



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE - FANESE
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ANTONIO CLEVERTON SANTOS DE AZEVEDO

**ANÁLISE DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO: estudo de caso
em uma empresa de petróleo de Sergipe**

Aracaju – SE

2012

ANTONIO CLEVERTON SANTOS DE AZEVEDO

**ANÁLISE DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO: estudo de caso
em uma empresa de petróleo de Sergipe**

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

**Orientador: Prof. Dr. Fábio de Melo
Resende**

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

Aracaju – SE

2012.2

FICHA CATALOGRÁFICA

Azevedo, Antonio Cleverton Santos de

Análise do sistema de manutenção: estudo de caso em uma empresa de petróleo de Sergipe/ Antonio Cleverton Santos de Azevedo. – 2012.

72f.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2012.

Orientação: Prof.Dr. Fábio de Mello Rezende

1. Manutenção 2. Qualidade I. Título

CDU 658.562(813.7)

ANTONIO CLEVERTON SANTOS DE AZEVEDO

**ANÁLISE DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO: estudo de caso
em uma empresa de petróleo de Sergipe**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção no período 2012.2.

Prof. Dr. Fábio de Melo Resende
1° Examinador - Orientador

Prof. MSc Josevaldo dos Santos Feitoza
2° Examinador

Prof. MSc Rosivânia da Paixão Silva Oliveira
3° Examinador

Aprovada com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2012.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente meus agradecimentos a Deus, pois tenho certeza que sem ele presente na minha vida nada disso estaria acontecendo.

Aos meus pais Uilson Azevedo e Tânia Azevedo, pela força e por sempre estarem presentes na minha vida.

Aos meus avós paternos e maternos, mas em especial a minha avó Terezinha Barbosa por inúmeras vezes ter me incentivado a nunca desistir deste sonho.

Aos meus irmãos Rodrigo e Francielly pelo carinho de sempre.

A minha namorada Evellyn, por estar ao meu lado nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Dr. Fábio Resende por toda paciência e dedicação nas orientações do TCC.

“Só podemos alcançar um grande êxito quando nos mantemos fieis a nós mesmos”.

(Friedrich Nietzsche)

RESUMO

O trabalho a seguir relata uma análise e avaliação do sistema de manutenção de uma organização do ramo petrolífero de Sergipe, a referida empresa atua prestando serviço de teste de formação (avaliação de formação) em poços de petróleo. A área empresarial/Industrial tem apresentado um interesse acentuado sobre as mudanças organizacionais e desenvolve, aprimora as abordagens e metodologias destinadas ao realinhamento estratégico entre sua estrutura, objetivos, padronização e processos. Os integrantes de um processo devem ter uma clara identificação dos objetivos associados ao mesmo, muitas empresas organizacionais perdem mercado por falta do uso de padronização de processos e manutenção. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é propor o controle do processo de manutenção, com o intuito de nortear a melhoria contínua da organização. O estudo baseou-se principalmente em uma metodologia quantitativa e bibliográfica, pois foram levantados dados históricos dos testes de formação e ao mesmo tempo quantificando-os e classificando-os para identificar as principais causas das falhas oriundas ao processo de teste de formação, já a abordagem bibliográfica foi utilizada baseando-se em relatórios desenvolvidos pela própria empresa em estudo e através de pesquisas em livros. Pode-se identificar que existem vários problemas na execução e no controle do processo de manutenção, visando analisar as principais causas das falhas foram aplicadas algumas ferramentas da qualidade para facilitar a visualização desses desvios. Foi sugerida a utilização de algumas metas para o setor de manutenção como também um respectivo plano de ação para essas metas, para que só assim quando for comprovado o não cumprimento das metas estabelecidas a empresa saiba como agir, visando garantir a segurança e a eficácia no processo de teste de formação.

Palavras-chave: Avaliação de Formação. Manutenção. Qualidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Nomes usuais para os tipos de manutenção.....	15
Figura 2 - Manutenção corretiva.....	16
Figura 3 - Inspeção na manutenção.....	18
Figura 4 - Diagrama pressão versus tempo típica de um teste de formação.....	19
Figura 5 - Plataforma terrestre.....	22
Figura 6 - Tipos de plataforma de petróleo	23
Figura 7 - Plataforma fixa.....	24
Figura 8 - Plataforma auto-eleváveis	25
Figura 9 - Plataforma tension leg.....	26
Figura 10 - Plataforma semi-submersível.....	27
Figura 11 - Plataforma navio-sonda.....	28
Figura 12 - Fluxograma de exploração do petróleo	30
Figura 13 - Diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe	33
Figura 14 - Diagrama de pareto.....	34
Figura 15 - Plano de ação para itens de controle	35
Figura 16 - Sequência de elaboração da FMEA	37
Figura 17 - Tipos de custos no custo total.....	45
Figura 18 - Coluna convencional de teste de formação.....	52
Figura 19 - Fluxograma do processo de realização do teste de formação.....	53
Figura 20 - Diagrama de causa e efeito	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Índices de ocorrência.....	39
Quadro 2 - Índices de gravidade	40
Quadro 3 - Índices de detecção	41
Quadro 4 - Efeitos da qualidade.....	42
Quadro 5 - Variáveis que são medidas nas avaliações de formação	50
Quadro 6 - Histórico de falhas (Jan à Set)	55
Quadro 7 - FMEA de processo	59
Quadro 8 - Quadro para o item de controle disponibilidade de equipamentos.	61
Quadro 9 - Quadro para o item de controle custo de manutenção.....	62
Quadro 10 - Quadro para o item de controle erro operacional.....	63
Quadro 11 - Quadro para o item de controle mau funcionamento dos equipamentos.....	64
Quadro 12 - Plano de ação para o item de controle má condições mecânicas do poço de petróleo.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Testes não conclusivos em 2012	56
Gráfico 2 - Equipamentos falhos em 2012	58
Gráfico 3 - Percentual dos tipos de custo por manutenção	66
Gráfico 4 - Custo por manutenção	66
Gráfico 5 - Custo para 90 operações	67
Gráfico 6 - Custo para 20 operações falhas	68

SUMÁRIO

RESUMO.....	
LISTA DE TABELAS.....	
LISTA DE GRÁFICOS.....	
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Situação problema	12
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo geral	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 Justificativa.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Manutenção	14
2.1.1 Manutenção corretiva	15
2.1.2 Manutenção preventiva.....	17
2.1.3 Manutenção preditiva.....	17
2.1.4 Manutenção detectiva	18
2.2 Teste de formação.....	19
2.3 Tipos de plataformas de petróleo	21
2.3.1 Plataforma de petróleo terrestre	21
2.3.2 Plataformas de petróleo marítimas.....	22
2.3.2.1 Plataformas fixas.....	23
2.3.2.2 Plataformas auto-eleváveis	24
2.3.2.3 Plataformas submersíveis	25
2.3.2.4 Plataformas tension leg	26
2.3.2.5 Plataformas semi-submersíveis.....	27
2.3.2.6 Plataformas navios-sonda.....	28
2.4 Ferramentas da qualidade	28
2.4.1 Fluxograma	29
2.4.2 Diagrama de causa e efeito	31
2.4.3 Diagrama de pareto	33
2.4.4 Plano de ação	35
2.5 Técnicas associadas à qualidade	36
2.5.1 FMEA – Análise dos modos de falhas e seus efeitos	36
2.5.2 Procedimento para elaborar um FMEA	37

2.6 Custo de qualidade	41
2.6.1 Custo de prevenção	42
2.6.2 Custo de avaliação	43
2.6.3 Custo de falhas.....	44
2.6.4 Custo de total	44
3. METODOLOGIA	46
3.1 Realização de teste de formação	46
3.2 A utilização de ferramentas da qualidade para identificar a principal causa das falhas no processo de teste de formação.....	47
4. ANÁLISE E RESULTADOS.....	49
4.1 Testes de formação em poços de petróleo.....	49
4.1.1 Realização de teste de formação	50
4.1.2 Processo de realização do teste de formação	52
4.2 Diagrama de causa e efeito	54
4.3 Análise das falhas ocorridas no teste de formação.....	55
4.3.1 Causas primárias das falhas ocorridas no teste de formação	56
4.3.1.1 Análise da causa mecânica com foco na causa secundária manutenção	57
4.3 FMEA	59
4.4 Itens de controle.....	60
4.4.1 Metas dos itens de controle	60
4.4.2 Plano de ação para os itens de controle	61
4.4.2.1 Disponibilidade de equipamentos	61
4.4.2.2 Custo de manutenção	62
4.4.2.3 Erro operacional	62
4.4.2.4 Mau funcionamento dos equipamentos	63
4.4.2.5 Má Condição mecânica do poço de petróleo.....	64
4.5 Custo com manutenção.....	65
5 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS.....	

1 INTRODUÇÃO

O mundo está em constantes mudanças em qualquer área ou segmento da sociedade. No ambiente organizacional não é diferente. A tecnologia avançada, mudanças nos hábitos dos consumidores, mudança na produção dos produtos e serviços fazem com que a organização invista em reestruturação para se manter flexível e inovador no ambiente competitivo. A área empresarial tem apresentado um interesse acentuado sobre a mudança organizacional e desenvolve, aprimora as abordagens e metodologias destinadas ao realinhamento estratégico.

O aprendizado organizacional deve ser um fator crítico de sucesso, uniformizando a apresentação, implantação, controle e verificação de padrões que garantem sua correta utilização para o sistema de melhoria continua da manutenção.

Muitas empresas organizacionais perdem mercado por falta do uso da melhoria continua em seus processos. Os integrantes de um processo devem ter uma clara identificação dos objetivos do processo, do que e para que estão executando as atividades. Um bom gerenciamento de processos viabiliza sua melhoria, proporciona uma produção mais uniforme, reduz custos, aumenta a eficiência dos processos e busca quais os produtos finais, que proporcionam maior satisfação aos clientes.

A empresa em estudo presta serviços especiais, com ênfase em operações de testes de poços de petróleo. Há três anos de atuação no mercado de petróleo *onshore* norte e nordeste do Brasil, vem contribuindo no seguimento de petróleo e gás. Tendo como missão atuar de forma segura e rentável na prestação de serviços de avaliação de formação em poços de petróleo, possuindo tanto tecnologia de fundo como de superfície e uma grande visão para o ano de 2015 que é consolidar a sua marca como referência nacional e cobrir o mercado *onshore* de avaliação de poços de petróleo, atuando de forma a colaborar com as companhias operadoras de campos petrolíferos.

A empresa é dividida entre as atividades de campo e de base. As atividades de campo são relacionadas aos testes de formação propriamente ditos, já

as atividades de base são compostas por manutenção das ferramentas utilizadas em campo, projetos, fabricação de peças e componentes utilizados.

1.1 Situação problema

É uma organização genuinamente nacional, com foco no aprimoramento contínuo dos produtos e serviços, assim com o desenvolvimento de soluções personalizadas para atender as necessidades especiais de cada cliente. A empresa busca implementar a gestão de manutenção, com o intuito de melhorar o seu processo de avaliação de poços de petróleo e conseqüentemente objetivando reduzir os gastos e perder inerentes ao seu processo.

Diante disto, observou-se a necessidade de se avaliar o sistema de manutenção dos equipamentos utilizados nas avaliações de testes de formação.

A questão que norteia esse estudo é: identificar as principais causas das falhas ocorridas nos testes de formação e os custos ocasionados pela falta de uma gestão de manutenção adequada. Portanto há a necessidade de investigar as principais causas dessas falhas e conseqüentemente propor melhorias no processo de manutenção da empresa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o programa de manutenção realizado em equipamentos para testes de formação em poços de petróleo;

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o processo de avaliação de poços de petróleo;

- Caracterizar as falhas ocorridas por equipamentos e por causas no ano de 2012;
- Estabelecer um plano de melhoria para gestão da manutenção.

1.3 Justificativa

As empresas e/ou indústrias para se tornarem eficazes e competitivas no mercado necessitam de um bom controle de seus processos produtivos, refletindo diretamente ao cliente suas melhorias em qualidade, custos, cumprimentos de prazos, segurança e etc. Pois as causas de problemas junto às empresas é ter operários executando a mesma tarefa de forma diferente. Motivos estes que justificam um sistema de melhoria contínua no processo de manutenção

Identificou-se a necessidade de avaliar e propor melhorias no processo de gestão da manutenção dos equipamentos utilizados para realizar os testes de formação e conseqüentemente a qualidade dos serviços prestados.

A escolha pelo tema deu-se através da identificação de diversas falhas oriundas de problemas na implementação da manutenção. Visando analisar e se possível sanar os problemas encontrados, para que só assim o departamento de manutenção pudesse obter uma melhoria contínua em seus processos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo desenvolveremos a base do trabalho, ou seja, como as técnicas utilizadas surgiram e sua importância na avaliação da formação de um poço de petróleo.

2.1 Manutenção

De acordo com Nascif e Dorigo (2009, p.31) a manutenção tem como missão dar confiabilidade e manter disponíveis os equipamentos de modo a atender todas as atividades da empresa com segurança, garantindo a integridade do meio ambiente e manter o custo adequado.

Para Xenos (1998, p.18) as atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos, que é causada pelo tempo e pelo uso.

Até meados de 1940 a manutenção era considerada apenas corretiva, pois apenas eram efetuadas as manutenções quando ocorria alguma falha ou tinha baixo desempenho. Depois da Segunda guerra Mundial as empresas identificaram a necessidade de manter a produção mais estável e previsível, começando a utilizar técnicas de planejamento e controle, além de inspeções para evitar que as falhas venham a ocorrer.

Com tudo acabou surgindo às práticas de inspeção e manutenção preventiva, tendo como objetivos respectivamente garantir a conformidade do processo e realizar a substituição de componentes baseado na duração de vida calculada ou estabelecida empiricamente, porém na época a manutenção preventiva trouxe mais problema do que soluções.

Já no final dos anos 60, com a expansão dos instrumentos e das técnicas de medição, começou a ser desenvolvida metodologias para o acompanhamento dos principais parâmetros dos equipamentos, ficando assim conhecida como manutenção preditiva ou manutenção com base no estado do equipamento, cujo sua principal funcionalidade era manter os equipamentos funcionando enquanto são acompanhadas e medidas as principais variáveis de interesse.

Existem diversas denominações para o mesmo tipo de manutenção, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Nomes usuais para os tipos de manutenção.

NOMES USUAIS PARA OS TIPOS DE MANUTENÇÃO			CATEGORIA
Corretiva Não-planejada	Emergencial	Não-programada	Reativa
Corretiva Planejada	Programada	Condicional de Execução	Proativa
Preventiva	Sistemática		
Preditiva	Preventiva-Preditiva	Condicional de Inspeção	
Detectiva			

Fonte: Nascif e Dorigo (2009)

Para Nascif e Dorigo (2009, p.141) a manutenção pode ser classificada em categoria como mostra a Figura 1:

- Reativa – Ocorre quando a manutenção atua em função de uma situação já ocorrida.
- Proativa – Ocorre quando a intervenção se dá para corrigir uma situação detectada, ou seja, a atuação não é emergencial e sim fruto de um diagnóstico e teve tempo para ser planejada.

2.1.1 Manutenção corretiva

Para Xenos (1998, p.23) a manutenção corretiva como mostra a Figura 2 só é feita depois que a falha ocorreu, porém a manutenção corretiva é mais barata do que a manutenção preventiva levando em consideração apenas o custo de

manutenção, porém não podemos esquecer de levar em consideração as perdas por interrupção da produção.

Segundo Nascif e Dorigo (2009, p.141) é considerada a manutenção que atua para correção de falha ou do desempenho menor do que o esperado.

A manutenção corretiva pode ser considerada como:

- Corretiva não-planejada – Ocorre quando a falha ou desempenho menor já ocorreu, sendo considerada como mais cara, mais demorada e mais insegura.
- Corretiva planejada – Ocorre quando a situação é detectada por uma das técnicas de prevenção (preditiva, detectiva, inspeção e etc), deixando de ser emergencial e passando a ser considerada como planejada, pois haverá tempo para fazer uma análise e estabelecer o melhor momento para a intervenção no equipamento.

Figura 2 - Manutenção corretiva.



Fonte: Google Imagens -www.engenheirodeproducaoeseuranca.blogspot.com (2012)

2.1.2 Manutenção preventiva

Segundo Xenos (1998, p.24) é considerada o coração das atividades de manutenção, pois englobam atividades de inspeção, reformas e trocas de peças. Se levarmos em consideração o custo total acaba sendo mais vantajoso fazer a manutenção preventiva do que a corretiva, pois todas as paradas para manutenção dos equipamentos são programadas.

