível

UPGN – Unidade de processamento de gás natural

Na Tabela 02 estão identificados os principais consumidores por gasoduto, considerando apenas a malha em estudo.

É importante comentar que devido ao tipo de malha de distribuição (sistema em série), na ocorrência de qualquer indisponibilidade de um gasoduto, todos os consumidores deste seriam afetados. O mesmo ocorre se a indisponibilidade for do ponto de entrega, nesse caso, se a concessionária não tiver outro ponto supridor, todos os seus consumidores serão diretamente afetados.

Tabela 02 – Descrição dos Pontos de Entrega em Operação

PE	GASODUTO	CLIENTE	PRINCIPAIS CONSUMIDORES
ITAPORANGA	GASEB	SERGAS	Mabel / Marata
ÁGUAS CLARAS	GASEB	SERGAS	AMBEV
DIE	GASEB	SERGAS	Distrito Industrial de Estância
FAFEN/SERGAS	CATUCARM	FAFEN / SERGAS	PETROBRAS / DIS / MANGUINHOS
DIS	CATUCARM	SERGAS	Distrito Industrial de Socorro
MANGUINHOS	CATUCARM	SERGAS	Distrito Industrial de Socorro / Aracaju
DIA	EDG ATALAIA	SERGAS	Distrito Industrial de Aracaju
CARMÓPOLIS	GASNORTE*	SERGAS	VALE

**Nota:**

(\*) – Gasoduto Norte (GASNORTE) é operado pela PETROBRAS, apenas o PE é operado e mantido pela TRANSPETRO.

## 4.2 Sistema Atual de Manutenção na Malha de Gasodutos

Após pesquisa de campo e análise dos dados em comparação com o atual sistema de manutenção, foi constatado a ausência de cadastro de muitos itens, principalmente nas instalações em operação a menos de um ano.

Nesta análise, foi constatado, também, uma quantidade significativa de instrumentos que não estavam cadastrados no SAP R/3. Na Tabela 03 está disponível a listagem com parte desses instrumentos encontrados em uma das instalações, o PE-Manguinhos, os quais não estavam cadastrados.

Tabela 03 – Lista de Equipamentos / Instrumentos instalados no PE-Manguinhos

TAG	DESCRIÇÃO EQUIPAMENTO	FABRICANTE	Nº SÉRIE
PIT-4050.8108	Transmissor indicador de pressão.	ROSEMOUNT	2038747
XV-4050.8109	Válvula XV receptor de PIG.	KSB	101036/2
XIS-4050.8104	Detector de PIG entrada do receptor.	ULTRAFLUX	670
RP-4050.8102	Receptor de PIG.	TDW	0015R07508
PSV-SDV-4050.8103	Válvula segurança V-SDV-4050.8103.	MERCER	517489
PDIT-4050.8113	Indicador transmissor pressão diferencial.	ROSEMOUNT	0013576
SDV-4050.8103	Válvula de shut down RP-4050.8102	KSB	6" x 300#

A partir do seu cadastramento, o R/3 gera um número específico (Número do equipamento), o qual permitirá total rastreabilidade do equipamento e a atribuição de planos de manutenção.

Na Figura 14 consta (como exemplo) o cadastramento do PIT-4050.81-08 (TAG) identificado na Tabela 03 e cadastrado sob número 10212406 (Equipamento).

The screenshot displays the SAP R/3 interface for creating a maintenance plan. The main title is 'Plano manutenção' with the ID 'CCRINS0163' and description 'Manutenção Transmissor Ind. Pressão'. Below this, there are tabs for 'Ciclos plano de manutenção' and 'Parâmetro programação plano manutenção'. The 'Ciclos' section includes fields for 'Ciclo/unidade' (720 DIA), 'Texto para ciclo' (BIANUAL), and 'Offset/unidade' (0 DIA). The 'Objeto de referência' section shows 'Local instalaç.' as 'CATUCARM26.KM040-4.PEMANGUIN...' and 'Equipamento' as '10212406'. The 'Dados de planejamento' section includes 'Centro planej.' (T075 Salvador - BA), 'Tipo de ordem' (ZPRV Ordem Preventiva Transpetro), and 'CenTrab respon.' (INSTRUM\_ / T075 INSTRUM...). At the bottom, the 'Lista de tarefas' section shows a task 'A / NEMINTPT / 1' with the description 'MANUTENÇÃO TRANSMISSOR DE PRESSÃO'.

Figura 14 – Cadastro de plano de manutenção para equipamentos  
Fonte: SAP R/3 – TRANSPETRO (2010)

Após o cadastramento no R/3, é definido de acordo com procedimentos internos da TRANSPETRO, o plano de manutenção preventiva e conforme pode ser verificado na Figura 13, alguns dos elementos principais desse plano são: periodicidade (720 dias); tipo de ordem (ZPRV - ordem preventiva); especialidade de execução (INSTRUM. - Instrumentação); e o procedimento (NEMINTPT).

Também foi constatado, através da análise cadastral dos equipamentos, que de forma geral, apesar de cadastrados, os equipamentos não possuem todas as informações disponíveis e em alguns casos, apenas a informação do fabricante.

Segundo análise realizada, de todos os itens cadastrados no R/3, 65% não possuem cadastradas as informações de número de série e 35% deles não possuem registro do nome do fabricante, informações de extrema necessidade para uma possível aquisição de sobressalentes ou mesmo substituição do item.

Na Figura 15 observa-se a ausência dessas informações. O equipamento 10212898 – Transmissor Indicador de Pressão PIT-501B, apesar de cadastrado, consta no R/3 somente o nome do fabricante e todas as outras informações não foram disponibilizadas. Essa ausência irá impactar negativamente no momento de uma necessidade de aquisição de peças sobressalentes ou mesmo de sua substituição.

