



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

ADRIANA FERNANDES DE LIMA

**MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
MANUTENÇÃO: Estudo de caso nas estruturas metálicas
da torre de perolação de uréia da FAFEN-SE**

**Aracaju – Sergipe
2013.1**

ADRIANA FERNANDES DE LIMA

**MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
MANUTENÇÃO: Estudo de caso nas estruturas metálicas
da torre de perolação de ureia da FAFEN-SE**

**Monografia apresentada ao
Departamento do Curso de Engenharia
de Produção da Faculdade de
Administração e Negócio de Sergipe -
FANESE, como requisito parcial e
elemento obrigatório para obtenção do
Grau de Bacharel em Engenharia de
Produção, no período de 2013.1.**

**Orientador: Prof. Esp. Kleber Andrade
Souza**

**Coordenador: Prof. MSc. Alcides
Anastácio de Araujo Filho**

Aracaju – SE

2013.1

FICHA CATALOGRÁFICA

LIMA, Adriana Fernandes de

Modelo de planejamento e controle da manutenção: estudo de caso nas estruturas metálicas da torre de perolação de uréia da FAFENSE/ Adriana Fernandes de Lima. Aracaju, 2013. 72 f.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe/ Departamento de Engenharia da Produção, 2013.

Orientador: Prof. Esp. Kleber Andrade Souza

1. Manutenção 2. Planejamento 3. Estrutura Metálica 4. Controle
5. PCP

CDU 658.5; 658.581:658.818.3 (813.7)

ADRIANA FERNANDES DE LIMA

**MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
MANUTENÇÃO: Estudo de caso nas estruturas metálicas
da torre de perolação de ureia da FAFEN-SE**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção no período de 2013.1.

Prof. Esp. Kleber Andrade Souza
1º Examinador - Orientador

Prof.
2º Examinador

Prof.
3º Examinador

Aprovado com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2013.

Dedico esse trabalho ao meu maravilhoso e adorado Deus. Aos meus amados pais: Antônia Darc e Cloves (*in memoriam*), a minha irmã Ariana, a meu filho querido Victor Ariel e a meu esposo, lindo, Antonio Jorge. A eles, presenças incondicionais em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu maravilhoso Deus por ter me concedido forças para lutar pelo meu sonho e por ter sido meu guia e alicerce, companheiro em todos os momentos e fortaleza para a vitória certa.

Agradeço a minha família: a meus pais, Antônia Darc e Clóves (*in memoriam*) pelos ensinamentos de honestidade e humildade que sempre busquei praticar em minha vida. Mãe, quando saí de casa para lutar pelos meus estudos, prometi que conseguiria. Hoje, com orgulho, dedico essa vitória a você. Agradeço a minha irmã, Ariana, por sempre demonstrar, através de gestos e palavras, o orgulho que sente de mim. Isso me fortaleceu e fez-me seguir em frente. Aquiles, meu sobrinho, obrigada por compreender minha ausência, por tanto tempo.

Ao meu amado filho, Victor Ariel, meu mais fiel parceirinho de luta, por estar sempre ali me esperando, com a capacidade de aceitar tantas ausências. Por ser forte e entender que precisava se cuidar um pouco sozinho para que eu pudesse prosseguir. Meu amor, mamãe o ama imensamente.

Ao meu querido esposo por estar ali, junto a mim, testemunha de minhas derrotas no meio dessa caminhada, consolo nas horas de desespero, quando eu achava que não iria conseguir e também compartilhamento nos momentos de vitória. Antônio Jorge, você é um precioso presente que Deus me enviou para aquecer a minha vida, um parceiro leal, querido e muito especial. Eu o amo, Tonho.

Às minhas colegas de batalha, Paula, Fran, Marli e Jaqueline. Foram várias as madrugadas que passamos juntas, na tentativa de chegarmos até aqui. Agradeço também aos anjos que Deus colocou no meu caminho: Cris e Wilnara, vocês foram muito especiais para essa conquista. Aos meus amigos queridos: Arismar, Luiz Nunes e Melquesedec: jamais esquecerei suas palavras de apoio ao longo desses cinco anos. Aos meus amigos que colaboraram para a elaboração deste trabalho: Enos, Rudival e Varjão.

Aos meus amigos queridos que sempre me agraciavam com palavras de incentivo no meio da luta: Fabíola, Edna, Zil. A minha amiga especial Patrícia, que, mesmo de longe me enchia de alegria com suas palavras doces, suaves que me fortaleciam e me faziam lembrar as minhas raízes, de onde vim e do quanto já havia caminhado para chegar até aqui. Agradeço a minha 2ª família, sempre presente nos

recebendo com carinho e fazendo com que pudéssemos renovar as forças para dar continuidade à luta: minha sogra Israildes e meus cunhados: Iramara e Itamar.