Para Nascif e Dorigo (2009, p.142) é baseado em um plano previamente estabelecido, visando reduzir e/ou evitar falhas ou até mesmo a queda de desempenho, utilizando parâmetros pré-estabelecidos de acordo com as especificações dos equipamentos ou através do conhecimento da própria vida útil do equipamento.

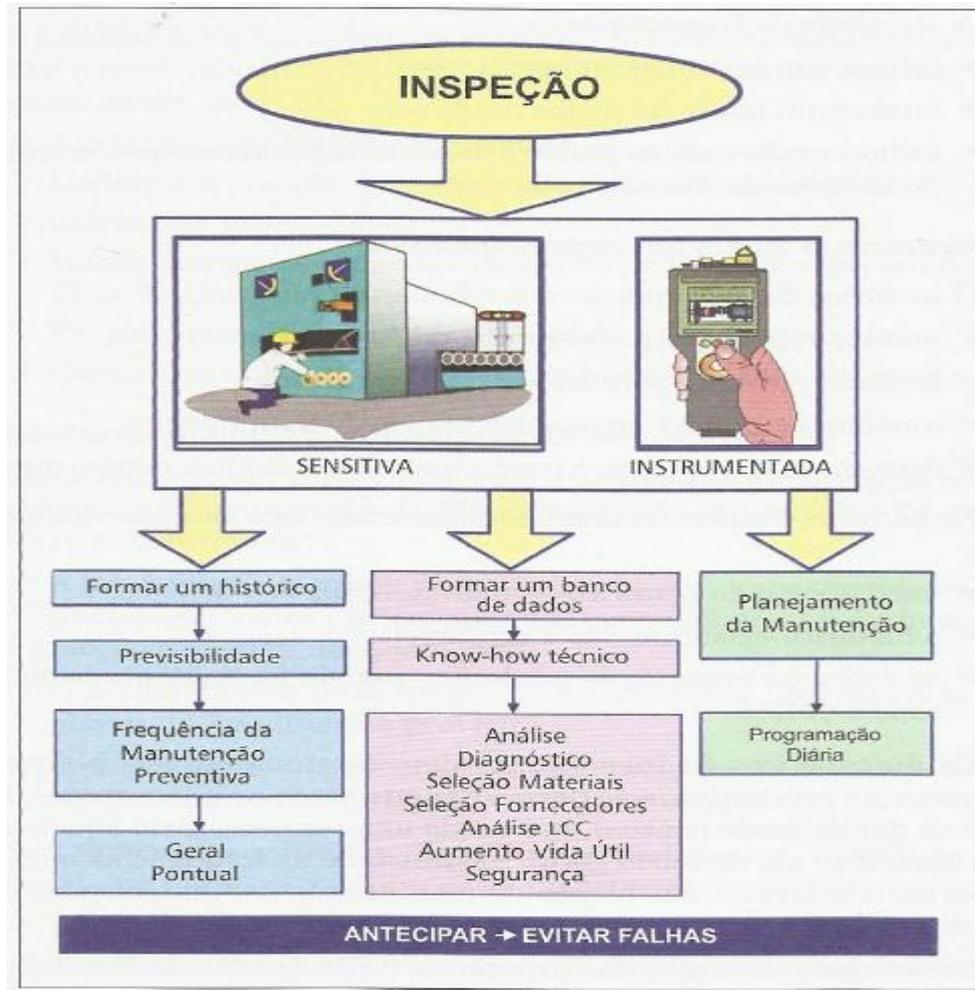
2.1.3 Manutenção preditiva

Segundo Xenos (1998, p.25) na manutenção preditiva pode-se otimizar as substituições de peças e definir o intervalo para as manutenções, porém essa é a técnica mais cara, pois as peças dos equipamentos são trocadas antes de atingir o fim de sua vida útil.

De acordo com Nascif e Dorigo (2009, p.144) é realizada com base nas modificações de parâmetros de condições ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma dinâmica. A manutenção preditiva pode garantir uma avaliação confiável dos ativos, uma operação contínua e segura, fazendo com que sua atuação possa ser planejada, minimizando os custos e tempo de realização da manutenção.

Uma das técnicas da manutenção preditiva que é bastante utilizada é a inspeção como mostra a Figura 3, por ser uma forma prevenir falhas e sendo utilizada como uma análise crítica dos ativos da operação, fazendo com que o seu estado real seja comparado com um padrão definido, essa comparação pode ser feita através da medição e uso de instrumentos (Nascif e Dorigo, 2009, p.144.)

Figura 3 - Inspeção na manutenção.



Fonte: Nascif e Dorigo (2009)

2.1.4 Manutenção detectiva

Para Nascif e Dorigo (2009, p.148) é utilizada em sistemas de proteção, buscando identificar falhas ocultas ou não visíveis ao pessoal da operação e manutenção.

A manutenção detectiva é basicamente a execução de atividades para verificar se o sistema de proteção de um determinado equipamento ainda está funcionando. Sendo assim a visualização das falhas ocultas se torna uma técnica primordial que atesta a confiabilidade dos processos.

Nesse tipo de manutenção podem ser feitas análises e correções nos sistemas, sem que haja necessidade de tirá-lo de operação o que acaba facilitando

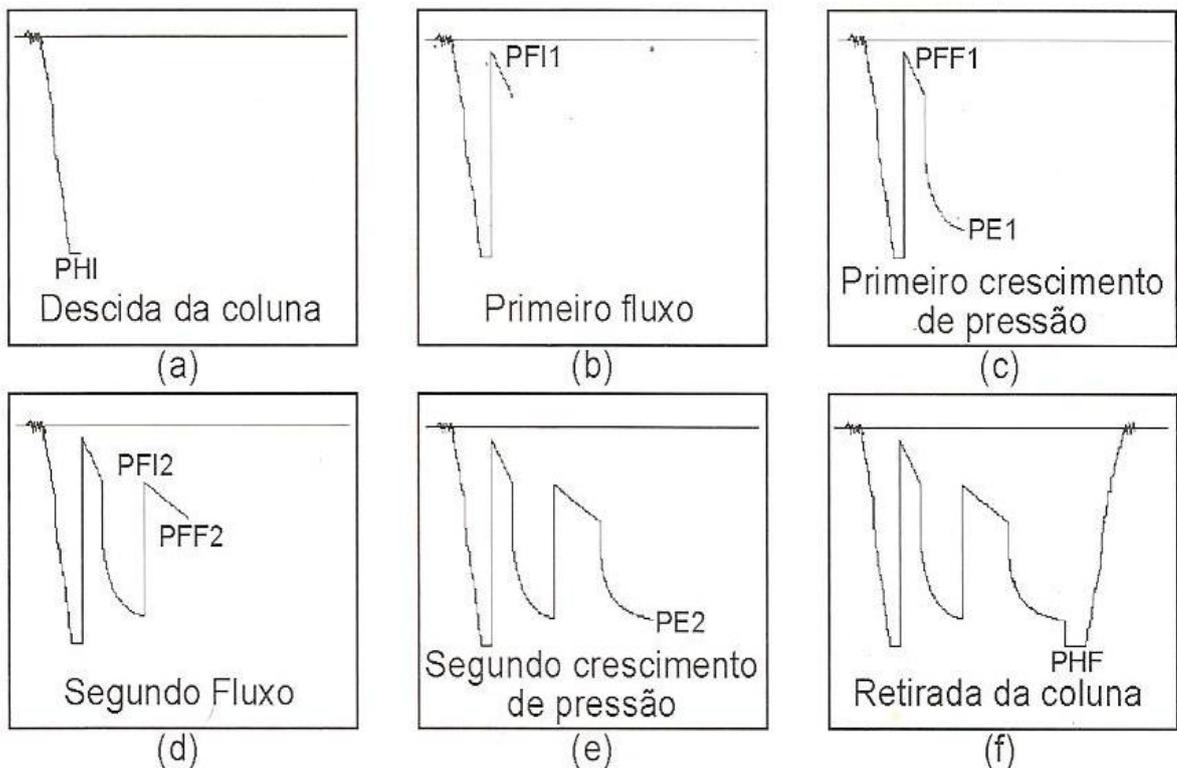
o processo de manutenção e conseqüentemente minimizando os possíveis impactos causados por uma parada da planta de processo.

2.2 Teste de formação

De acordo com Thomas (2004, p.122) denomina-se testes de formação ou avaliação de formações as atividades e estudos que tem por objetivo estabelecer características qualitativas e quantitativas, visando identificar o potencial de uma jazida petrolífera.

Ainda de acordo com Thomas (2004, p.126) os objetivos do teste podem ser para identificar os fluidos contidos no reservatório, verificar a pressão estática e a existência de depleção, determinar a produtividade, os parâmetros e dano da formação, além de coletar amostragem de fluido para PVT (Pressão, Volume e Temperatura).

Figura 4 - Diagrama pressão versus tempo típica de um teste de formação.



Fonte: Thomas (2004)

Pode ser visualizado na Figura 4 os vários estágios de uma operação de teste de formação, através do diagrama de pressão x tempo que é obtido pelo registrador externo. Antes da descida da coluna de teste, o poço está cheio de fluido de amortecimento – fluido de perfuração ou de completação com peso suficiente para conter os fluidos das formações. Durante a descida da coluna, o fluido de amortecimento penetra pelos tubos perfurados e sai pelos orifícios de uma válvula de desvio (by-pass) localizada acima do obturador. A válvula testadora está fechada e, portanto, a tubulação acima é mantida vazia (Thomas, 2004, p. 130).

Na Figura 4.a a coluna testadora chegou ao ponto de interesse do teste de formação, onde também será assentado o obturador. Após o assentamento do obturador será coletada a PHI (pressão hidrostática inicial), pressão está que é exercida pelo fluido de amortecimento (Thomas, 2004, p. 130).

Após a instalação dos equipamentos de superfície – que permitirão o controle, a medição e o descarte dos fluidos porventura produzidos – o obturador é assentado, isolando o intervalo a ser testado da pressão do fluido de amortecimento. Imediatamente entra em ação um mecanismo de retardo da válvula de fundo, a qual se abre após alguns minutos. Neste instante, o fluido de completação existente abaixo do obturador se expande pra dentro da coluna, liberando a formação da pressão hidrostática. Tem início, então, o primeiro período de fluxo. No diagrama da pressão, a pressão cai de PHI para PFI (pressão de fluxo inicial) quase instantaneamente, pois a formação é comunicada com a pressão atmosférica através da coluna vazia. À medida que os fluidos vão sendo produzidos, os registradores acusam um aumento de pressão devido ao crescimento da coluna de fluido dentro da tubulação como mostra a Figura 4.b. Durante o período de fluxo, o sopro deve ser observado, e se houver produção de líquido ou gás na superfície, deve-se medi-la (Thomas, 2004, p. 131).

Para Thomas (2004, p.126) é importante notar que as variações de pressão ao longo do tempo observado no poço, tanto no período de fluxo quanto no período de estática, dependem de três fatores:

- das características do reservatório (tamanho, propriedades da rocha, etc.);
- das propriedades dos fluidos nela contidos; e
- do histórico de produção, isto é, do perfil de vazão versus tempo.

Após o primeiro fluxo, a válvula de fundo é novamente fechada e o registrador começa a registrar o primeiro crescimento de pressão, como mostra a Figura 4.c. O último ponto registrado do crescimento de pressão é denominado PE (pressão estática 1). Durante o período de fechamento, o registrador acima da válvula deverá registrar uma pressão constante e igual à última pressão de fluxo (PFF). Ao ser desassentado o obturador, a pressão hidrostática final (PHF) é registrada, e à medida que a coluna vai sendo retirada do poço, pressões hidrostáticas decrescentes são registradas até se chegar a superfície (Thomas, 2004, p. 131).

Durante a retirada da coluna é feita a circulação reversa. A válvula de circulação reversa é aberta e o fluido de amortecimento é bombeado pelo espaço anular, recuperando-se os eventuais fluidos produzidos durante o teste. Além dos motivos de segurança, a válvula de circulação reversa permite a identificação e medição dos fluidos nos testes em poços não surgentes (Thomas, 2004, p. 132).

2.3 Tipos de plataformas de petróleo

As plataformas estão divididas de acordo com a localização do poço de petróleo, ou seja, são classificadas em plataforma terrestre e marítima.

2.3.1 Plataforma de petróleo terrestre

Segundo Thomas (2004, p.55) as plataformas terrestres são compostas basicamente de equipamentos para sustentação de carga, geração e transmissão de energia, movimentação de carga, rotação, circulação, segurança do poço, monitoração e o sistema de subsuperfície.

A plataforma onshore como mostra a Figura 5 fazem a exploração petrolífera em terra, onde o seu funcionamento e montagem são mais simples do que as plataformas existentes no mar (plataformas *offshore*) devido às condições em terra serem mais favoráveis.

A produção em terra no Brasil apresenta vantagens significativas. O investimento em tecnologia necessário é menor. Os riscos são menores do que os

envolvidos em operações marítimas. O deslocamento de equipamentos em terra é mais fácil e rápido do que no mar, mesmo de um estado para outro. As instalações de superfície são mais simples e fáceis de montar. Além disso, o retorno financeiro é mais rápido e previsível.

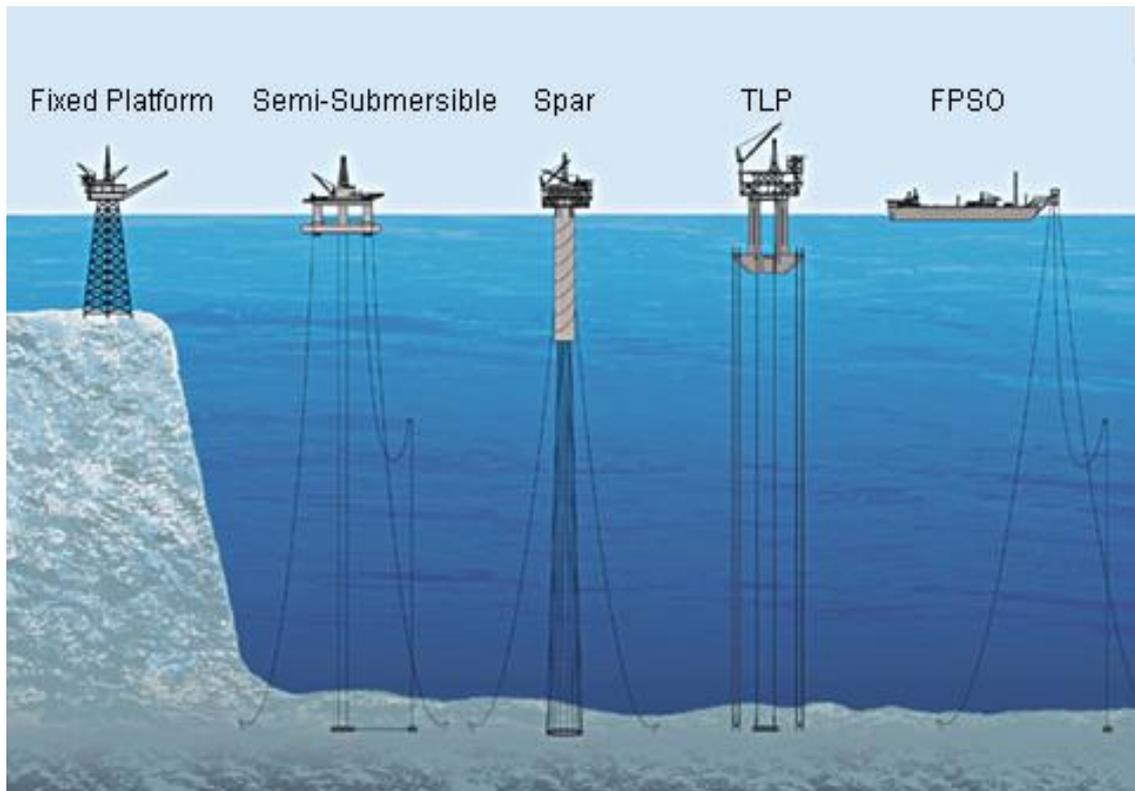
Figura 5 - Plataforma terrestre



Fonte: Google Imagens - www.macauhub.com.mo (2012)

2.3.2 Plataformas de petróleo marítimas

De acordo com Thomas (2004, p.110) basicamente existe dois tipos de plataformas marítimas, que são as com BOP na superfície, tais quais as plataformas fixas, auto-eleváveis, submersíveis e tension legs, já as com o BOP no fundo do mar são conhecidas como plataformas flutuantes, sendo estas classificadas como semi-submersíveis e os navios-sonda, como mostra a Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Tipos de plataforma de petróleo

Fonte: Google Imagens - www.blogmercante.com (2012)

2.3.2.1 Plataformas fixas

Segundo Thomas (2004, p.110) as plataformas fixas como mostra a Figura 7 são geralmente utilizadas em campos petrolíferos, que obtenham uma lâmina d'água de até 300 metros de profundidade, sendo compostas por estruturas modulares de aço e são instaladas nos locais das operações, através de estacas cravadas no fundo do mar. Por ter um alto custo de construção geralmente são utilizadas em campos já conhecidos, para que possa realizar várias perfurações em uma única região, o que acaba exigindo que esse tipo de plataforma seja projetada para receber os equipamentos de perfuração, estocar material, alojamento de pessoal envolvido na operação e todas as instalações para produção dos poços de petróleo.