Equipamento	10212898	Categoria	E	Equipamentos de pr
Denominação	Transmissor Indicador Pressão PIT-501B			
Status	AEQS			
Válido desde	11.03.2018	Válido até	31.12.1	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Dados adicionais 1</span> <span>Dados MAP</span> <span>Dados adicionais 2</span> <span style="border: 1px solid red;">Ficha Técnica</span> </div>				
<b>Classificação</b>				
PRESSÃO(kgf/cm²)				
TIPO				
MATERIAL				
TIPO DE ELEMENTO				
MONTAGEM				
SET POINT				
TIPO DE AÇÃO				
SINAL DE SAÍDA				
<b>Dados de fabricação</b>				
Fabricante	ROSEMOUNT	Pais produtor		
Denom.in.tipo		Mês/ano const.		
Nº peça fabric.				
Nº série				

Figura 15 – Registro de dados técnicos dos equipamentos  
Fonte: SAP/R3 – TRANSPETRO (2010)

Também foi observado em campo, equipamentos sem identificação (tagamento) ou mesmo divergente com o cadastro do R/3.

### 4.3 Análise dos Planos de Manutenção

Após a análise de todos os equipamentos quanto ao cadastro no R/3, foi verificado todos os planos desses equipamentos, os quais estão tabulados na Tabela 04.

De acordo com os dados da Tabela 04, dos 1815 equipamentos cadastrados, 118 estão no sistema de manutenção na condição de inativos. Segundo análise do sistema de manutenção, foi verificado que muitos desses equipamentos inativos foram desinstalados ou mesmo nunca existiram no campo.

Ainda de acordo com os dados da Tabela 04, dos 1494 planos de manutenção cadastrados (total de planos), 409 estão aguardando inicialização, ou seja, aproximadamente 27% do total cadastrado e aproximadamente 19% dos planos estão desativados.

Tabela 04 – Quantidade de equipamentos e planos cadastrados

LOCALIZAÇÃO (GASODUTOS)	EQUIPAMENTOS ATIVOS	EQUIPAMENTOS INATIVOS	PLANOS ATIVOS	PLANOS INATIVOS	PLANOS ABERTOS (CICLO NÃO INICIALIZADO)
GASEB14	468	33	263	117	38
EGT	308	33	98	23	138
ATLITA	144	11	91	44	9
CATUCARM26	706	36	302	79	218
CARMPLR26	71	5	49	19	6
<b>TOTAL</b>	<b>1697</b>	<b>118</b>	<b>803</b>	<b>282</b>	<b>409</b>

Fonte: SAP R/3 – TRANSPETRO (2010)

No Gráfico 02 os 1494 planos cadastrados estão correlacionados com suas respectivas especialidades (Elétrica, Mecânica, Instrumentação e Automação), salientando-se que:

- a) Planos ativos são planos cadastrados e que estão com seu ciclo de geração de ordem normal;
- b) Planos inativos são planos cadastrados e por algum motivo, foram desabilitados (bloqueados);

c) Planos abertos são planos cadastrados, porém não inicializados, não tiveram seu ciclo inicial definido (falta *start-up* do plano).

Observa-se ainda no Gráfico 02 que a Mecânica tem a maior parte dos planos cadastrados (541). No entanto, esta especialidade é a que proporcionalmente possui a menor quantidade de planos ativos, apenas 139 (aproximadamente 25% de seu total). A equipe de Mecânica também se destaca negativamente com a quantidade de planos abertos (231), quantidade superior aos planos ativos (139) e inativos (171).

Quanto as demais especialidades, a Elétrica também se destaca negativamente por possuir apenas 53% de seus planos ativos, sendo 135 planos aguardando inicialização (abertos) e 56 inativos. A especialidade Automação é o destaque positivo com 92% dos planos ativos, seguido pela Instrumentação com 80% de todos os planos em plena atividade no sistema de manutenção.

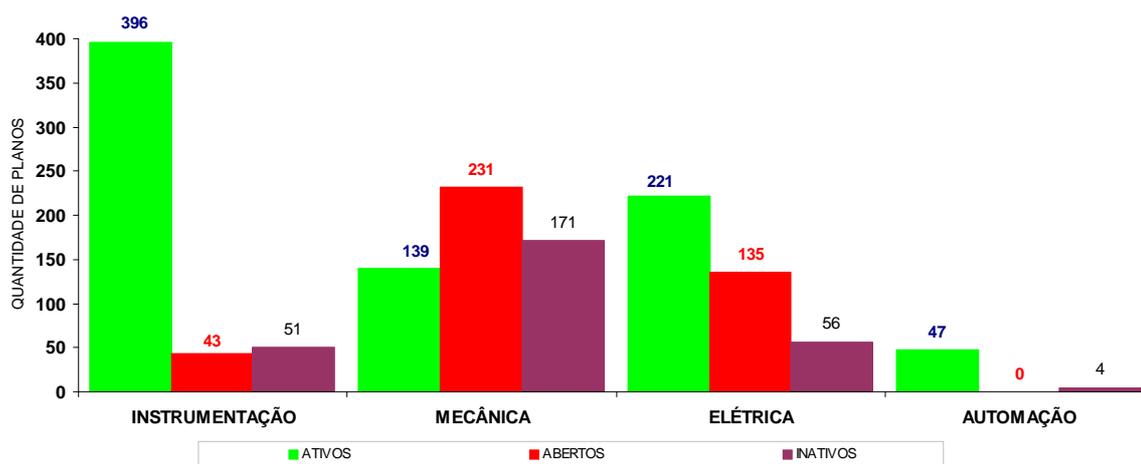


Gráfico 02 – Total de planos por equipe  
Fonte: SAP/R3 – TRANSPETRO (2010)

#### 4.4 Análise do Tipo de Manutenção Executada

A partir de dados coletados no sistema SAP R/3, compreendendo o período de 01 de janeiro de 2009 a 30 de setembro de 2010, foi possível tabular os resultados da Tabela 05. Nessa análise, foram quantificados os eventos de manutenção preventiva e corretiva para cada uma das especialidades, serviços de calibração fiscal e demais serviços complementares.