Agradeço ainda aos professores Marcos Aguiar pela alegria passada nos corredores da faculdade, pelas aulas de cálculo tão duras, mas tão importantes para me tornar uma engenheira. Obrigada à sábia professora Elizabeth que me ensinou que somos muito felizes quando fazemos o que gostamos. Sua alegria me contagiava. Obrigada à professora Helenice por ser tão exigente, tão perfeccionista e também tão carinhosa. Isso me ensinou tantas coisas que levarei por toda minha vida. Obrigada também à secretária Margarete, tão querida e atenciosa comigo durante todo o curso.

Obrigada professor Kleber, meu orientador e guia humano para a execução deste trabalho. Um agradecimento muito especial para o coordenador do curso de Engenharia de Produção Alcides, que chegou na reta final, mas conquistou meu coração com seu maravilhoso dom de liderar e motivar. O senhor é alguém em quem me espelho. Obrigada também professores: Mário Celso, André Gabillaud e Herbert. Todos vocês fazem parte dessa conquista através de ensinamentos, incentivos, críticas e exigências cujo sentido real só hoje consigo entender.

**“Deus é a minha fortaleza e a minha
força, e Ele perfeitamente
desembaraça o meu caminho”
2º Samuel 22:33.**

RESUMO

As empresas estão adotando cada vez mais as ferramentas de gerenciamento, visando planejar e controlar todos os processos produtivos. Contudo, ainda existem as que são conduzidas sem o controle efetivo de suas operações. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou realizar o desenvolvimento de um modelo de planejamento de manutenção, como estudo de caso, nas estruturas metálicas da torre de perolação de ureia da FAFEN-SE. As práticas de manutenção foram realizadas através de um projeto implantado na fábrica, de forma que foi possível detectar problemas no processo. Para resolvê-los, foram utilizadas algumas ferramentas da qualidade e a aplicação do planejamento e controle da manutenção (PCM). Algumas análises foram realizadas a fim de conhecer o cenário antes da implantação do projeto. Efetivaram-se pesquisas de campo para analisar a real situação do local e entrevistas de colaboradores ligados ao processo. Os resultados da pesquisa foram satisfatórios para a organização porque proporcionaram ganhos de produtividade, redução de custos e fez surgirem novas diretrizes de metas produtivas.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção. Planejamento. Estrutura Metálica. Controle. PCP.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Escopo dos ativos da parada geral programada da FAFEN-SE	50
Tabela 02: Histórico de ocorrências de parada na unidade de uréia na FAFEN-SE	51
Tabela 03: Histórico de paralisações por falha nas estruturas da torre.....	52
Tabela 04: Histórico de paralisações por falha nas estruturas da torre.....	52
Tabela 05: Distribuição de mão de obra do projeto por mês	60
Tabela 06: Histórico de paralisação na torre de perolação após o projeto	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Escopo dos equipamentos da parada geral programada da FAFEN-SE	50
Quadro 02: Análise qualitativa das possíveis causa e efeito	54
Quadro 03: Plano de ação utilizando o 5W1H	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 01:Foto da FAFEN-SE	19
Figura 02: Evolução da manutenção	21
Figura 03: Tipos de manutenção	23
Figura 04: Resultados em função dos tipos de manutenção	27
Figura 05: Diagrama de rede PERT	29
Figura 06: Diagrama de rede CPM	30
Figura 07: Gráfico de Gantt	31
Figura 08: Etapas do ciclo de vida do projeto	34
Figura 09: Diagrama de causa e efeito	36
Figura 10: Fluxograma	37
Figura 11: Torre de perolação de uréia da FAFEN-SE	38
Figura 12: Esquema do processo de obtenção de uréia da FAFEN	39
Figura 13: Produto acabado (Uréia).....	40
Figura 14: Fluxograma de intervenções de Manutenção Programada na FAFEN-SE	46
Figura 15: Fluxograma de intervenções de Manutenção Não Programada na FAFEN-SE	47
Figura 16: Estruturas danificadas da torre de perolação	49
Figura 17: Diagrama de causa e efeito do problema.....	53
Figura 18:Tela de cadastramento do SAP/R3 – PCM	57
Figura 19: Cronograma do Projeto de Manutenção Corretiva Planejada	59
Figura 20: Serviços em andamento das estruturas metálicas	61
Figura 21: Serviço concluído nas estruturas metálicas da torre	63
Figura 22: Custos da manutenção do projeto	64
Figura 23: Discriminação dos custos da manutenção do projeto	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Gráfico de distribuição de mão de obra por período	61
Gráfico 02: Histórico de produção de ureia na FAFEN-SE	63