Figura 7 - Plataforma fixa



Fonte: Google Imagens – www.petrogasnews.wordpress.com (2012)

2.3.2.2 Plataformas auto-eleváveis

De acordo com Thomas (2004, p.111) é uma balsa equipada com pernas que são acionadas mecânica ou hidraulicamente, para baixo até atingir o fundo do mar. São moveis podendo ser rebocadas para outros campos petrolíferos, sendo utilizadas para perfuração de poços com lâminas d'água que podem variar de 5 metros a 130 metros de profundidade, como mostra a Figura 8 a seguir.

Figura 8 - Plataforma auto-eleváveis



Fonte: Google Imagens – www.petrogasnews.files.wordpress.com (2012)

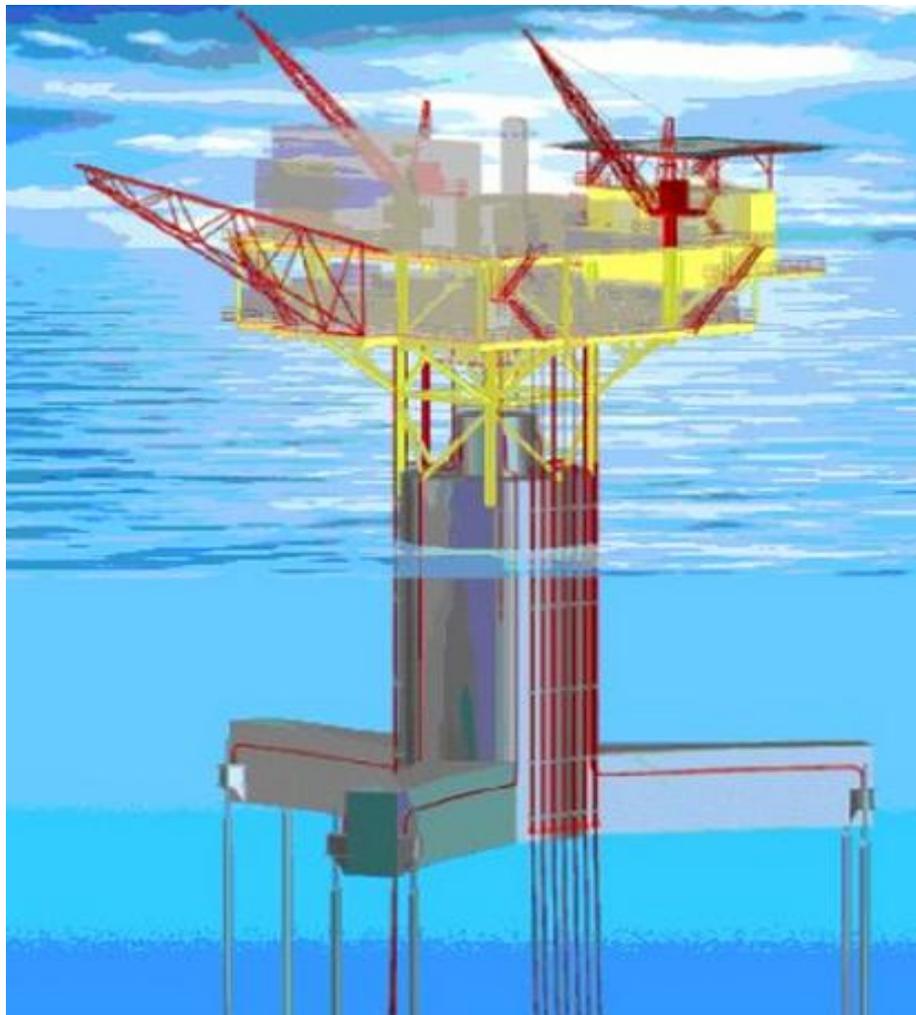
2.3.2.3 Plataformas submersíveis

Para Thomas (2004, p.112) as plataformas submersíveis são montadas sobre flutuadores, podendo ser deslocada para outros campos através de um rebocador, esse tipo de plataforma tem uma utilização muito limitada, pois são basicamente utilizadas em águas calmas, rios e baías com uma pequena lâmina d'água.

2.3.2.4 Plataformas tension leg

Segundo Thomas (2004, p.113) são utilizadas no desenvolvimento de campos de prolíferos, sendo fixadas através de pernas que são ancoradas no fundo do mar por meio de estruturas tubulares. Seu grau de flutuação permite que as pernas fiquem tracionadas, o que faz com que aumente a estabilidade da plataforma, como mostra a Figura 9 a seguir.

Figura 9 - Plataforma tension leg



Fonte: Google Imagens - www.globalsecurity.org (2012)

2.3.2.5 Plataformas semi-submersíveis

De acordo com Thomas (2004, p.112) a plataforma semi-submersível como mostra a Figura 10 são apoiadas por colunas em flutuadores submersos, sendo utilizado um sistema de posicionamento dinâmico, onde esse sistema não exige que haja contato entre a plataforma e o fundo do mar. Sensores colocados nas colunas da plataforma acionam os propulsores no casco, fazendo com que seja restaurada a posição da plataforma.

Figura 10 - Plataforma semi-submersível

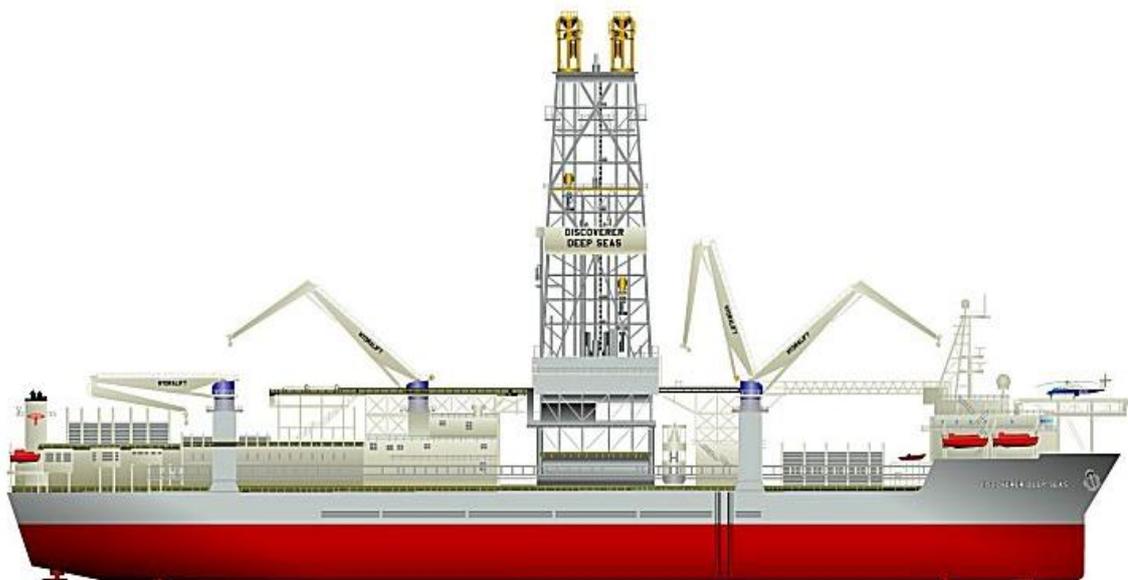


Fonte: Google Imagens – www.portalmaritimo.com (2012)

2.3.2.6 Plataformas navios-sonda

Para Thomas (2004, p.112) esse tipo de plataforma inicialmente foi adaptado, porém hoje em dia são projetadas especificamente para a perfuração de poços petrolíferos, utiliza um sistema de ancoragem que é composto por 8 a 12 âncoras e correntes, que atuam como molas capazes de restaurar a posição da plataforma, as principais ações que causam a instabilidades desse tipo de sonda são as ondas, ventos e correntezas.

Figura 11 - Plataforma navio-sonda



Fonte: Google Imagens - www.rgyc.com.br (2012)

2.4 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são utilizadas com o intuito de controlar, padronizar e melhorar os processos organizacionais das empresas. Um resumo para essas sete ferramentas da qualidade é que são usadas como apoio ou base no desenvolvimento da qualidade.

Para Miguel (2006, p.139) esse grupo de ferramentas que foram convencionalmente chamada de “Ferramenta Estatística da Qualidade”, entretanto não podem ser afirmadas que todas são estatísticas, pois o diagrama de causa-efeito e o diagrama de correlação são consideradas ferramentas de investigação.

De acordo com Ballestero-alvarez (2001, p.181), as sete ferramentas da qualidade são as seguintes: Brainstorming, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de causa e efeito, Fluxograma, Folha de verificação e Gráfico de controle. Porém para análise do sistema de manutenção foi suficiente a aplicação apenas de três ferramentas, ou seja, fluxograma, diagrama de pareto e diagrama de causa e efeito.

2.4.1 Fluxograma

Segundo D’Ascenção (2001, p.110) fluxograma é uma técnica de representação gráfica que se utiliza de símbolos definidos, onde mostra como funciona claramente todo o processo e sua sequência lógica do início ao fim.

De acordo com Araujo (2006, p.184) é o passo a passo do processo, sendo muito útil quando quer mostrar como realmente funcionam as atividades relacionadas a todo o processo.

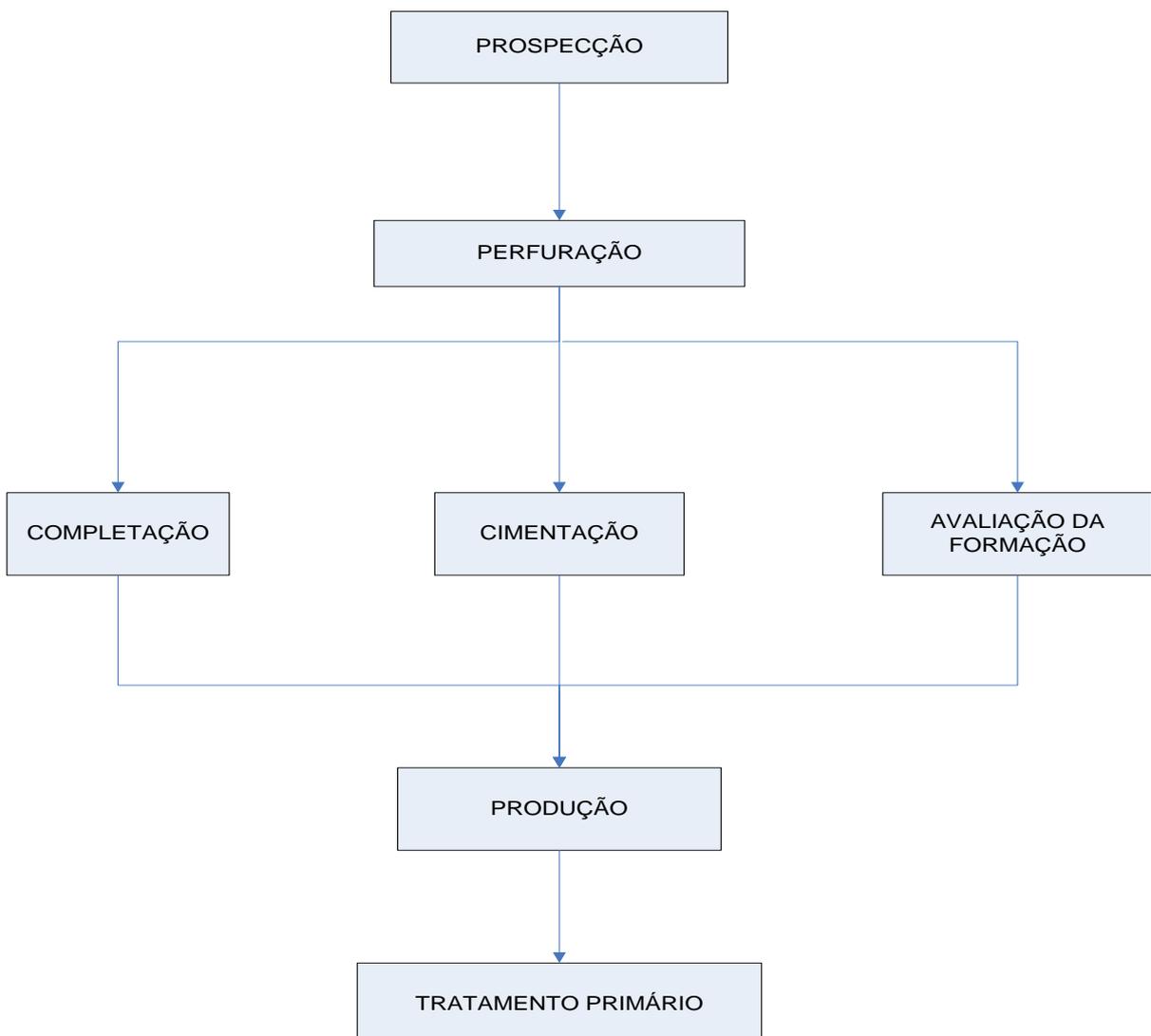
Para Cury (2005, p.340) fluxograma é o método de compreensão detalhada das partes do processo em que algum tipo de fluxo ocorre. Isso é utilizado para identificar cada estágio no fluxo do processo com o propósito de incluir melhoramento dos diferentes estágios para garantir uma seqüência lógica.

Ainda segundo Cury (2005, p.341) a razão porque os fluxogramas funcionam bem é porque eles trabalham com a parte forte que as pessoas têm. O que o cérebro faz de melhor é reconhecer imagens. Fluxogramas são imagens. A maioria das companhias tem poucos fluxogramas ou nenhum. Normalmente elas dependem de pastas cheias de procedimentos e instruções que não refletem realmente como a empresa funciona e não conduz a identificação de melhorias. Isto acontece porque a maioria destas pastas não são lidas. Se alguém as lê, isto é feito uma vez e em seguida são postas de lado.

Para Slack (2009, p.583) os fluxogramas possibilitam às pessoas identificarem falhas inerentes dos procedimentos, identificar falhas em um documento de várias páginas em texto torna-se muito mais difícil. Os procedimentos em texto freqüentemente têm dificuldades de retratar mais do que um processo. Os fluxogramas são documentos vivos. Eles são alterados com facilidade e podem ser usados diariamente para ajudar a definir e refinar os processos.

Para Oliveira (2007, p.260) fluxograma gerencial pode ser construído de maneiras mais elaborados, pois é uma ferramenta de intenso e amplo uso universal. O verdadeiro objetivo é montar o padrão, em que fique claro o papel de cada um. Para isto, os fluxogramas devem ser simples e de fácil entendimento.

Figura 12 - Fluxograma de exploração do petróleo



Fonte: Autor do estudo (2012).

2.4.2 Diagrama de causa e efeito

Segundo Campos (2004, p.19) o controle de processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa. Sempre que algo acontece existe um conjunto de causas que pode ter influenciado. Observando a importância da separação das causas de seus defeitos no gerenciamento e como temos a tendência de confundi-los, os Japoneses criaram o diagrama de causa e efeito, que foi elaborado para que as pessoas da empresa pudessem exercitar a separação dos fins de seus meios.