Vale ressaltar que os serviços de manutenção preventiva dizem respeito aos serviços executados a partir dos planos de preventiva sistemáticos e as especialidades consideradas foram: Mecânica, Elétrica, Automação e Instrumentação. A mesma metodologia foi adotada para os eventos de corretivas.

Os serviços de calibração fiscal, dizem respeito aos serviços de calibração executados em equipamentos relacionados aos sistemas de medição fiscal para transferência de custódia (responsabilidade). Apesar de serem considerados como serviços de preventiva de instrumentação, são tratados separadamente no sistema R/3 como planos de calibração em virtude de sua particularidade no tocante aos procedimentos específicos, periodicidades diferenciadas e não permitem atrasos. Todos os planos de calibração são elaborados e obedecem a um cronograma anual específico que visa atender a Portaria Conjunta ANP/INMETRO 01/2000.

Quanto aos serviços complementares, são os serviços de apoio operacional ou conservação e limpeza, os quais não possuem nenhuma relação direta com a disponibilidade dos ativos da manutenção, por este motivo, são considerados serviços de apoio.

Tabela 05 – Análise quantitativa da manutenção

MÊS / ANO	TIPO DE MANUTENÇÃO									
	PREVENTIVA				CORRETIVA				CALIBRAÇÃO FISCAL	SERVIÇOS COMPLEMENTARES
	Mecânica	Elétrica	Automação	Instrumentação	Mecânica	Elétrica	Automação	Instrumentação		
jan/09	57	40	0	44	0	0	0	2	0	0
fev/09	37	23	4	85	0	0	0	0	1	3
mar/09	14	35	3	64	0	2	0	2	14	22
abr/09	20	57	0	59	5	2	0	6	27	2
mai/09	13	28	1	40	3	2	0	3	0	3
jun/09	15	36	0	43	1	6	0	6	0	7
jul/09	14	34	0	72	2	1	0	7	21	14
ago/09	4	14	0	18	0	0	0	3	15	0
set/09	2	6	0	12	0	0	0	3	12	3
out/09	18	59	0	123	0	0	0	0	21	2
nov/09	8	38	0	31	4	0	0	1	6	2
dez/09	15	16	0	43	0	2	0	1	6	4
jan/10	19	17	2	62	0	0	0	4	51	1
fev/10	17	7	0	27	0	0	0	6	8	0
mar/10	6	7	0	27	0	6	0	8	38	2
abr/10	18	26	0	103	0	2	0	5	12	12
mai/10	33	40	1	61	0	1	5	3	47	9
jun/10	28	31	0	45	0	3	2	5	34	13
jul/10	13	44	24	60	0	1	0	6	30	12
ago/10	9	3	38	38	0	0	3	6	56	7
set/10	10	68	21	80	0	1	0	4	19	3
<b>Média Mensal</b>	<b>17,6</b>	<b>30,0</b>	<b>4,5</b>	<b>54,1</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>	<b>0,5</b>	<b>3,9</b>	<b>19,9</b>	<b>5,8</b>

Fonte: SAP/R3 – TRANSPETRO (2010)

A partir dos dados da Tabela 05 foi possível a obtenção dos resultados mostrados nos Gráficos 03 a 05.

O Gráfico 03 mostra os índices de manutenção corretiva e preventiva da malha considerando todas as intervenções executadas por todas as especialidades (inclusive as preventivas de calibração fiscal).

Salienta-se que, para o cálculo dos índices de corretiva e preventiva foi considerado o quantitativo de eventos e não a totalização de HH de cada atividade, visto que não foi evidenciado no período amostral em estudo, a devida apropriação de HH das ordens de serviço. Essa incoerência identificada na apropriação de HH, em princípio, foi observada nas ordens executadas por empresas contratadas (terceirizadas da TRANSPETRO), visto que a metodologia adotada para a medição dos serviços executados por estas empresas não levam em consideração o HH utilizado para o serviço, mas sim, o tipo de serviço executado.

É possível observar que nos meses em que a quantidade de ordens de preventiva foi menor, maior foi o número de corretivas; quando não no mesmo mês, mas no mês sub-sequente. Isso ocorreu nos meses de maio de 2009, junho de 2009, fevereiro de 2010 e março de 2010, sendo dentro do período amostral, os meses com as menores quantidades de preventivas e consequentemente, nesses meses, os de maiores índices de corretiva, 8,9% - 12,1% - 9,2% e 15,2% respectivamente, conforme nota-se no Gráfico 03.

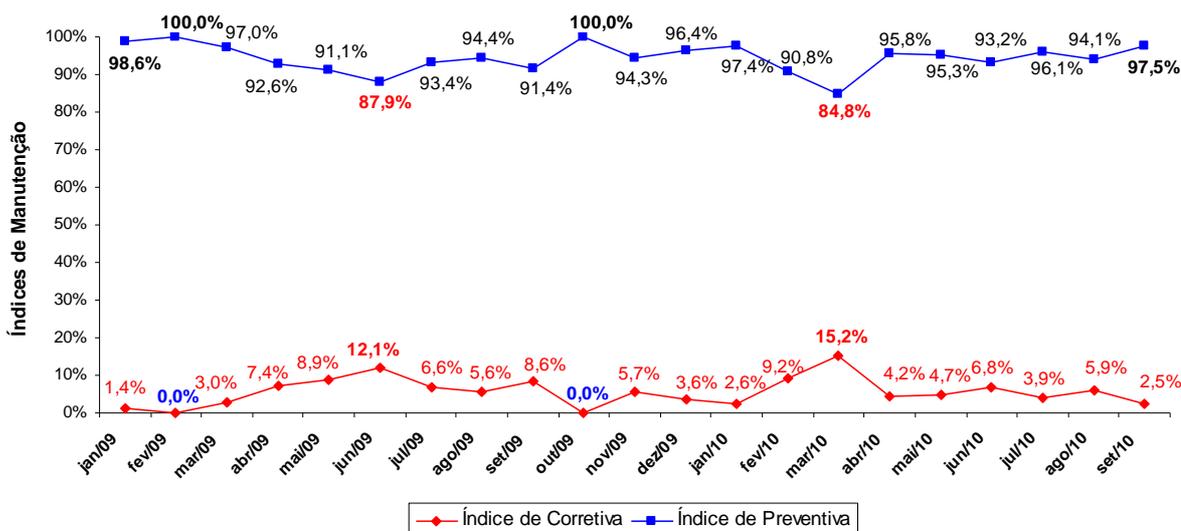


Gráfico 03 – Índices de manutenção preventiva e corretiva

O Gráfico 04 mostra um comparativo entre as manutenções preventivas e corretivas de todas as especialidades (inclusive calibração fiscal) no período em