Já para Ballestero-alvarez (2001, p.183), a grande vantagem desta ferramenta é que se pode atuar de forma mais abrangente, a fim de detalhar as causas possíveis. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos. É uma técnica para análise das causas profundas, na transição entre a descrição do problema e a formulação de soluções. Na prática constitui-se basicamente de um diagrama que mostra a relação entre uma característica da qualidade e os fatores, permitindo que seja identificada uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas

Para Miguel (2006, p.140) o diagrama de causa e efeito consiste em uma forma gráfica usada para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito). E ainda segundo ele as etapas de elaboração do diagrama de causa e efeito são:

- Determinar o problema a ser estudado (identificação do efeito).
- Relatar sobre as possíveis causas e registrá-las no diagrama.
- Construir o diagrama agrupando as causas em “4M” (mão-de-obra, máquina, métodos e matéria-prima). Pode ser considerado como “6M”, incluindo medida e meio ambiente.
- Analisar o diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras.
- Correção do problema.

Para Slack (2009, p.585) o diagrama de causa-efeito é usado para auxiliar a identificação e a justificativa das causas, e melhorias de determinados processos.

A utilização deste diagrama não diz respeito apenas à investigação das causas de defeitos e falhas, de modo a evitar sua reincidência, mas também para identificar áreas onde são necessários mais dados, porém é mais utilizado com o intuito de investigar defeitos e falhas.

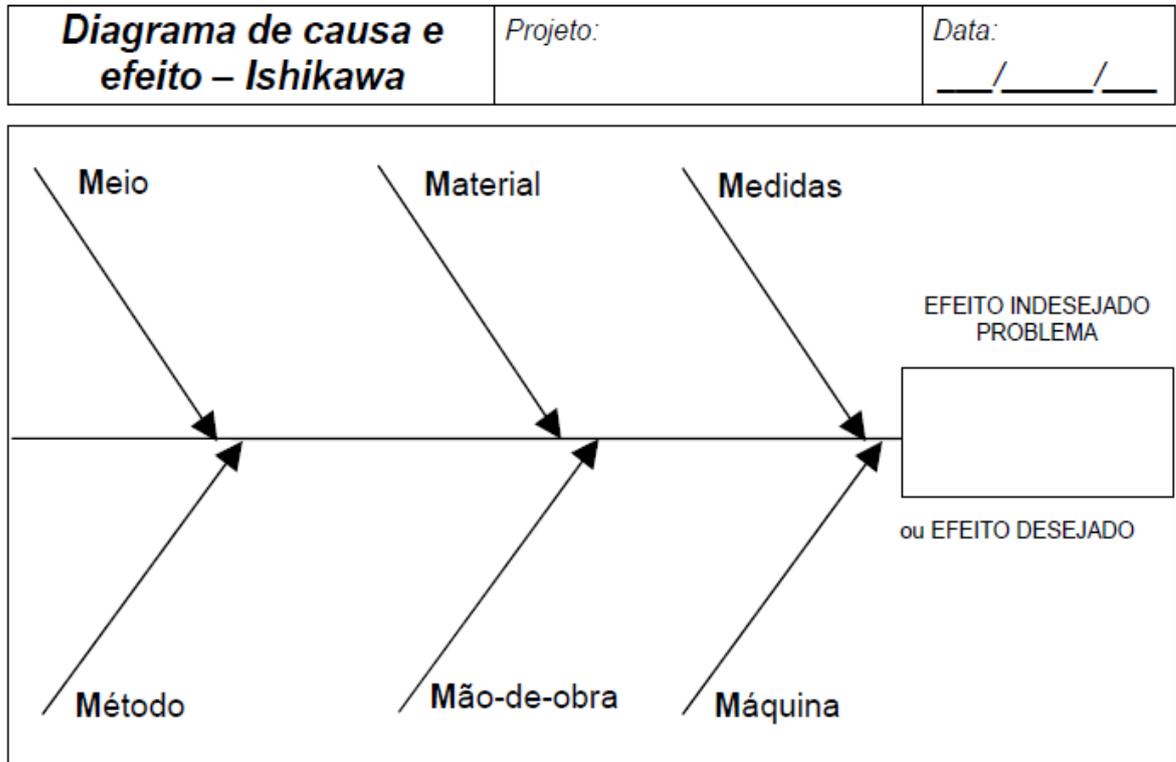
De acordo com Marshall (2010, p.106) para ser listadas diversas causas raiz, ou causas profundas, é necessário identificar aquelas de maior impacto sobre a eficiência e eficácia do todo. Estas causas restringem e obstruem o sistema e o processo de trabalho. A maior vantagem é que pode-se concentrar esforços para solucionar as causas mais específicas, pois são agrupadas por categoria e semelhança.

Para Paladini (2012, p.209) o diagrama de causa e efeito também é chamado de “diagrama de espinha de peixe” porque ele se parece com o esqueleto de um peixe, conforme mostrado na Figura 13. Este diagrama possibilita que se aprofunde a análise, e que se tenha uma visão macroscópica, de diversos fatores envolvidos no processo, facilitando a visualização das causas dos problemas, definindo aspectos como:

- 1- Mão-de-Obra (ou pessoas);
- 2- Materiais (ou componentes);
- 3- Máquinas (ou equipamentos);
- 4- Métodos;
- 5- Meio Ambiente;
- 6- Medição.

O objetivo do gráfico é tornar facilmente visíveis as causas e sua ligação com os efeitos dos problemas, identificando-se aqueles que devem levar a um efeito que seja desejado ou benéfico.

Figura 13 - Diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe



Fonte: Campos (2004)

Muitas vezes a questão estudada exige um levantamento de dados completo. Quando as informações não estão disponíveis, é necessário levantá-las, estudá-las, de modo a identificar corretamente o problema, sendo esse o principal objetivo do diagrama de causa e efeito.

2.4.3 Diagrama de pareto

Segundo Araujo (2006, p.187) é essencial quando necessita identificar dados e mostrar porquê, como, onde, quando e tudo que está associado ao possível problema.

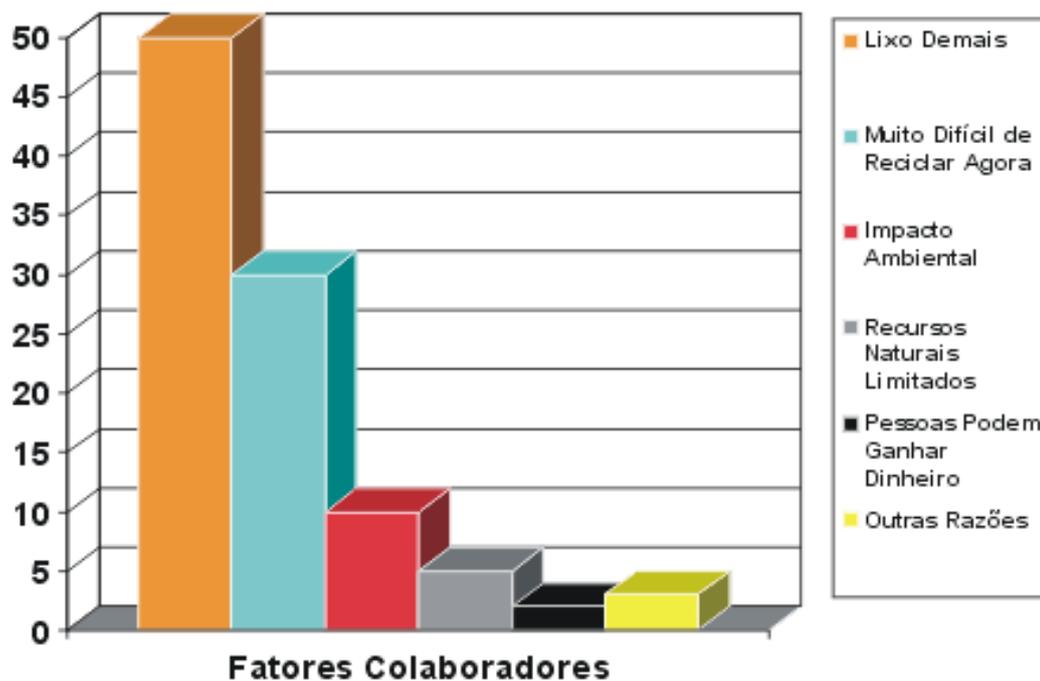
É um gráfico que consiste em organizar dados por ordem de importância, de modo a determinar as prioridades para resolução de problemas (Miguel, 2006, p. 144).

Segundo Miguel (2006, p.144), a sequência para análise de um diagrama de pareto pode ser sistematizado através dos seguintes passos:

- Listar os elementos que influenciam no problema.
- Medir a influência de cada elemento, através da frequência de ocorrência.
- Ordenar de forma decrescente, segundo a frequência de ocorrência de cada elemento.

De acordo com Marshall (2010, P. 111) é um gráfico de barras construído a partir de um processo de coleta de dados e, geralmente, é utilizado para priorizar problemas ou causas de ordem específica, como mostra a Figura 14.

Figura 14 - Diagrama de pareto



Fonte: Google Imagens – www.wthreex.com (2012).

2.4.4 Plano de ação

Segundo Campos (2004, p.59) os itens de controle devem ser organizados em uma tabela 5W1H, como mostra a Figura 15.

Descrição da sigla 5W1H:

- WHAT – Quais os itens de controle: custo, entrega, segurança, qualidade e moral? Qual a unidade de medida?
- WHEN – Qual a freqüência que devem ser medidos? Quando atuar?
- WHERE – Onde são utilizadas as ações de controle.
- HOW – Como controlar? Indicar o grau de prioridade para ação.
- WHY – Porque o controle deve ser executado, ou seja, em que circunstância o controle será executado..
- WHO – Quem participará das ações de controle (exemplo: reunião).

Figura 15 - Plano de ação para itens de controle

PRODUTO (OU FUNÇÃO)	ITEM DE CONTROLE	UNIDADE DE MEDIDA	PRIORIDADE (A, B, C)	FRE-QUÊNCIA	MÉTODO DE CONTROLE	
					QUANDO ATUAR	COMO ATUAR
VENDAS	MARKET SHARE DO PRODUTO "X" ETC.	PORCENTAGEM DAS VENDAS SOBRE TOTAL DE VENDAS, DE PRODUTO SIMILAR	A	1 VEZ/ MÊS	SEMPRE QUE FOR INFERIOR A 50%	CONVOCAR REUNIÃO DOS GERENTES, VENDEDORES DA ÁREA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA. DETERMINAR CAUSAS E TOMAR AÇÕES

Fonte: Campos (2004).

2.5 Técnicas associadas à qualidade

São conhecidas por técnicas associadas à qualidade porque a maioria delas não foi desenvolvida com o objetivo de ser uma ferramenta de qualidade.

De acordo com Miguel (2006, p.180) algumas das técnicas que são consideradas como de apoio a qualidade são: Benchmarking, QFD, FMEA e FTA.

2.5.1 FMEA – Análise dos modos de falhas e seus efeitos

Essa técnica foi desenvolvida nos anos 60 pela NASA, com o intuito de obter ganho maior com a confiabilidade dos projetos desenvolvidos.

De acordo com Marshall (2004, p.169) essa técnica permite identificar críticas e significativas do projeto ou processo, de modo a prevenir possíveis falhas.

Segundo Miguel (2006, p.205) é um método analítico para identificar e documentar falhas em potencial de modo a eliminar ou reduzir sua incidência. Ainda de acordo com ele existem três tipos de FMEA:

- FMEA de sistema – É utilizado para investigar o sistema na fase concepção do projeto e tem os seguintes objetivos:
 - ✓ Identificar os métodos ótimos do projeto.
 - ✓ Verificar se a alternativa pode atingir a confiabilidade esperada.
 - ✓ Identificar modos de falhas potenciais.

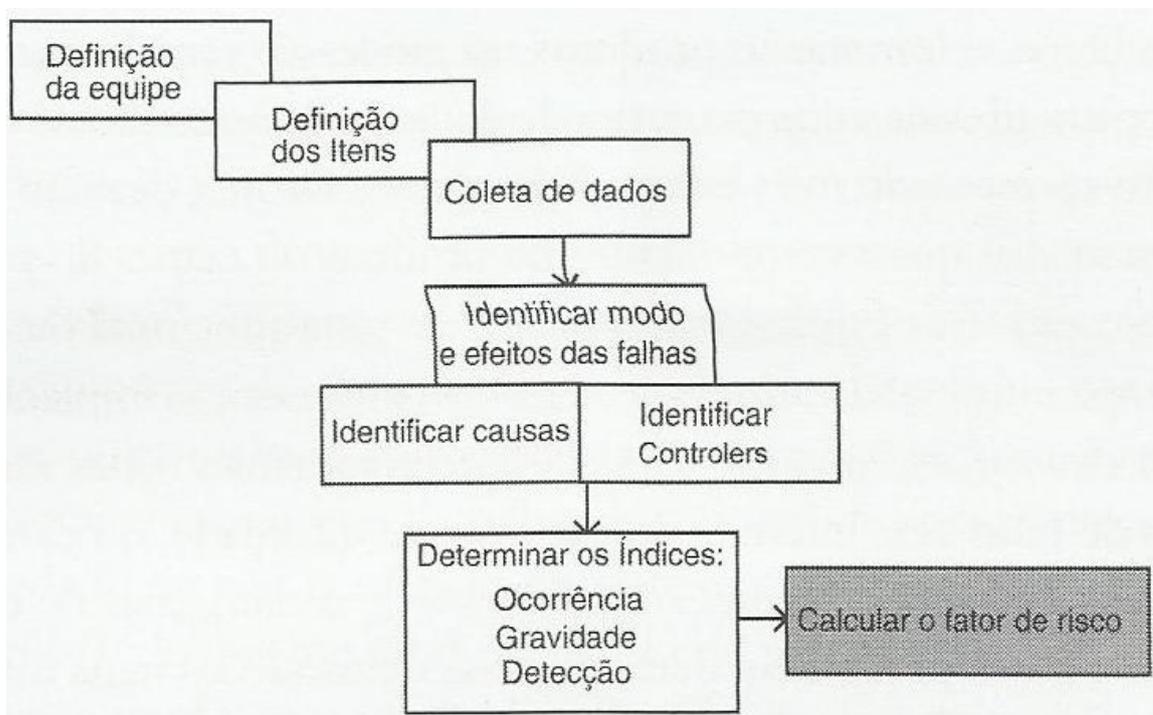
- FMEA de projeto – É Utilizado quando o projeto esta detalhado, pois pode analisar as falhas em componentes individuais e tem os seguintes objetivos:
 - ✓ Identificar falhas no inicio do projeto.
 - ✓ Priorizar ações de melhoria.
 - ✓ Ajudar o programa de testes do projeto, fornecendo informações primordiais.

- FMEA de processo – É utilizado nos processos de fabricação e montagem, sendo usado quando o processo foi alterado ou até mesmo para verificar a qualidade desse processo e tem os seguintes objetivos:
 - ✓ Implantar controle para reduzir processos falhos.
 - ✓ Auxiliar na criação de planos de controle.
 - ✓ Priorizar ações de melhoria.

2.5.2 Procedimento para elaborar um FMEA

Segundo Miguel (2006, p.211) para elaborar um processo de FMEA, deve-se seguir o fluxo da Figura 16 abaixo:

Figura 16 - Sequência de elaboração da FMEA



Fonte: Miguel (2006)

Ainda segundo Miguel (2006, p.211) existe uma metodologia para aplicação do FMEA, sendo assim devem ser seguidos os passos descritos abaixo para uma melhor obtenção dos resultados.

1° Passo:

Deve ser definido a equipe responsável pela implantação do FMEA, caso seja possível deve ter no mínimo um membro de cada departamento, porém apenas um responsável por gerenciar o processo de implantação.

2° Passo:

Definir se o FMEA será elaborado para produtos ou processos, sendo que ambos podem ser de inovação ou melhoria dos já implantados.

3° Passo:

Colocar todas as informações detalhadas sobre o produto ou processo que está sendo trabalhado.

4° Passo:

Verificar os possíveis modos de falhas (maneira pela qual uma falha ocorre) e seus respectivos efeitos.

5° Passo:

Identificar os eventos que causam ou influenciam o aparecimento de modos falhos.

6° Passo:

Verificar como as falhas podem ser identificadas e eliminadas, para não deixar que sejam percebidas pelos clientes.

7º Passo:

Calcular o índice dos riscos, para as possíveis falhas levantadas através de formula abaixo e levando em consideração os critérios descritos nos Quadro 1, 2 e 3.

$$R = O \times G \times D \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde:

- Risco (“R”) – É o índice de risco para cada falha levantada.
- Ocorrência (“O”) – É a estimativa das probabilidades combinadas de ocorrência de uma causa de falha.
- Gravidade (“G”) – É a gravidade da falha sobre o cliente.
- Detecção (“D”) – A probabilidade da falha ser identificada antes de chegar ao cliente.

Quadro 1 - Índices de ocorrência

INDICE	CRITERIO	PROBABILIDADE	OCORRÊNCIA
1	Probabilidade Remota	0	Excepcional
2	Probabilidade Baixa	1/20.000	Rara
3		1/10.000	
4	Probabilidade Moderada	1/2.000	Ocasional
5		1/1.000	
6		1/200	
7	Probabilidade Alta	1/100	Frequente
8		1/20	
9	Probabilidade Muito Alta	1/10	Inevitável
10		1/2	

Fonte: Miguel (2006)

O índice de ocorrência que mostra o Quadro 1 é a probabilidade combinada de ocorrência de uma causa de falha, sendo determinada através de uma “nota” para cada causa dessa falha, poderão ser utilizados relatórios de falhas internos ou outros dados obtidos no controle estatístico do processo, para que assim obtenha-se uma “nota” de cada causa de falha (Miguel, 2006, p. 214).

Quadro 2 - Índices de gravidade

INDICE	CRITERIO	OBSERVAÇÃO
1	Sem Gravidade	A ocorrência não causará nenhum efeito no sistema. O cliente não será capaz de notar a ocorrência da falha
2	Gravidade Baixa	Os efeitos quase não são percebidos.
3		O cliente não notará perda de desempenho do sistema
4	Gravidade Moderada	Perda progressiva de desempenho
5		O cliente notará a falha e ficará insatisfeito
6		
7	Gravidade Alta	Baixa eficiência. O sistema poderá deixar de operar
8		O cliente perceberá a falha e ficará muito insatisfeito
9	Gravidade Muito Alta	Pode envolver problemas de segurança
10		O cliente perceberá a falha e ficará muito insatisfeito

Fonte: Miguel (2006)

O índice de gravidade como mostra o Quadro 2, reflete a gravidade do efeito da falha sobre o cliente, onde esses efeitos devem ser analisados e ordenados de acordo com o grau de insatisfação que a falha poderá trazer ao cliente (Miguel, 2006, p. 215).

Quadro 3 - Índices de detecção

INDICE	PROBABILIDADE DE DETECÇÃO OU PROBABILIDADE DO DEFEITO CHEGAR AO CLIENTE	
1	Muito Alta	0 - 5%
2	Alta	6 - 15%
3		16 - 25%
4		26 - 35%
5	Moderada	36 - 45%
6		46 - 55%
7		56 - 65%
8	Baixa	66 - 75%
9	Muito Baixa	76 - 85%
10		86 - 100%

Fonte: Miguel (2006)

Já o Quadro 3 avalia a probabilidade da falha ser detectada antes que o produto ou serviço chegue ao cliente, sendo estabelecido através dos controles pré-estabelecidos (Miguel, 2006, p. 215).

2.6 Custo de qualidade

A qualidade é um fator primordial para a sobrevivência de uma organização, pois não é possível sobreviver no mercado se a qualidade de seus produtos ou serviços for ruim.

De acordo com Carvalho (2005, p.304) custo com qualidade na verdade são os gastos relacionados a tentativa de obter qualidade ou de tentar recuperar resultados negativos(falhas).

Para Palady (1997, p.6) o FMEA pode ser dividido em FMEA de Projetos e FMEA de processos, a diferença esta nos objetivos, ou seja, um esta pensando

em resolver os problemas do projeto e enquanto o outro tenta resolver os problemas do processo respectivamente.

Segundo Miguel (2006, p. 229) a análise dos custos da qualidade é um meio gerencial poderoso que fornece os seguintes benefícios:

- Um meio de medição da eficiência do gerenciamento da qualidade.
- Uma forma de determinação das áreas-problemas e prioridades de ação.

Ainda Segundo Miguel (2006, p. 229) existe vários efeitos causados pela qualidade, que podem ser resumidos como falhas ou benefícios na qualidade, como mostra o Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Efeitos da qualidade

Gastos (Falhas)	Receita (Benefícios)
Desperdício de material	Maior penetração no mercado
Tempo improdutivo	Abertura de novos mercados
Retrabalho	Redução de reclamações
Maior manuseio de peças	Maior facilidade de vendas
Rejeição/Refugo	Maior lucratividade

Fonte: Miguel (2006)

2.6.1 Custo de prevenção

Esse custo é o mais importante, pois para uma organização é melhor investir na prevenção do que em uma possível correção ou falha.

De acordo com Palady (1997, p.10) a elaboração e manutenção do FMEA é considerado um custo de prevenção, geralmente as empresas que investem nessa técnica não percebem o retorno desse investimento.

Para Miguel (2006, p.232) o custo de prevenção são resultantes do somatório de todos os gastos associados as medidas tomadas para planejar o processo de modo a garantir que não ocorrerão defeitos.

Segundo Carvalho (2005, p.306) o custo de prevenção pode ser considerado como um investimento, pois o mesmo pode ter como finalidade não permitir que ocorram falhas, podendo ser dividido em custo de planejamento da qualidade e custo de controle de processo.

- Custo de planejamento – Esse custo está associado a fase de desenvolvimento do projeto ou processo.
- Custo de controle – Esta associado a fase de desenvolvimento do projeto ou processo, quando a necessidade de se fazer testes preventivos.

2.6.2 Custo de avaliação

Toda organização tem custo de avaliação, pois qualquer medida de inspeção, teste e separação de material defeituoso é considerado como custo.

Para Palady (1997, p.12) esse custo esta diretamente relacionado as atividades de conduzir medidas para garantir a confiabilidade e qualidade do projeto ou processo.

Segundo Miguel (2006, p.233) custo de avaliação são aqueles associados ao nível de qualidade obtido pelo produto, ou seja, custos associados à inspeção para garantir que o produto esteja conforme as especificações informadas.

De acordo com Carvalho (2005, p.307) custo de avaliação é utilizado na fase em que o projeto ou processo já foi incorporado, o custo de controle entra como sendo os gastos relacionados a atividade de inspeção, testes e verificação se o produto ou processo está saindo como especificado.

2.6.3 Custo de falhas

Esse custo é catastrófico para uma organização, pois seus danos podem ser irreversíveis, além de causar danos a todo o planejamento da organização e até a falência.

Para Palady (1997, p.12) os custos de falhas estão relacionados aos custos adicionais de um planejamento deficiente, retrabalho, falhas ocorridas nos processos ou projetos, ou seja, qualquer tipo de falha que venha a ocorrer gerará um custo de falha.

Segundo Carvalho (2005, p.307) este custo se refere aos gastos decorrentes de produtos defeituosos, identificados na própria organização ou até mesmo pelo próprio cliente.

De acordo com Miguel (2006, p.233) os custos de falhas são aqueles associados a falhas internas e externas, dependendo se o produto ou serviço encontra-se ou não no cliente.

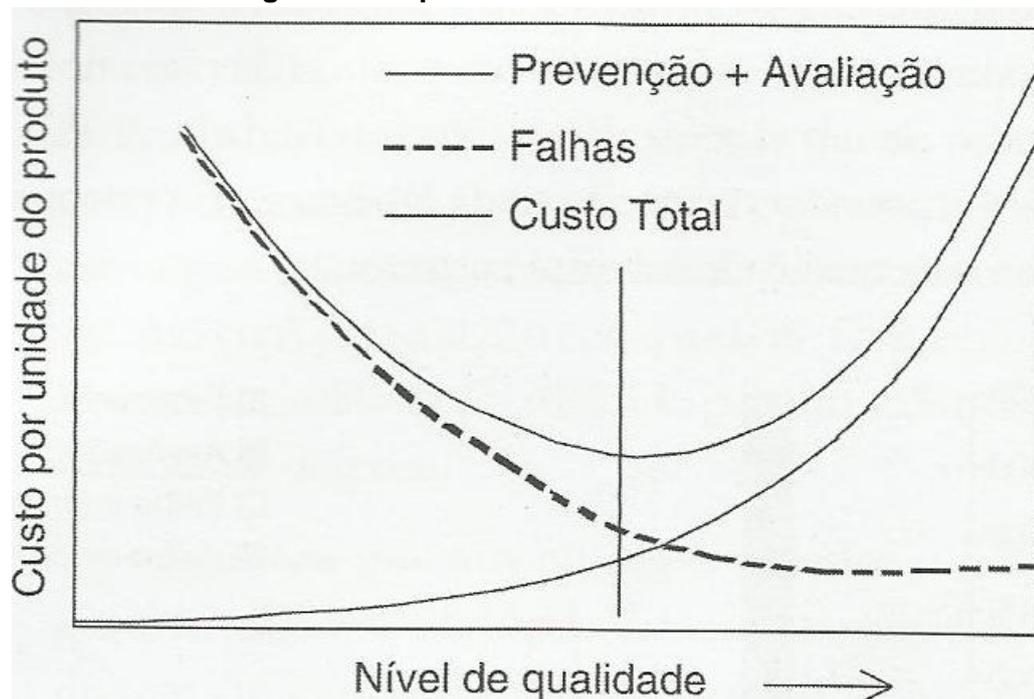
- Custo de falha interno – São decorrentes de processos ou peças defeituosas, antes de chegarão cliente.
- Custo de falha externo – São associados a produtos ou serviços que chegam ao cliente com defeito ou sem a qualidade especificada.

2.6.4 Custo de total

Esse custo é o somatório dos custos de prevenção, de avaliação e de falhas. Por isso o objetivo é manter um equilíbrio dos custos para alcançar os benefícios com relação a qualidade, como mostra a figura abaixo.

Segundo Carvalho (2005, p. 313) os custos de prevenção e avaliação são inversamente proporcional ao custo de falha, como mostra a Figura 17 a seguir:

Figura 17 - Tipos de custos no custo total



Fonte: Miguel (2006)

Ainda para Carvalho (2005, p. 313) pode ser verificado na Figura 17 que ao tentar aumentar o nível de qualidade consequentemente será maior os gastos com avaliação e prevenção, porém a tendência é que o custo de falhas reduzira tendendo a zero. O somatório das curvas de prevenção e falhas resulta na curva que caracteriza o custo total. Ao analisar o gráfico pode-se identificar que o ponto ótimo e o ponto mínimo da curva, porém isso nem sempre pode ser verdade, pois com um mercado mais exigente os níveis de qualidade tendem a aumentar fazendo com que o ponto ótimo fique mais para a direita do ponto mínimo da curva do custo total.

3. METODOLOGIA

De acordo com Severino (2007, p.102), a metodologia é um elemento fundamental do processo do conhecimento realizado pela ciência. Para diferenciá-la não só do senso comum, mas também das demais modalidades de expressão da subjetividade humana, trata-se de um conjunto de procedimentos lógicos e de técnicas operacionais que permitem o acesso às relações causais constantes entre os fenômenos.

Para definir o método científico desta pesquisa, esta deve ser classificada quanto à sua modalidade e determinar os métodos a serem utilizados. Segundo Lakatos e Marconi (2010, p.268), o método qualitativo é diferente do método quantitativo. A metodologia qualitativa está voltada para a análise e interpretação de aspectos mais profundos da pesquisa, fornecendo uma análise mais detalhada sobre investigações, enquanto que o método quantitativo vale-se de amostras amplas e de informações numéricas. As técnicas utilizadas no presente trabalho são da ordem quantitativa, visto que os dados coletados através de relatórios foram quantificados quanto à ineficiência nos testes de formação em poços de petróleo.

O trabalho foi realizado em uma empresa do ramo petrolífero de Sergipe, onde esta avaliação serviu para verificar como funciona o processo de manutenção dos equipamentos utilizados para realização de teste de formação e qual equipamento acaba gerando mais falhas nas operações de TFR (teste de formação a poço revestido).

3.1 Realização de teste de formação

Inicialmente foi levantado o tipo de serviço que a empresa em estudo realiza e os equipamentos necessários para a realização de um teste de formação em poços de petróleo.

A pesquisa bibliográfica também utilizada nesta produção constitui uma série de informações sobre temas que não se constitui de repetições do que já foi

dito ou escrito, mas oferece o exame de um tema sob uma nova visão, chegando a conclusões inovadoras. (Marconi e Lakatos, 2009, p.185).

Esse estudo foi realizado através de pesquisa em livros, mas principalmente por relatórios desenvolvidos pelos colaboradores da empresa com bastante experiência, sendo assim pode-se identificar como funciona a realização básica de um teste de formação e visando facilitar a visualização do processo como um todo, foi elaborado um fluxograma demonstrando como realizar uma operação de TFR básica.

Com referência à natureza das fontes utilizadas para abordagem do estudo, foi realizada uma pesquisa documental que, neste caso, são assim consideradas porque os conteúdos do material não tiveram nenhum tratamento analítico, sendo uma matéria-prima, a partir da qual foi desenvolvida uma investigação e análise (Severino, 2007, p.122).

Para Cervo, Bervian e Silva (2007, p.62), na pesquisa documental, o material investigado tem o propósito de descrever e comparar dados, os quais permitem estudar tanto a realidade presente como o passado.

3.2 A utilização de ferramentas da qualidade para identificar a principal causa das falhas no processo de teste de formação

Um dos métodos utilizados neste trabalho foi a pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória tem como objetivo descrever a natureza das variáveis que se quer estudar (Koche, 2009, p.126).

Porém, para Lakatos e Marconi (2009, p.190), a pesquisa exploratória tem a finalidade de desenvolver hipóteses, familiarizar o pesquisador com o fenômeno, além de modificar ou clarificar conceitos.

A pesquisa exploratória se desenvolve a partir da tentativa de explicar um problema buscando conhecimentos em teorias publicadas em livros, onde o pesquisador identifica as teorias produzidas, analisa e avalia a sua contribuição para explicar o objeto da investigação (Koche, 2009, p.122).

A aplicação da metodologia do diagrama de causa e efeito foi uma das técnicas utilizadas para facilitar a identificação da principal causa que esta gerando falhas nas operações de teste de formação. Após verificar que a manutenção é a

principal causa dos problemas encontrados nas operações, foi analisado o histórico de todos os testes de formação realizados pela empresa no ano de 2012.

Utilizando o diagrama de Pareto foi classificado do maior para o menor, como exige bem a metodologia, a causa primaria das falhas decorrentes do processo de TFR. Porém a fim de aprofundar-se melhor e de fazer uma analise mais detalhada dos equipamentos que estão mais gerando danos operacionais foi também identificado o principal equipamento que mais falha, visando promover a melhoria continua do setor de manutenção e conseqüentemente gerarem menos danos as operações de TFR.

4. ANÁLISE E RESULTADOS

Esse capítulo irá constar toda a parte teórica e prática desenvolvida no período de estágio realizado na empresa em estudo.

4.1 Testes de formação em poços de petróleo

Foi feita uma pesquisa com o objetivo de conhecer o tipo de serviço que a empresa presta e seu set (conjunto de equipamentos) de ferramentas. Com o objetivo de entender melhor o processo de teste de formação, os dados coletados resultaram nas seguintes informações.

O teste de formação é um método de avaliação das formações que equivale a uma completação provisória que se faz no poço. O teste de formação consiste basicamente em:

1. Isolar o intervalo (local onde irá ocorrer o teste de formação) a ser testado através de um ou mais obturadores;
2. Estabelecer um diferencial de pressão entre a formação e o interior do poço, forçando os fluidos da formação a serem produzidos;
3. Promover, através da válvula de fundo, períodos intercalados de fluxo (com medições das vazões de produção na superfície, se for o caso) e de estática;
4. Registrar continuamente as pressões e fundo em função do tempo durante um teste. A análise dos dados coletados durante um teste de pressão possibilita avaliar o potencial produtivo da formação testada;

Com a medição das variáveis descritas no Quadro 5 é possível caracterizar um poço de petróleo e visualizar se o mesmo é rentável economicamente.