análise. Este mostra que o número de preventivas é significativamente superior as corretivas; ou seja, utilizando-se os dados ainda da Tabela 05 observa-se que o percentual médio de preventivas é de aproximadamente 94%.

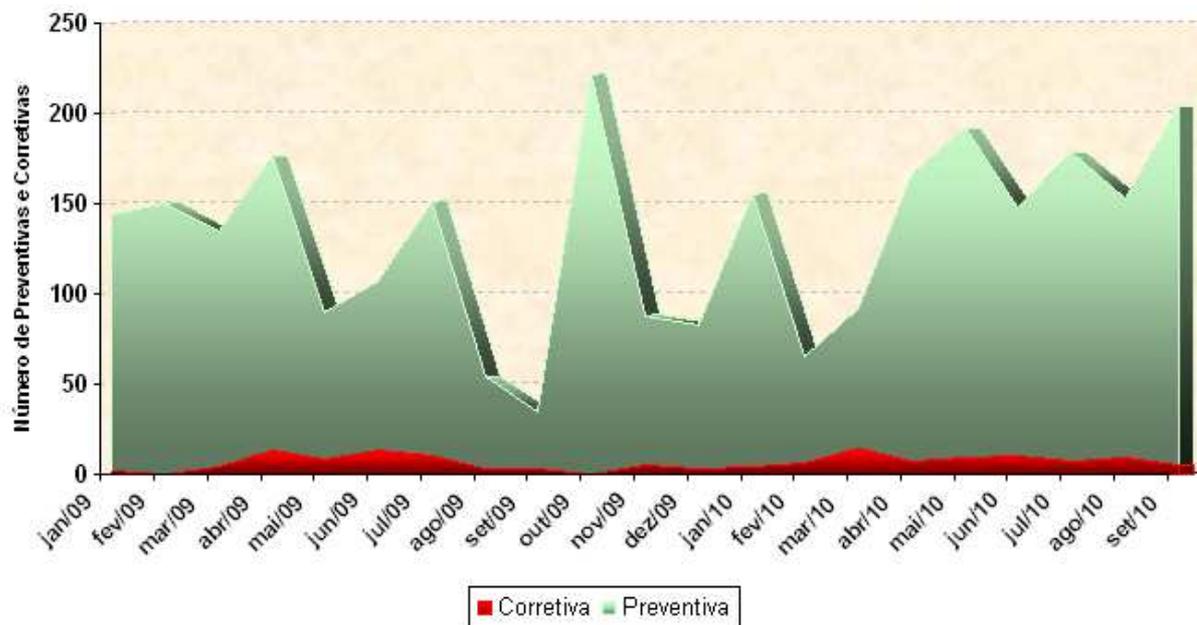


Gráfico 04 – Comparativo entre manutenções preventivas e corretivas

Ainda em relação ao Gráfico 04, foi observado uma variação significativa na quantidade de planos de manutenção emitidos pelo sistema SAP R/3 durante o período amostral em análise. Está evidenciado uma variação (desnívelamento) na quantidade de planos a cada mês, o que impacta diretamente no índice de corretiva (conforme já abordado anteriormente), no planejamento de capacidade dos recursos de mão-de-obra (HH), materiais sobressalentes (controle de estoque) e por consequência, afetará diretamente o controle orçamentário da manutenção (variação nos custos).

Vale ressaltar que tal situação pode ser evitada durante o processo de *start-up* (inicialização) dos planos de manutenção, fazendo-se uma simulação com o horizonte de programação futuro e alocando-os naqueles meses de menor demanda.

A partir desses resultados obtidos, a despeito do desnívelamento dos planos de manutenção, foi elaborado o Gráfico 05 que mostra a análise por especialidade, identificando as especialidades que mais possuem planos nessas condições.

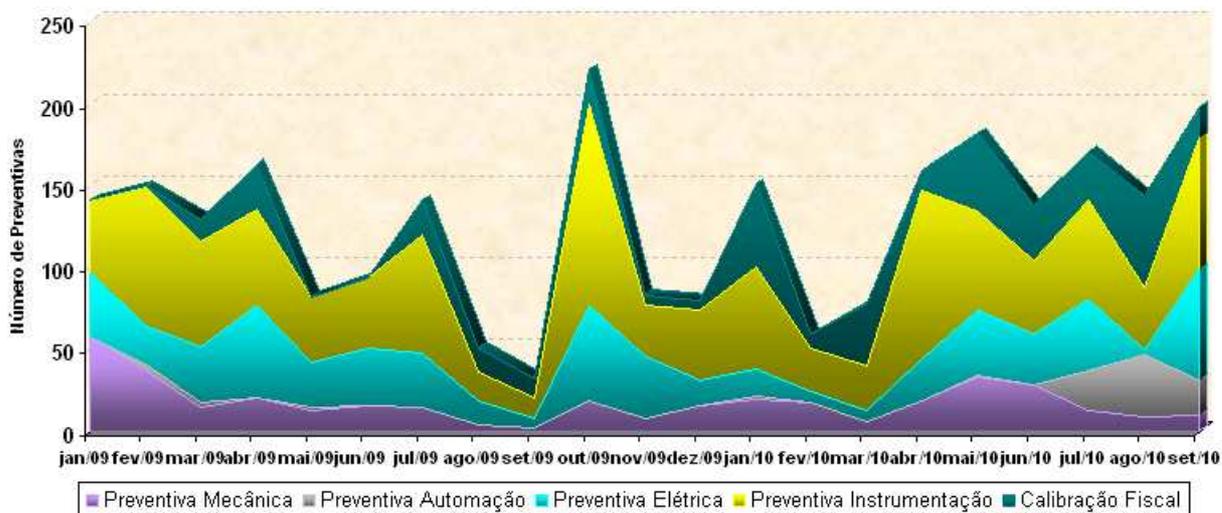


Gráfico 05 – Comparativo de preventivas por especialidade

Sendo possível concluir, ainda em relação ao Gráfico 05, que a Instrumentação e a Elétrica são as especialidades que de fato contribuem para essa variação. Nas demais especialidades, como Automação e Calibração Fiscal, observa-se que houve um incremento de novos planos principalmente no último semestre do período em análise em virtude de novos equipamentos incorporados a operação da malha.

#### 4.5 Análise por Previsibilidade dos Planos de Manutenção

Visto que os resultados até então obtidos são de intervenções já executadas (histórico) e visando obter meios para evitar a continuidade das falhas constatadas quanto aos desnivelamentos dos planos de manutenção, foram analisados os planos a vencer no segundo período amostral, compreendido entre 01 de outubro de 2010 a 31 de dezembro de 2011.

Vale ressaltar que, a análise da previsibilidade de manutenção foi baseada no método quantitativo dos eventos a serem gerados através dos planos de manutenção cadastrados no R/3; todos com estratégia de ciclo individual e baseada no tempo calendário. A mesma não foi realizada ou complementada pela análise do backlog, visto que resultados preliminares apontaram que os planos de manutenção cadastrados não estavam com seus recursos de HH devidamente mensurados, o que inviabilizaria qualquer utilização desses resultados.

Portanto, foram tabulados todos os planos de manutenção com previsibilidade de execução dentro do referido período amostral para as especialidades de Automação, Instrumentação, Mecânica, Elétrica e Calibração Fiscal (Tabela 06).

Tabela 06 – Análise dos planos de manutenção por previsibilidade

MÊS / ANO	TIPO DE MANUTENÇÃO					
	PREVENTIVA				CALIBRAÇÃO FISCAL	TOTAL
	Mecânica	Elétrica	Automação	Instrumentação		
out/10	7	24	35	58	47	171
nov/10	9	41	30	40	36	156
dez/10	20	25	20	58	31	154
jan/11	7	34	38	21	53	153
fev/11	5	6	19	21	23	74
mar/11	6	67	29	47	34	183
abr/11	14	41	31	61	36	183
mai/11	8	23	28	31	53	143
jun/11	26	29	32	39	30	156
jul/11	11	47	27	23	47	155
ago/11	5	5	29	34	32	105
set/11	10	65	27	41	40	183
out/11	10	42	28	63	37	180
nov/11	13	25	19	27	19	103
dez/11	32	29	41	46	71	219
<b>Sub-Total</b>	<b>183</b>	<b>503</b>	<b>433</b>	<b>610</b>	<b>589</b>	<b>2318</b>

Fonte: SAP/R3 – TRANSPETRO (2010)

A partir dos dados da Tabela 06 foram elaborados os Gráficos de 06 a 11 que possibilitaram obter a previsibilidade dos planos a vencer por especialidade e com isso identificar em quais meses, ou períodos, devem ser tomadas ações no sentido de minimizar as ocorrências de variações nos planos de preventiva.

O Gráfico 06 consolida os planos de todas as especialidades e indica que existe uma regularidade no número total de planos em alguns períodos. No entanto, este também sinaliza que nos meses de Fevereiro, Agosto e Novembro de 2011 haverá uma queda significativa e em Dezembro do mesmo ano ocorrerá a maior demanda do período em análise.



Gráfico 06 – Projeção dos planos de manutenção preventiva

O Gráfico 07 mostra os planos previstos para a Instrumentação, no qual pode-se notar que os meses de Janeiro, Fevereiro, Julho, Agosto e Novembro de 2011 serão os meses que apresentarão as menores quantidades de planos. Sendo que os meses subsequentes, possuem previsões significativamente altas, como é o caso de Abril e Outubro do mesmo ano que alcançarão os maiores valores do período amostral.



Gráfico 07 – Projeção dos planos de manutenção preventiva - Instrumentação

Para a equipe de Elétrica, conforme mostra o Gráfico 08, Fevereiro e Agosto de 2011 serão os meses de menores quantidades de planos de manutenção. Sendo que seus meses subsequentes, ou seja, Maio e Outubro de 2011 as quantidades superarão qualquer outro mês do período amostral.