Quadro 5 - Variáveis que são medidas nas avaliações de formação

Identificação de Fluidos
Pressão Estática
Permeabilidade
Transmissibilidade
Dano e Skin
Vazão de fluidos
Produtividade
Descontinuidades (Falhas, Barreiras de Permeabilidade, etc.)
Extensão do Reservatório

Fonte: Thomas (2001)

4.1.1 Realização de teste de formação

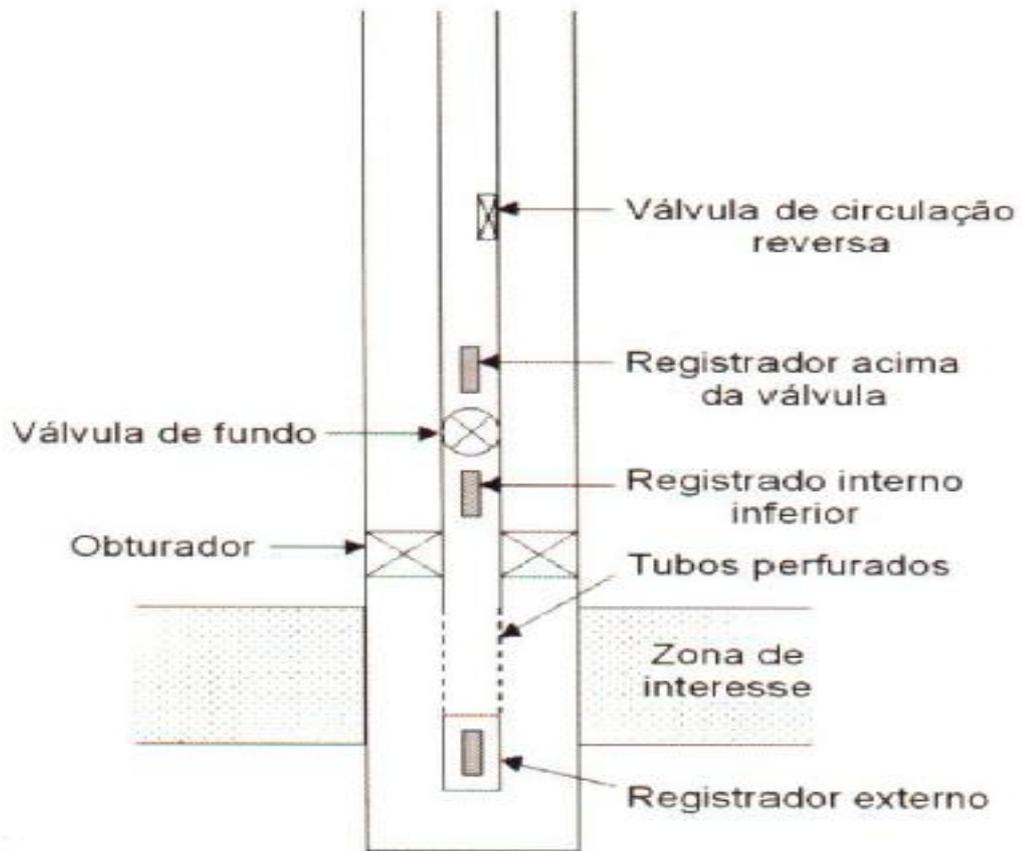
Uma coluna de teste de formação é composta de um conjunto de equipamentos, escolhido em função do tipo de sonda (flutuante, posicionamento dinâmico, fixa, etc.), das condições mecânicas do poço (aberto, revestido, direcional, profundidade do intervalo a ser testado, etc.) e dos objetivos do teste.

A Figura 18 mostra uma coluna básica de teste de formação, que é composta por:

1. Registrador mecânico de pressão externa: Constituído de uma unidade de pressão e de uma unidade de registro é capaz de registrar continuamente a pressão em função do tempo. O registrador é dito externo por registrar somente a pressão externa à coluna de teste.

2. Tubos perfurados: Permitem a passagem dos fluidos da formação para dentro da tubulação.
3. Obturador: Quando assentado, suas borrachas vedam o espaço anular, isolando a formação da pressão hidrostática do fluido de amortecimento contido no espaço anular.
4. Registrador de pressão interno inferior: É idêntico ao registrador externo, registrando, porém as pressões por dentro da coluna de teste, abaixo da válvula testadora.
5. Conjunto de válvulas: Operadas da superfície, permitem a abertura ou fechamento da coluna de teste. Durante a descida da coluna a válvula de fundo evita a entrada de fluido na coluna de teste.
6. Registrador de pressão acima da válvula: Idêntico aos outros registradores, registra a pressão acima da válvula de fundo.
7. Válvula de circulação reversa: Quando aberta no final do teste, conecta o anular com o interior da coluna de tubos, permitindo a remoção dos fluidos produzidos durante o teste.
8. Tubulação: Coluna de tubos até a superfície.

Figura 18 - Coluna convencional de teste de formação.

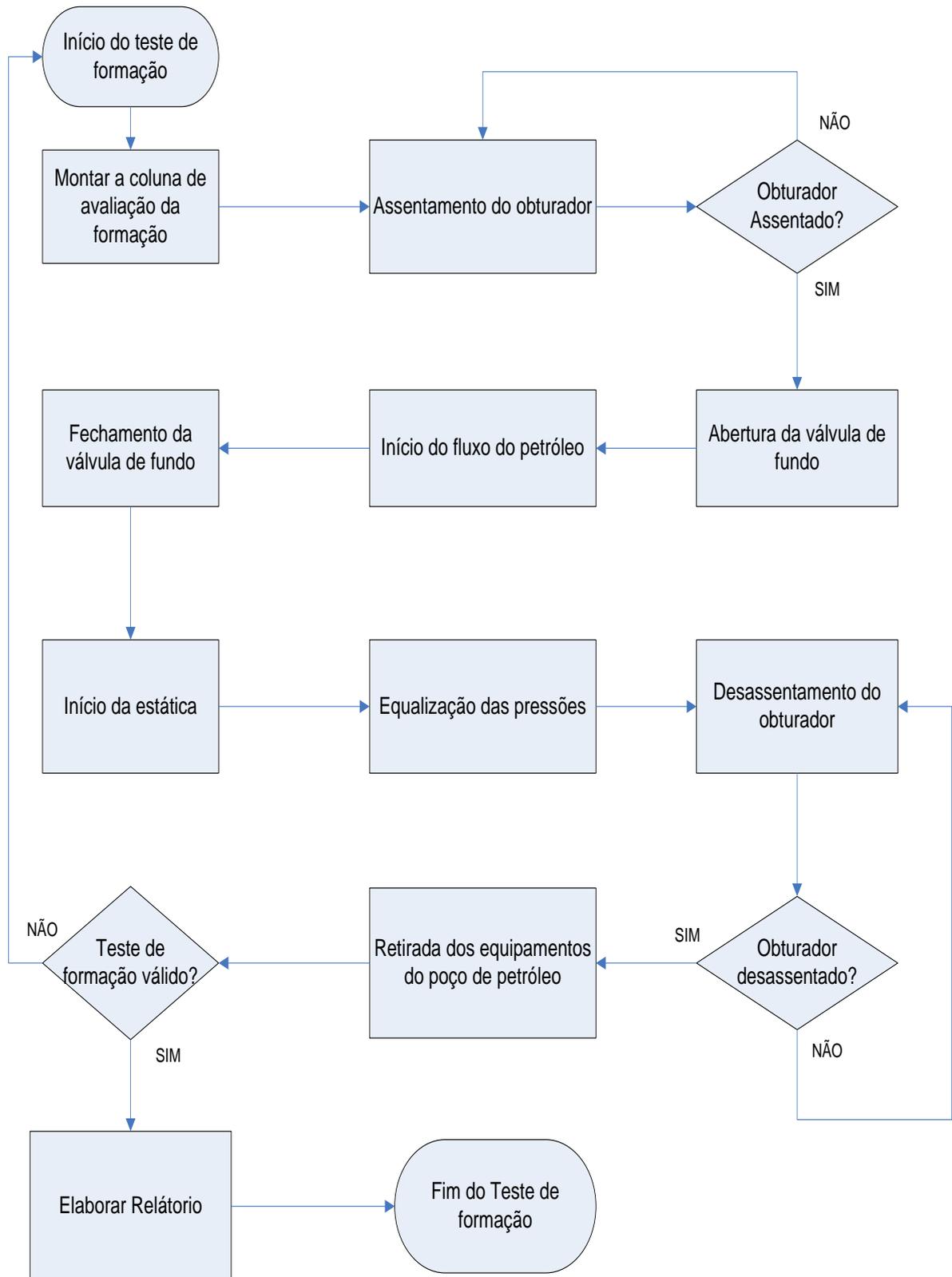


Fonte: Thomas (2001)

4.1.2 Processo de realização do teste de formação

Para dar início ao processo de teste de formação é montada a coluna de teste como especificado na Figura 18 e seguindo o fluxo da Figura 19, após isso é realizado o assentamento do obturador (prender no revestimento do poço de petróleo) e da abertura da válvula de fundo para dar início ao fluxo do petróleo com tempo determinado pelo cliente. Ao fim desse tempo é fechada a válvula de fundo e dado início a estática, que geralmente tem um tempo maior que o fluxo, pois, é na estática que se coleta os principais dados necessários para a avaliação do poço de petróleo. No final desse tempo são equalizadas as pressões e desassentado o obturador (liberado do revestimento do poço de petróleo), para só assim começar a ser retirados os equipamentos do poço de petróleo. Para a conclusão do teste de formação, é elaborado um relatório e enviado para o cliente.

Figura 19 - Fluxograma do processo de realização do teste de formação.

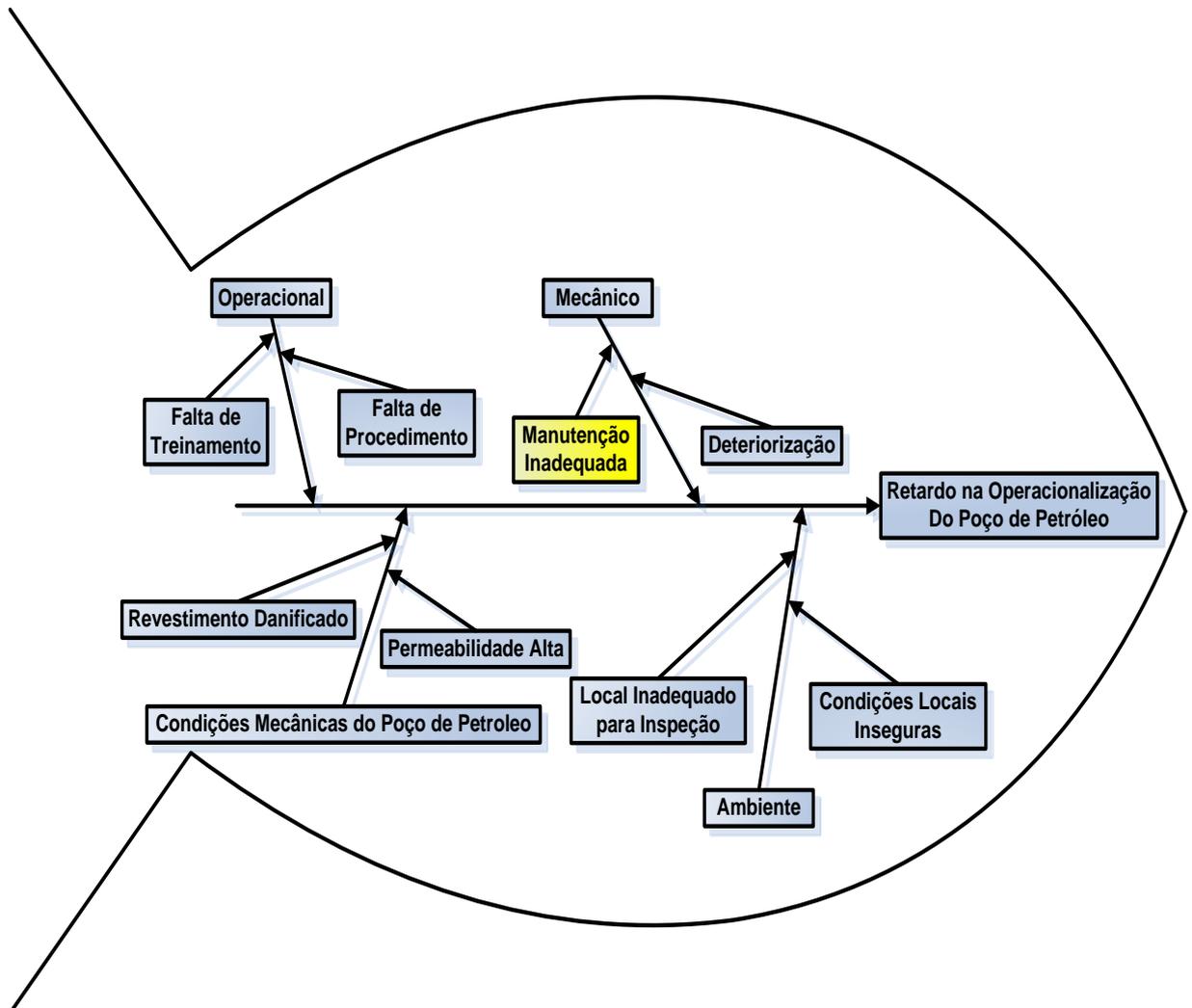


Fonte: Autor do estudo (2012)

4.2 Diagrama de causa e efeito

Após fazer uma análise das falhas, utilizando a metodologia abordada no diagrama de causa e efeito, identificou-se que o setor de manutenção está necessitando de uma reformulação em seus processos bem como um maior controle, para que essas falhas possam ser reduzidas ou até mesmo sanadas, como mostra o diagrama da Figura 20 abaixo:

Figura 20 - Diagrama de causa e efeito



Fonte: Autor do estudo (2012)

Quadro 6 - Histórico de falhas (Jan à Set)

Tipos de Falhas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Erro Operacional	1	1	2	0	0	1	1	0	2
Mau Funcionamento dos Equipamentos	1	2	2	2	3	0	3	2	5
Má condições Mecânicas do poço	0	2	1	0	1	0	2	1	0

Fonte: Autor do estudo (2012)

O Quadro 6 mostra o histórico das principais falhas encontradas nas operações de testes de formação, onde podemos identificar que as falhas por erro operacional e má condições mecânicas do poço de petróleo existe um certo grau de sazonalidade, porém a falha por mau funcionamento dos equipamentos vem tendo uma crescente na maioria dos meses.

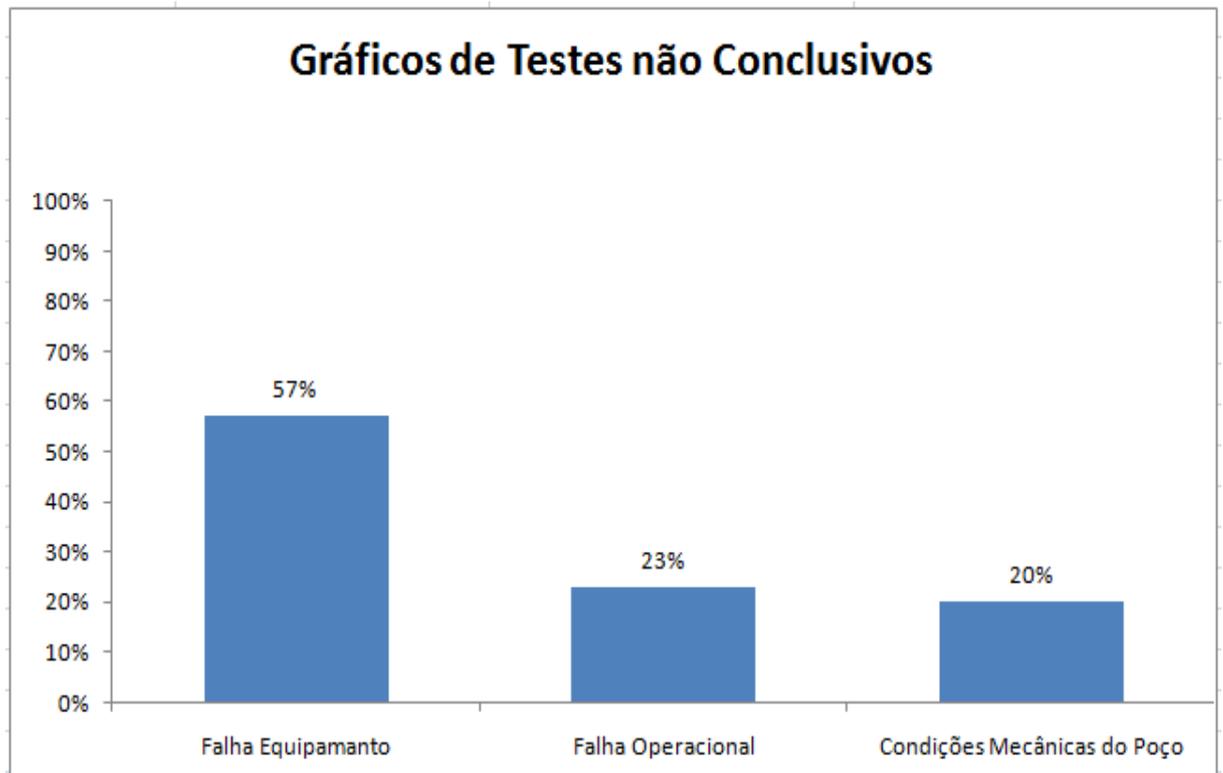
4.3 Análise das falhas ocorridas no teste de formação

Foi feita uma análise do sistema manutenção de equipamentos, por meio de dados históricos de testes de formação, destinado às pessoas envolvidas no uso do mesmo e também através das observações e explanações feitas pelos operadores do sistema. Depois de um estudo realizado no histórico das avaliações de teste de formação (TFR), foram identificadas as principais causas das falhas ocasionadas nas avaliações de TFR, tomando como base o histórico de 2012 até o mês de setembro, que teve cerca de 90 operações de TFR, sendo destas 35 operações falhas.

4.3.1 Causas primárias das falhas ocorridas no teste de formação

- Testes falhos por erro operacional – Ocorre quando o erro é devido a falta de procedimento ou treinamento do operador responsável por realizar a avaliação da formação.
- Testes falhos por mau funcionamento dos equipamentos – Ocorre quando o erro se dá por uma falha mecânica, ou seja, quando alguma ferramenta não funciona como esperado.
- Testes falhos por má condição mecânica do poço – Ocorre quando a falha é devido a um problema no poço de petróleo, por exemplo, revestimento danificado, porosidade na cimentação e etc.

Gráfico 1 - Testes não conclusivos em 2012



Fonte: Autor do estudo (2012)

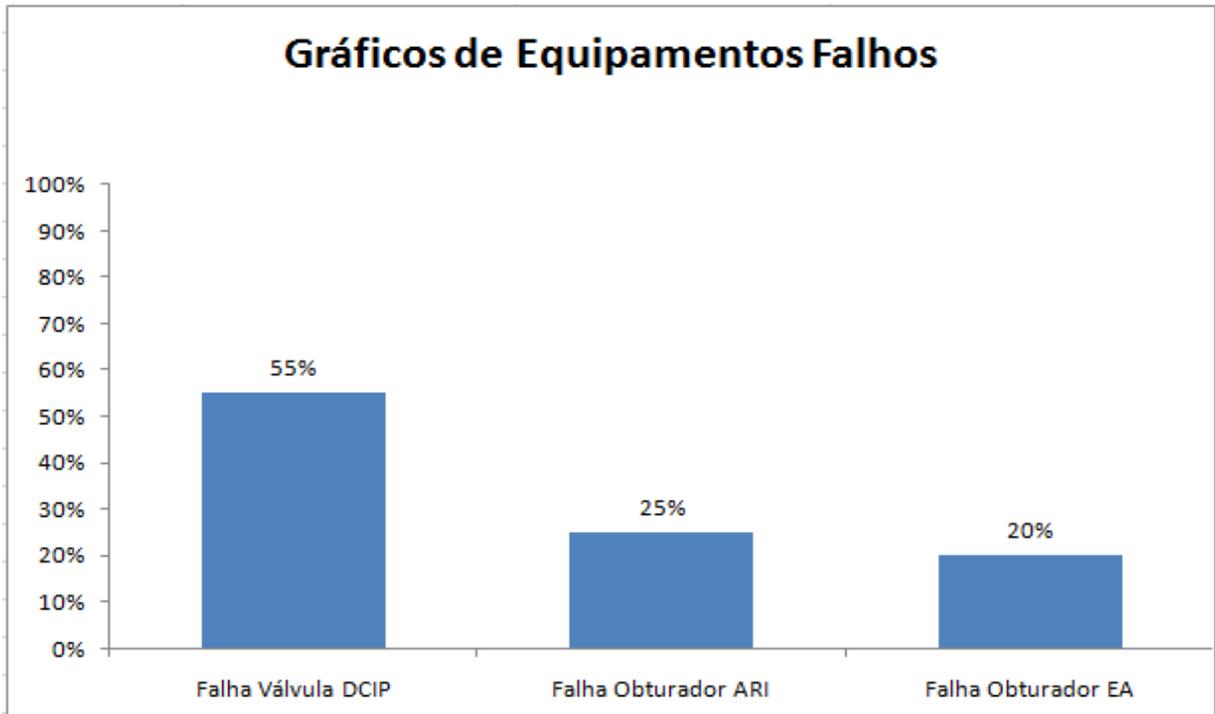
Observando o Gráfico 1 pode-se identificar que a principal causa dos testes de formação falhos, é devido o sistema de manutenção encontrar-se em

condições inadequadas de funcionamento, confirmando assim o que mostra o diagrama de causa e efeito, pois a manutenção da empresa não segue nenhum procedimento, além do que existe muitos equipamentos deteriorados pelo tempo de uso. Pode-se também identificar que a empresa está com um percentual muito alto de testes de formação falhos, atingindo até setembro um percentual de aproximadamente 39% de falha, índice este que se torna preocupante para um seguimento que necessita de uma grande perfeição e precisão.

4.3.1.1 Análise da causa mecânica com foco na causa secundária manutenção

Após analisar os dados coletados foi identificada a necessidade de melhoria no setor de manutenção, pois o mesmo encontra-se com um percentual muito alto de falhas de equipamentos, como mostra a Gráfico 1. Por isso primeiramente será estabelecido os principais indicadores da manutenção para facilitar a percepção da evolução ou do decaimento dos níveis de falhas existentes nas operações de teste de formação.

Com o intuito de fazer uma análise mais detalhada das falhas ocasionadas pelos equipamentos, foi feito um estudo para detectar os principais equipamentos que estavam gerando danos operacionais, para que só assim possa esclarecer os motivos das falhas e com isso tentar fazer a melhoria do setor de manutenção.

Gráfico 2 - Equipamentos falhos em 2012

Fonte: Autor do estudo (2012)

Após o resultado dos equipamentos falhos mostrado no Gráfico 2, ficou comprovada que o equipamento que mais gera falha operacional é a válvula DCIP com 55% do total, pois como é uma válvula de vedação necessita de uma manutenção mais detalhada e de profissionais mais treinados, sem esquecer a qualidade dos sobressalentes, pois não adianta ter profissionais qualificados e não ter um suporte de suprimento de peças adequado e com qualidade.

Embasado nos dados coletados, algumas medidas podem ser tomadas para deixar o processo de manutenção melhor, uma dessas medidas é especificar um fluxograma padrão para o processo de manutenção, possibilitando assim que este seja menos flexível, gerando apenas algumas operações específicas para determinado tipo de ocasião inesperada, mas sem mudanças bruscas no processo produtivo padrão.

4.3 FMEA

Com o objetivo de identificar todas as possíveis falhas, foi aplicada a técnica de análise dos modos e efeitos de falhas – FMEA, esse método permite avaliar o comportamento do processo e prevenir ocorrências que possam gerar danos para o processo.

Para dar início ao processo de elaboração do FMEA, foi definida a equipe que será responsável pela elaboração e implementação do método, essa equipe será composta pelo gerente geral, supervisor da manutenção, supervisor de campo e o representante de compras. O FMEA que será implantado será o de processo, pois o objetivo da aplicação é identificar e quantificar as falhas associadas às funções envolvidas no processo de teste de formação. Em seguida foi levantado todas as informações pertinentes ao processo, para que só assim possa ser identificada e registrada todos os possíveis modos de falhas e conseqüentemente seus respectivos efeitos e causas, como mostra o Quadro 7 a seguir:

Quadro 7 - FMEA de processo

FMEA		Revisão de Processo							
Cliente: Sigmarhoh Well Testing Services Ltda									
16/08/2012		Processo: Manutenção de equipamentos para teste de formação em poços de petróleo							
Áreas envolvidas: Manutenção e Suprimentos									
Item	Nome dos Componentes ou Processos	Data Elaboração: 16/08/2012			Atual				
		Falhas Possíveis			Índices				
		Modo	Efeito(s)	Causa(s)	Controles	O	G	D	R
1	Válvula DCIP	Redução de performance	Não abertura da válvula (interrupção do teste de formação)	Manutenção preventiva ineficiente	Nenhum	4	10	10	400
2	Obturador AR1	Vazamento	Falha no teste de formação	Material incorreto usado	Inspeção por amostragem	3	10	5	150
3	Testes de Formação	Condições mecânicas do poço de petróleo	Falha no teste de formação	Revestimento danificado	Nenhum	3	9	10	270
4	Testes de Formação	Fadiga	Falha no teste de formação	Material Deteriorado	Nenhum	6	10	7	420
5	Testes de Formação	Operacional	Falha no teste de formação	Treinamento Inadequado	Nenhum	5	4	10	200

Fonte: Autor do estudo (2012)

Após a aplicação da ferramenta como mostra o Quadro 7 pode-se verificar que o processo de manutenção não tem nenhum controle, ou seja, não existe indicadores associados ao processo e nem suas respectivas metas, para que o gestor venha a acompanhar a evolução ou declínio do seu processo, o que acaba dificultando a visualização das causas e efeitos envolvidos nas falhas dos testes de formação, além de não fornecer dados concretos para que o setor de manutenção venha a alcançar um índice de melhoria contínua.

4.4 Itens de controle

Esse tópico mostrará os principais indicadores para o monitoramento do sistema manutenção, como também ações para saber quando agir e como agir caso o indicador não esteja dentro da meta pré-estabelecida.

4.4.1 Metas dos itens de controle

- **Disponibilidade de Equipamento:** Manter a disponibilidade de \geq que 95% até dez/2012.

- **Custo de manutenção:** Custo máximo de R\$ 3.500,00/manutenção até dez/2012.

- **Erro operacional:** Manter o erro operacional \leq que 10% até dez/2012.

- **Mau funcionamento dos equipamentos:** Manter o mau funcionamento dos equipamentos \leq que 6% até nov/2012.

- **Má condição mecânica do poço de petróleo:** Manter má condição mecânica do poço \leq que 5% até dez/2012.

4.4.2 Plano de ação para os itens de controle

Objetivando a melhoria contínua dos processos e com o intuito de agilizar a reestruturação do setor de manutenção, foi desenvolvido o plano de ação como mostra os Quadros 8, 9, 10, 11 e 12 para cada indicador de controle, pois caso algum desses indicadores venha estar fora da meta pré-estabelecida o mesmo já pode ser tomado como base para uma ação imediata podendo assim minimizar o impacto no processo.

4.4.2.1 Disponibilidade de equipamentos

Esse indicador informa a disponibilidade de equipamentos onde é feito baseado no tempo médio entre falhas (TMEF) e o tempo médio de reparo (TMPR).

Quadro 8 - Quadro para o item de controle disponibilidade de equipamentos.

PRODUTO	ITEM DE CONTROLE	UNIDADE DE MEDIDA	PRIORIDADE (A,B,C)	FREQUÊNCIA	MÉTODO DE CONTROLE	
					QUANDO ATUAR	COMO ATUAR
MANUTENÇÃO	DISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTO	PORCENTAGEM DE DISPONIBILIDADE	A	1 VEZ/MÊS	SEMPRE QUE FOR < QUE 95%	1-REUNINDO OS RESPONSÁVEIS PELO SETOR PARA AVALIAR AS CONDIÇÕES DOS EQUIPAMENTOS. 2-SEMPRE QUE OCORRER MANUTENÇÃO UTILIZAR PEÇAS DE QUALIDADE. 3-REDUÇÃO DO NÚMERO DE INTERVENÇÕES.

Fonte: Autor do estudo (2012)

4.4.2.2 Custo de manutenção

O acompanhamento dos custos de manutenção deve envolver os seguintes segmentos: Custos de mão de obra, Custos de material e Custos de serviços de terceiro.

Quadro 9 - Quadro para o item de controle custo de manutenção.

PRODUTO	ITEM DE CONTROLE	UNIDADE DE MEDIDA	PRIORIDADE (A,B,C)	FREQUÊNCIA	MÉTODO DE CONTROLE	
					QUANDO ATUAR	COMO ATUAR
MANUTENÇÃO	CUSTO DE MANUTENÇÃO	R\$/MANUTENÇÃO	A	1 VEZ/MÊS	SEMPRE QUE FOR > QUE R\$ 3.500,00	1-APLICAR TREINAMENTO PARA RECICLAGEM DOS COLABORADORES. 2-TROCA DE FORNECEDOR. 3-PARCERIA COM FORNECEDORES PARA REDUÇÃO DOS CUSTOS DAS PEÇAS DE REPOSIÇÃO.

Fonte: Autor do estudo (2012)

4.4.2.3 Erro operacional

Esse indicador gera dados que vão informar o numero de operações falhas por erro humano e só assim saber o momento exato para melhorar os procedimentos operacionais ou melhorar os níveis de treinamento.

Quadro 10 - Quadro para o item de controle erro operacional.

PRODUTO	ITEM DE CONTROLE	UNIDADE DE MEDIDA	PRIORIDADE (A,B,C)	FREQUÊNCIA	MÉTODO DE CONTROLE	
					QUANDO ATUAR	COMO ATUAR
MANUTENÇÃO	ERRO OPERACIONAL	PERCENTUAL DE FALHAS	A	1 VEZ/MÊS	SEMPRE QUE FOR > QUE 10%	1-MELHORAR OS PLANOS DE TREINAMENTO. 2-TREINAR OS OPERADORES PARA MANTER O FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS. 3-REUNIÕES PARA MELHORAR OS PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO. 4-MELHORANDO A QUALIFICAÇÃO DOS COLABORADORES

Fonte: Autor do estudo (2012)

4.4.2.4 Mau funcionamento dos equipamentos

Identifica os equipamentos que estão gerando falha por quebra, manutenção inadequada ou por área de vedação danificada.

Quadro 11 - Quadro para o item de controle mau funcionamento dos equipamentos.

PRODUTO	ITEM DE CONTROLE	UNIDADE DE MEDIDA	PRIORIDADE (A,B,C)	FREQUÊNCIA	MÉTODO DE CONTROLE	
					QUANDO ATUAR	COMO ATUAR
MANUTENÇÃO	MAU FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS	PERCENTUAL DE FALHAS	A	1 VEZ/MÊS	SEMPRE QUE FOR > QUE 6%	1-MELHORAR OS PLANOS DE MANUTENÇÕES DOS EQUIPAMENTOS. 2-MELHORA OS NÍVEIS DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS. 3-TREINAR OS OPERADORES PARA MANTER O FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS. 4-MELHORAR O NÍVEL DE INSPEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS. 5-ADQUIRIR NOVOS TECNOLOGIA. 6-GARANTIR MATERIAL DE QUALIDADE

Fonte: Autor do estudo (2012)

4.4.2.5 Má Condição mecânica do poço de petróleo

Vai identificar os tipos de falhas geradas por o poço não estar em condição de operação, por exemplo, falhas na operação de cimentação, produção de detritos do poço (areia e bauxita) causando obstrução das válvulas e consequentemente testes falhos.

Quadro 12 - Plano de ação para o item de controle má condições mecânicas do poço de petróleo.