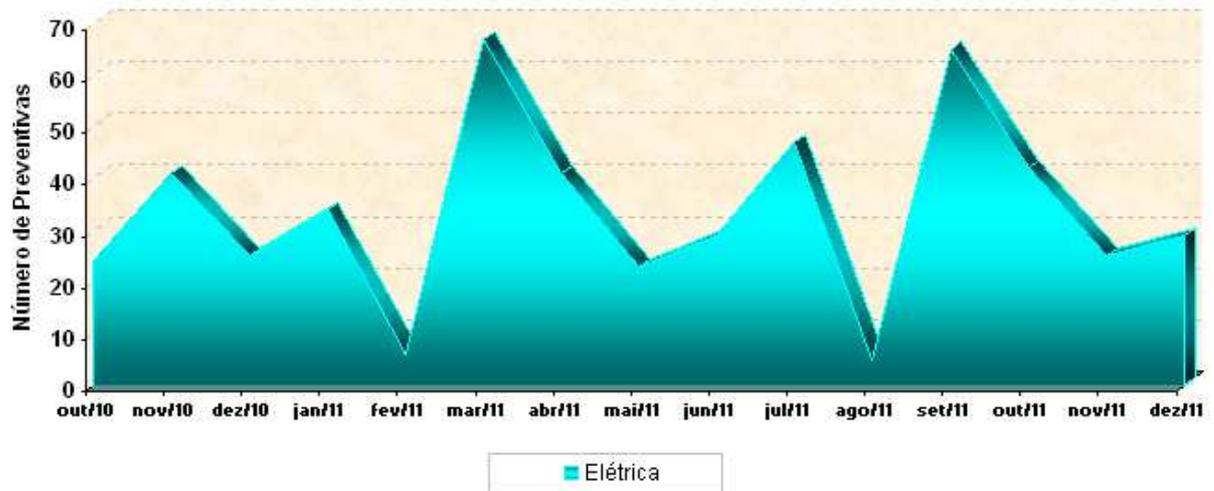


Gráfico 08 – Projeção dos planos de manutenção preventiva - Elétrica

De acordo com o Gráfico 09, a equipe Mecânica não se destaca com variações para baixo em sua demanda de planos, apenas três variações pontuais para cima nos meses de Dezembro de 2010, Junho e Dezembro de 2011 o que também deve ser tratado no sentido de diluir esses planos para seus respectivos períodos antecessores e sucessores.

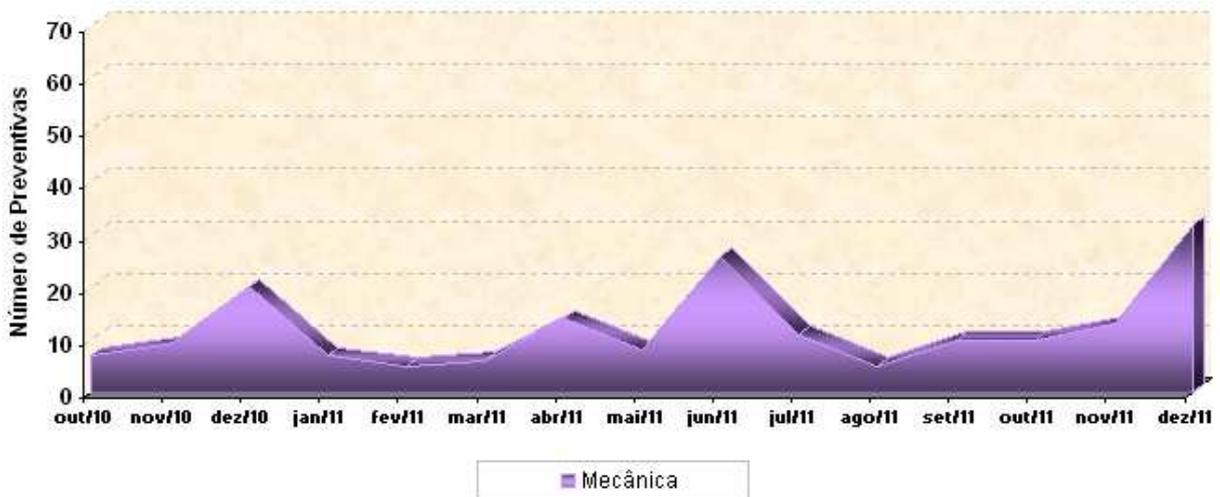


Gráfico 09 – Projeção dos planos de manutenção preventiva - Mecânica

A especialidade de Automação, de acordo com o Gráfico 10 se apresenta relativamente nivelada em termos de planos de preventiva a vencer. Esta especialidade apresenta picos isolados nos meses de Janeiro e Dezembro de 2011, os quais poderão, para correção desse desnivelamento previsto, ser rateados para os seus respectivos meses imediatamente antecessores e sucessores.

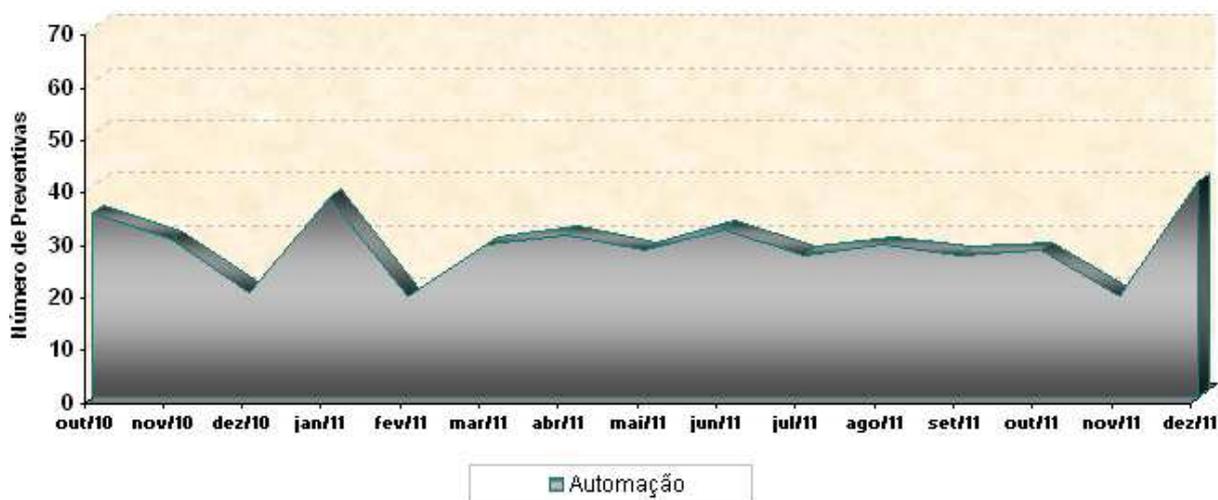


Gráfico 10 – Projeção dos planos de manutenção preventiva - Automação

Por fim, a especialidade da Calibração Fiscal, que de fato não possui uma regularidade dentro do período amostral devido a algumas variações significativas. Destaca-se, conforme mostra o Gráfico 11, o mês de Dezembro de 2011 com o maior número de planos previstos dentro do período em análise.