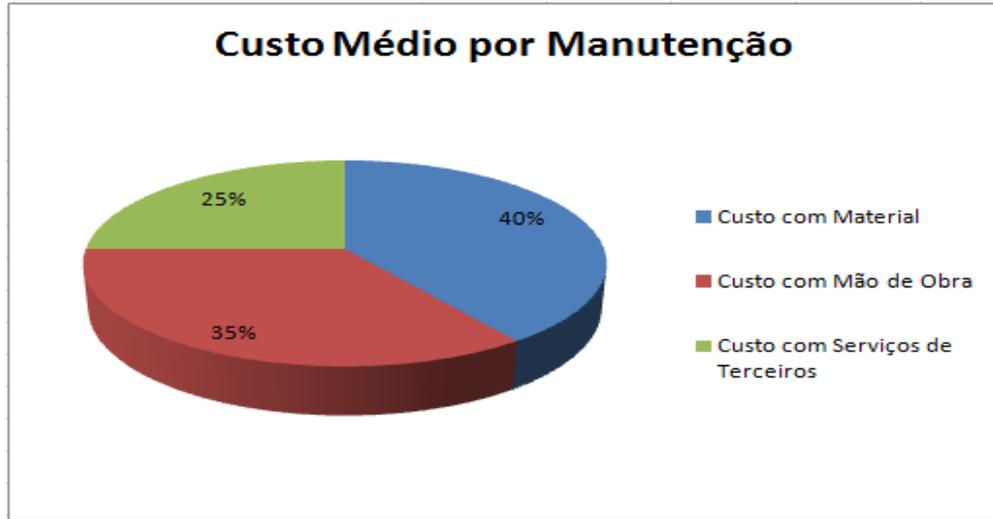
PRODUTO	ITEM DE CONTROLE	UNIDADE DE MEDIDA	PRIORIDADE (A,B,C)	FREQUÊNCIA	MÉTODO DE CONTROLE	
					QUANDO ATUAR	COMO ATUAR
MANUTENÇÃO	MÁ CONDIÇÃO MECÂNICA DO POÇO DE PETRÓLEO	PERCENTUAL DE FALHAS	A	1 VEZ/MÊS	SEMPRE QUE FOR > QUE 5%	1-REUNIÕES PARA AVALIAR AS CONDIÇÕES DO POÇO ANTES DE INICIAR A OPERAÇÃO. 2-MELHORAR A QUALIFICAÇÃO DOS COLABORADORES. 3-MAIOR RIGOR NA ANÁLISE DO HISTÓRICO DO POÇO.

Fonte: Autor do estudo (2012)

4.5 Custo com manutenção

Para uma empresa que quer crescer no mercado tão competitivo nos dias de hoje, necessita investir em confiabilidade e qualidade de seus serviços. Porém a empresa em estudo por ser considerada de pequeno porte seus administradores objetiva a redução de custo para que possa assim concorrer no mercado petrolífero visando apenas os custos e deixando a qualidade de seus serviços em segundo plano, uma atitude muito arriscada para um setor que exige muita precisão e confiabilidade em seus resultados.

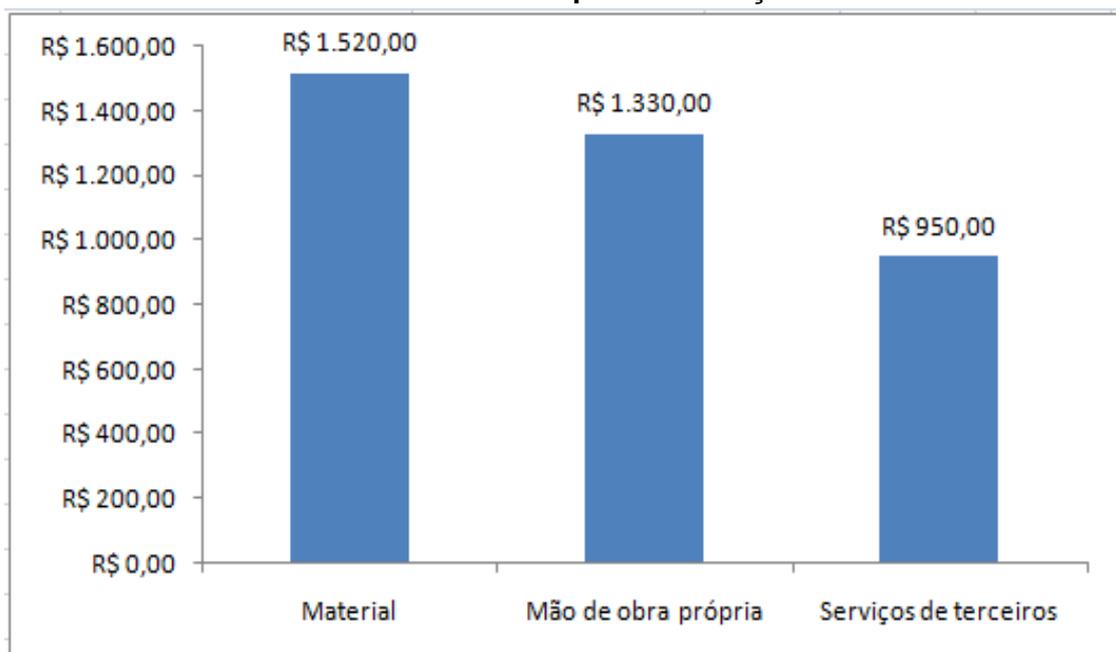
Gráfico 3 - Percentual dos tipos de custo por manutenção



Fonte: Autor do estudo (2012)

Atualmente a empresa tem um custo médio de manutenção por volta dos R\$ 3.800 reais, sendo que desse custo aproximadamente 25% é com serviços de terceiros, 40% de material para manutenção e 35% com mão de obra própria, como mostra o Gráfico 3. A aplicação desses percentuais no custo real por manutenção pode ser visualizado no Gráfico 4.

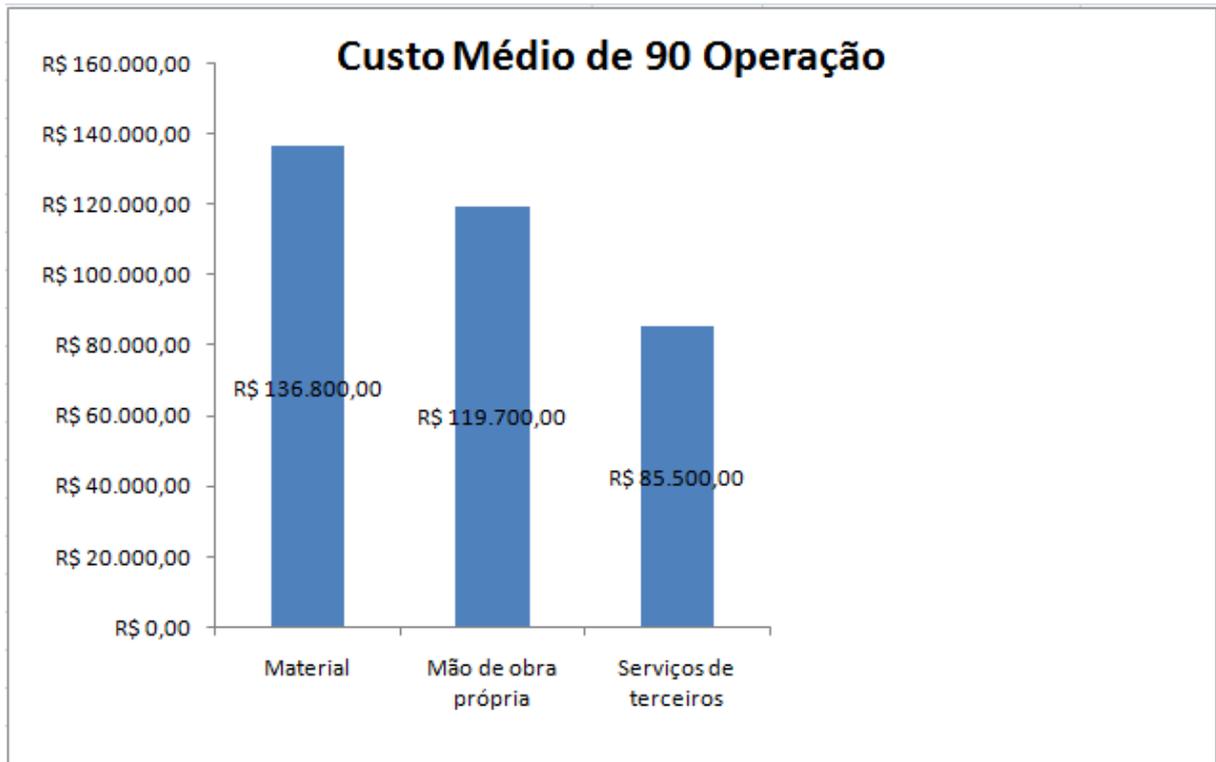
Gráfico 4 - Custo por manutenção



Fonte: Autor do estudo (2012)

O Gráfico 5 mostra o custo médio que a empresa em estudo tem para realizar 90 operações de teste de formação, custo esse que esta dividido em material, mão de obra e serviços de terceiros, como mostrado anteriormente no Gráfico 3.

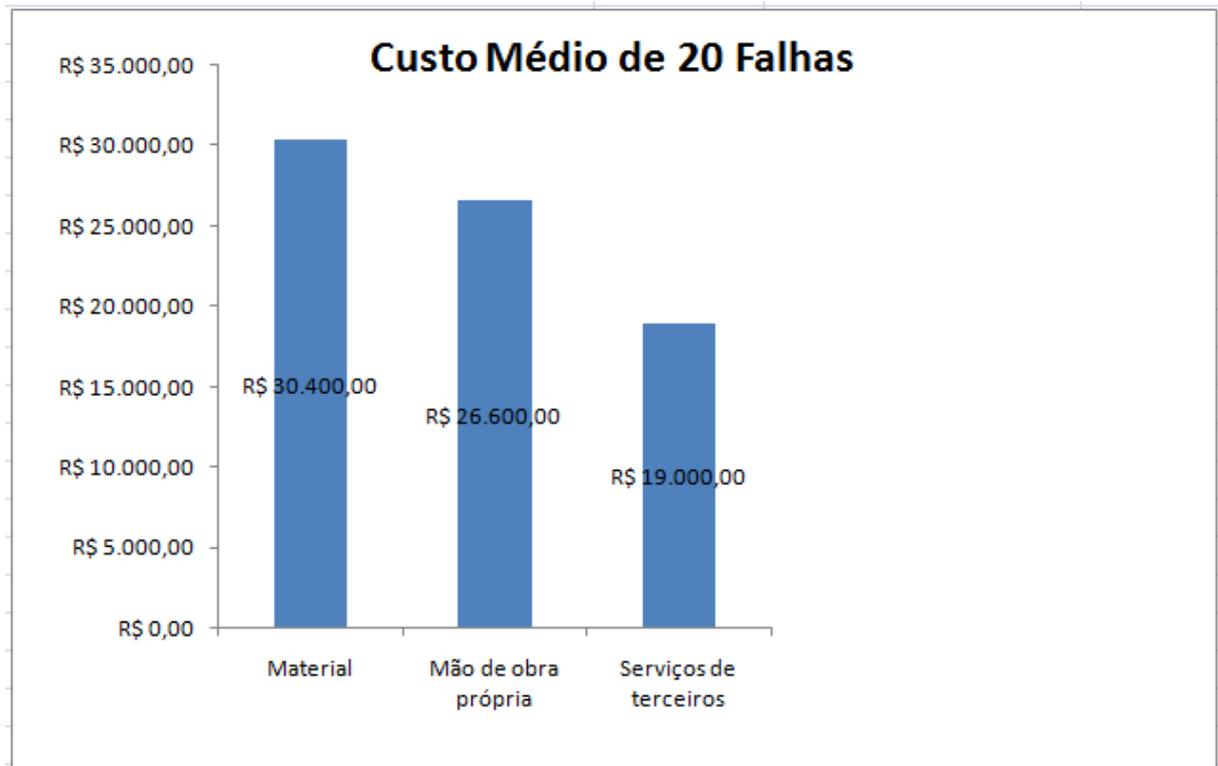
Gráfico 5 - Custo para 90 operações



Fonte: Autor do estudo (2012)

Porém além desses custos, existe também os custos por falha de equipamento, que como especificado no Gráfico 1, aproximadamente 57% das operações foram falhas devido à manutenção ser precária ou sem controle.

Cada falha de operação gera um custo de R\$ 3.800,00 reais sendo assim o Gráfico 6 mostra o custo devido as 20 avaliações de formação falhas, além do retrabalho e a principal perda com essas falhas é da credibilidade ou confiança em que seus clientes têm em adquirir seus serviços, pois atividade essa exercida pela empresa requer um grande índice de confiabilidade, por ser uma operação que demanda de muitas pessoas envolvidas além de custos altíssimos para a realização da mesma.

Gráfico 6 - Custo para 20 operações falhas

Fonte: Autor do estudo (2012)

Somente devido a esse custo por falta de manutenção preventiva adequada a empresa aumenta suas despesas em aproximadamente 22,2%, gerando um custo que poderia ser evitado caso o processo tivesse um maior controle.

Caso o plano de ação para cada indicador seja adotado o mesmo irá reduzir ou acabar com o custo gerado pela falha de equipamentos, por falta de uma manutenção adequada.

5 CONCLUSÃO

A eficácia de um sistema de manutenção em uma planta industrial não depende apenas dos equipamentos envolvidos, do treinamento do pessoal envolvido, mas principalmente da estratégia adotada pela gerência de manutenção.

Além de equipamentos modernos, é necessária a preocupação em entender as falhas em seus pormenores, visando atacar não as conseqüências, mas sim as causas.

O estudo de caso desenvolvido foi muito provedor, pois mostrou que o atual programa de manutenção é ineficaz e facilitou a identificação das principais falhas mecânicas encontradas no setor da manutenção, para que só assim possa dar seguimento ao processo de melhoria continua e conseqüentemente gerar menos danos às operações de teste de formação, sendo também de grande importância no fornecimento de conhecimentos relacionados à vida profissional. A empresa forneceu todo o apoio necessário, confiando no trabalho e compartilhando conhecimento. Obteve-se durante o desenvolvimento do TCC a correlação entre a teoria adquirida na Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe a prática na empresa. Essa correlação ajuda a fixar o conhecimento teórico e agrega a ele conhecimentos puramente técnicos. Esse contato com a prática é relevante pelo fato de que o graduando não obteve práticas suficientes em laboratórios na instituição de ensino.

Ficou claro também que a empresa precisa investir mais no processo de execução e controle da manutenção, pois caso os setores venham a minimizar esse impacto causado pelas falhas mecânicas, os custos irão reduzir e conseqüentemente aumentaram os lucros da organização. O controle do processo também é de suma importância, pois toda evolução ou declínio que esteja acontecendo pode ser acompanhado e avaliado, para que quando necessário seja tomada uma medida corretiva ou até mesmo uma medida preventiva, medidas estas que só poderão ser tomadas caso haja dados históricos, que serão utilizados para identificar e acabar com a causa raiz do problema.

O desenvolvimento do estudo de caso possibilitou também a aprendizagem de atividades sociocultural presentes em qualquer tipo de empresa. Observaram-se os relacionamentos interpessoais e hierárquicos entre os integrantes da empresa. Entendeu-se a necessidade de cada setor na empresa. Foi desenvolvida também a capacidade de relacionamento interpessoal com os funcionários, característica importantíssima na execução da profissão de engenheiro de produção. Ao final das atividades pode-se confirmar que todas as especificações dos Testes de Formação são reais, principalmente a facilidade de se adquirir dados dos reservatórios com uma enorme precisão.

Agregado a tudo isso, houve a ampliação da visão do graduando da definição de engenharia de produção. O conhecimento adquirido durante o desenvolvimento do TCC criou e ampliou o perfil profissional do graduando que, com certeza, servirá de alicerce na execução da profissão. Fazendo com que adquirisse experiência profissional, pois sempre estava tentando aprofundar os conhecimentos nos assuntos que já compreendia e aprimorar naqueles que não conhecia, também dando espaço para amadurecer o relacionamento e trabalho em equipe.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Luiz César G. **Organização, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. **Administração da Qualidade e da Produtividade: abordagens do processo administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: controle da qualidade total no estilo Japonês**. Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CARVALHO, Marly Monteiro et. al. **Gestão da Qualidade Teorias e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA; Roberto. **Metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CURY, Antonio. **Organização e Métodos: uma visão holística**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- D'ASCENÇÃO, Luiz Carlos M. **Organização, Sistemas e Métodos**. São Paulo: Atlas, 2001.
- KOCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 28ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MARSHALL, Isnard J. et. al. **Gestão da Qualidade**. 10ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: enfoque e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2006.
- NASCIF, Júlio; DORIGO Luiz Carlos. **Manutenção Orientada para Resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. **Sistemas, Organização e Método: uma abordagem gerencial**. 17ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade Teoria e Prática**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PALADY, Paul. **FMEA: análise dos modos de falha e efeito**. São Paulo: IMAM, 1997.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SLACK, Nigel et. al. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Minas Gerais: DG, 1998.

Sites Pesquisados:

<http://www.blogmercante.com>

<http://www.engenheirodeproducaoeseuranca.blogspot.com>

<http://www.globalsecurity.org>

<http://www.macauhub.com.mo>

<http://www.petrogasnews.files.wordpress.com>

<http://www.petrogasnews.wordpress.com>

<http://www.portalmaritimo.com>

<http://www.rgyc.com.br>

<http://www.wthreex.com>