Vale ressaltar que os serviços em instrumentos relacionados a Calibração Fiscal, não permitem atrasos em atendimento a requisitos legais. Portanto, possuem menor flexibilidade quanto a prazos de execução; ou seja, o nivelamento de seus planos poderá ser feito utilizando-se dos recursos da antecipação e inclusive elaborando um Cronograma Anual de Calibração levando em consideração essa condição.



Gráfico 11 – Projeção dos planos de manutenção preventiva – Calibração Fiscal

Diante do exposto, é importante ressaltar que uma vez nivelado esses planos para o período amostral em análise, utilizando as possibilidades de antecipá-los ou mesmo postergá-los corretamente no sistema de manutenção (SAP R/3), de modo que não os execute fora dos limites pré-estabelecidos pelos procedimentos da TRANSPETRO, os próximos períodos não apresentarão qualquer variação significativa.

Normalmente, dez por cento antes e depois da data prevista (salvo exceções), é a tolerância adotada para a maioria dos planos de manutenção cadastrados o que, por exemplo, para um plano de ciclo anual (360 dias) oferece uma margem de execução de 72 dias (pouco mais de dois meses); tempo suficiente para corrigir muitas das variações identificadas a partir das análises deste trabalho.

Neste contexto, a utilização do modelo de previsibilidade utilizado neste trabalho através da projeção de todos os planos de manutenção preventiva num determinado período amostral constitui um critério de melhoria para viabilizar o mínimo de oscilações nas demandas de manutenção oriunda dos planos de manutenção e com isso, viabilizar que o planejamento de recursos seja otimizado e por conseguinte, eficiente.

Vale ressaltar que todas as instalações analisadas no presente estudo são exclusivamente interligadas a malha de transporte e distribuição do gás natural, não interferindo significativamente em sua performance de produção. Nesse sentido, julgou-se desnecessário neste momento, mensurar e comparar esses resultados de performance. Enfatizando, no entanto, que após a correção dos pontos de melhoria identificados, os resultados obtidos serão expressivamente positivos em relação a disponibilidade física dos ativos, como também possibilitará um planejamento de recursos eficiente para o atendimento do Plano Mestre de Manutenção da malha.

## 5 CONCLUSÃO

O atual cenário da matriz energética não só brasileira, como também mundial, aponta para metas desafiadoras. O gás natural está inserido nesse contexto como o combustível cada vez mais presente nessa matriz energética, e por este motivo, a necessidade de garantir disponibilidade, confiabilidade e viabilidade econômica em todos os processos constituintes de sua Cadeia Produtiva se tornaram fatores não só competitivos, mas determinantes para a sobrevivência das organizações.

A Manutenção, enquanto departamento responsável pela gestão dos equipamentos, instrumentos e demais itens da empresa, deve gerenciar seus ativos através do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), como função estratégica e dessa forma, garantir a busca incessante pela constante otimização de seus recursos minimizando custos e maximizando disponibilidade e confiabilidade.

O PCM, atuando como função estratégica na empresa, seguramente deve possuir um sistema informatizado de manutenção com um banco de dados confiável, formado por um cadastro fiel de seus ativos, por uma estratégia de manutenção adequadamente implantada e em plena operacionalização.

Vale ressaltar que somente o cumprimento da rotina, sem a análise constante deste banco de dados não é suficiente, é preciso buscar melhores resultados utilizando não só do histórico de intervenções, mas também através da análise de previsibilidade que pode ser obtida através de técnicas simples, porém muito eficazes para correções no presente de potenciais futuros desvios.

Nesse sentido, os resultados do presente estudo apontaram alguns desvios e pontos de melhoria que não estão sendo identificados durante a rotina de planejamento e programação dos serviços e que a partir de então devem ser oportunamente corrigidos.

Dentre os desvios encontrados, destacaram-se: o desnivelamento significativo nas quantidades de planos de manutenção dentro do período amostral em análise, principalmente nas especialidades de Instrumentação e Elétrica; como

também a quantidade de equipamentos que não estão assistidos por planos de manutenção, com resultados preocupantes para as especialidades de Elétrica e Mecânica.

Os resultados também apontaram pontos positivos, a exemplo, o baixo percentual de manutenção corretiva, o qual ainda poderá ser melhorado caso os desvios e pontos de melhorias identificados neste estudo, forem corrigidos.

Por fim, é importante enfatizar que possuir um departamento de PCM como função estratégica na organização é possível, desde que não seja executada apenas a rotina operacional. É preciso ir mais além, buscar nas técnicas da engenharia de manutenção, métodos que viabilizem através da otimização de recursos a obtenção de resultados cada vez mais eficazes.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS: ANP. **Boletim mensal do gás natural. No. 16 Abril de 2010.** Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/?pg=33926&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1286372858782> >. Acessado em: 19 ago. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO: ABRAMAN. **Documento nacional 2009: situação da manutenção no Brasil.** Rio de Janeiro. Disponível em < <http://www.abraman.org.br/docs/DN2009.ppt> >. Acessado em: 01 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: ABNT. **NBR 5462:** confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro. 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR - ISO 14224:** indústrias de petróleo, petroquímica e gás natural: coleta e intercâmbio de dados de confiabilidade e manutenção para equipamentos. Rio de Janeiro. 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR 8190:** simbologia de instrumentação. Rio de Janeiro. 1983.

\_\_\_\_\_. **NBR 12712:** projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível. Rio de Janeiro. 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 13770:** termopar: calibração por comparação com termorresistência de referência. Rio de Janeiro. 2008.

BARCAUI, André B.; BORBA, Danúbio; SILVA, Ivaldo M. da; NEVES, Rodrigo B.. **Gerenciamento do Tempo em Projetos.** 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

BEYOND PETROLEUM: BP. **BP Statistical Review of World Energy 2010.** Junho de 2010. Disponível em: < [http://www.bp.com/subsection.do? categoryId=9023762&contentId=7044550](http://www.bp.com/subsection.do?categoryId=9023762&contentId=7044550) >. Acessado em: 19 ago. 2010.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004.

\_\_\_\_\_. **A Organização, o planejamento e o controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

\_\_\_\_\_. **Indicadores e Índices de Manutenção.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

CARDOSO, Luiz Cláudio. **Petróleo: do poço ao posto**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

CORRÊA, Oton Luiz Silva Corrêa. **Petróleo: noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

FRANCO, R. **Metodologia para implantação da gestão por processos em empresas do setor metal-mecânico**. Florianópolis: UFSC, 2002. apud RODRIGUES, Rafael Garcia; PASA, Giovana Savitri. **Sistemática de planejamento e programação da manutenção na indústria petroquímica**. Associação Brasileira de Engenharia de Produção: ABEPRO. XXIX encontro nacional de engenharia de produção: a engenharia de produção e o desenvolvimento sustentável: integrando tecnologia e gestão. Salvador, 2009. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_091\\_619\\_14578.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_619_14578.pdf)>. Acessado em: 01 nov. 2010.

HELMANN, Kurtt Schamne; MARÇAL, Rui Francisco Martins. **Ponderação sobre os critérios considerados para suportar a tomada de decisão quanto ao momento de se efetuar a manutenção preventiva em processos industriais**. Associação Brasileira de Engenharia de Produção: ABEPRO. XXVI ENEGEP: encontro nacional de engenharia de produção. Fortaleza, 2006. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR450305\\_6859.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450305_6859.pdf)>. Acessado em: 24 nov. 2010.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2001.

LIMA, Haroldo. **Petróleo no Brasil: a situação, o modelo e a política atual**. 1. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2008.

MELO, Welerson Reis Amaral. **Planejamento de manutenção: um mar de conhecimento**. Apostila de treinamento. Rio de Janeiro: PETROBRAS / Recursos Humanos / Universidade Petrobras / Abastecimento/Gerência de Equipamentos e Serviços, 2009.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA: MME. **Boletim mensal de acompanhamento da indústria de gás natural**. No. 39 Junho de 2010. Brasília. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/spg/galerias/arquivos/publicacoes/boletim\\_mensal\\_acompanhamento\\_industria\\_gas\\_natural/Boletim\\_Gas\\_Natural\\_nr\\_39\\_jun\\_10.pdf](http://www.mme.gov.br/spg/galerias/arquivos/publicacoes/boletim_mensal_acompanhamento_industria_gas_natural/Boletim_Gas_Natural_nr_39_jun_10.pdf)>. Acessado em: 18 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Boletim mensal de energia**. Mês de referência: Julho de 2010. Brasília. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/boletins\\_de\\_energia/boletins\\_atuais/01\\_-\\_Boletim\\_Mensal\\_de\\_Energia\\_-Julho\\_2010.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/boletins_de_energia/boletins_atuais/01_-_Boletim_Mensal_de_Energia_-Julho_2010.pdf)>. Acessado em: 19 out. 2010.

MOUBRAY, John. **Manutenção centrada em confiabilidade**. 2. ed. Lutterworth, Inglaterra: Aladon, 2000.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PETROBRAS TRANSPORTE S.A: TRANSPETRO. **Sistema de ERP SAP R/3 módulos operacionais PM e BW**. Aracaju, 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório mensal coordenação de operação e manutenção da malha Bahia e Sergipe julho de 2010**. Aracaju, 2010.

\_\_\_\_\_. **Programa de qualificação do gás natural: estações e pontos de entrega de gás natural**. Rio de Janeiro: FIRJAN / SENAI, 2010.

PASCHOAL, Débora Rodrigues de Souza; MENDONÇA, Marcos André; MORAES, Raquel Dutra; GITAHY, Paula Fernanda Scovino de Castro Ramos; LEMOS, Mateus Albernaz. **Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade**. Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora: FSMA. Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA: Nº 03 (Jan. 2009. a Jun.2009). Disponível em: <[http://www.fsma.edu.br/ep/Artigos/REV\\_ENG\\_3\\_artigo\\_3.pdf](http://www.fsma.edu.br/ep/Artigos/REV_ENG_3_artigo_3.pdf)>. Acessado em: 24 nov. 2010.

RODRIGUES, Rafael Garcia; PASA, Giovana Savitri. **Sistemática de planejamento e programação da manutenção na indústria petroquímica**. Associação Brasileira de Engenharia de Produção: ABEPRO. XXIX encontro nacional de engenharia de produção: a engenharia de produção e o desenvolvimento sustentável: integrando tecnologia e gestão. Salvador, 2009. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_091\\_619\\_14578.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_619_14578.pdf)>. Acessado em: 01 nov. 2010.

SILVEIRA, Wilson Pereira da. **MBA sistema de gerenciamento da manutenção. Artigo: estratégias e técnicas de manutenção**. Estado da Arte. Aracaju, 2010.

SIQUEIRA, Yony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. apud HERCULANO, Adriano Souto; RESENDE, Sheyla Rodrigues de; LEITE, Maria Silene Alexandre. **Utilização da FMEA para a mensuração dos custos de manutenção de uma mineradora: um estudo de caso**. Associação Brasileira de Engenharia de Produção: ABEPRO. XXIX encontro nacional de engenharia de produção: a engenharia de produção e o desenvolvimento sustentável: integrando tecnologia e gestão. Salvador, 2009. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_091\\_619\\_14071.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_619_14071.pdf)>. Acessado em: 19 nov. 2010.

SLACK, Nigel Slack; JOHNSTON, Robert; CHAMBERS, Stuart. **Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e gerência da manutenção: planejamento, programação e controle da manutenção**. 3. ed. São Paulo: All Print, 2009.

TAVARES, Lourival Augusto. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 1999. Apud VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VAZ, Célio Eduardo Martins; MAIA, João Luiz Ponce; SANTOS, Walmir Gomes dos. **Tecnologia da indústria do gás natural**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2008.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.