LISTA DE ABREVIATURAS

ENG MAN– Engenharia de manutenção

FAFEN-SE – Fábrica de Fertilizantes e Nitrogenados de Sergipe

GPI – Grupo de planejamento de intervenções

MI– Gerência de manutenção industrial

OM – Ordem de manutenção

PR– Gerência de produção

SAP/R3 – Sistema integrado de gestão

SP– Soprador de ar

TAG– nome endereçado a cada equipamento para sua identificação

TURCO– Dispositivo para manutenção de carga

SUMÁRIO

RESUMO.....	16
LISTA DE TABELAS E QUADROS	16
LISTA DE FIGURAS	16
LISTA DE GRÁFICOS	16
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Situação problema	17
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificativa.....	18
1.4 Caracterização da empresa	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 Evolução da Manutenção	20
2.2 Estratégia da Manutenção	22
2.3 Tipos de Manutenção.....	22
2.3.1 Manutenção corretiva não planejada.....	23
2.3.2 Manutenção corretiva planejada	24
2.3.3 Manutenção preventiva.....	24
2.3.4 Manutenção preditiva.....	25
2.3.5 Manutenção detectiva	26
2.3.6 Engenharia de manutenção.....	26
2.4 Planejamento da Manutenção Industrial	27
2.4.1 PERT / CPM.....	28
2.4.2 Gráfico de Gantt	30
2.5 Sistema Informatizado de Manutenção	32
2.6 Projeto	32
2.7 Ferramentas de Gerenciamento de Melhoria Contínua	31
2.7.1 Gráfico de colunas	31
2.7.2 Diagrama de causa e efeito	31
2.7.3 5W2H	32
2.7.4 Fluxograma	33
2.8 Equipamento e Processo	34
2.8.1 Torre de perolação de uréia	34
2.8.2 Processo de uréia	35
2.8.3 Corrosão em estrutura metálica e pintura industrial	37
3 METODOLOGIA	43
3.1 Coleta de Dados	44
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
4.1 Obtenção dos Dados para Análise	45

4.2 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito e do 5W2H.....	53
4.3 Aplicação do Projeto de Manutenção Corretiva Planejada	58
4.4 Gerenciamento do Projeto.....	58
4.6 Resultados	61
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS.....	64
ANEXOS	70
Anexo A: Cronograma do projeto elaborado no software MS Project	71

1. INTRODUÇÃO

O nicho industrial tem se modernizado constantemente. Em consequência, as empresas investem na mecanização de suas atividades e utilizam-se de equipamentos mais modernos com sistemas de alta complexidade disponíveis no ambiente mercadológico. Esses equipamentos são criados com o intuito de atender às expectativas das unidades fabris que, nesse cenário extremamente competitivo, imprimem seus recursos para alcançarem maiores metas produtivas e mais lucrativas.

Dessa forma, é de vital importância que as unidades estejam funcionando, sem paradas indesejáveis que impactam diretamente nos custos e na segurança operacional da planta. Não sem motivos, a manutenção dos ativos de uma unidade de produção deve ser realizada de forma programada, pois, assim, proporcionará melhores níveis de disponibilidade dos equipamentos e das instalações. Desse modo, a planta industrial receberá diversos benefícios como: maior confiabilidade dos equipamentos, aumento de produção, redução dos custos e, conseqüentemente, maximização dos lucros.

Portanto, as organizações estão investindo mais no planejamento e controle da manutenção - PCM. A prática dessa ferramenta envolve o estabelecimento de metas e dos meios necessários para atingi-las. Trata-se de um processo de tomada de decisão cuja aplicação proporciona algumas melhorias para o projeto de manutenção, tais como: possibilidade de visualização sistêmica, melhoria na comunicação entre setores envolvidos e minimização das incertezas no processo.

A introdução do planejamento e controle da manutenção deve ser bem gerenciada, através de conhecimento de métodos e sistemas de planejamento que possibilitem controlar os ativos de maneira eficaz, para garantir o tempo ideal de parada dos equipamentos da planta, sem acarretar elevados impactos financeiros.

Nesse sentido, faz-se necessário que as organizações adotem estratégias e planejamentos adequados para seu cenário. Isso permite prévia detecção das situações desfavoráveis e, então, materializa tanto uma maior agilidade nas decisões, quanto uma maior produtividade e redução de custos.

1.1 Situação Problema

Na FAFEN-SE, ocorrem diversos desvios na aplicação do planejamento e controle da manutenção. Um exemplo encontra-se nas estruturas metálicas da torre de perolação de ureia, responsável pela etapa final do processo de obtenção de uréia, o produto de maior demanda de mercado. Por isso, não é possível permanecer com o equipamento parado por muito tempo, devido aos impactos financeiros que a fábrica tende a sofrer.

Como a ureia é um produto com alto grau de corrosão, é imprescindível que seus equipamentos e instalações sejam preservados periodicamente. Porém, foi verificado, através de visitas *in loco*, que a torre possuía grande parte de suas estruturas metálicas danificadas, muitas delas com nível de corrosão elevada.

Por outro lado, a equipe de produção e de manutenção da FAFEN-SE observou que não havia um plano de manutenção. Por causa disso, já que a fábrica é obrigada a parar a planta de maneira não programada, perde a disponibilidade do processo, reduz a produtividade e sofre com a queda no faturamento. Desse modo, a questão norteadora do presente estudo é: Qual a estratégia de manutenção a ser adotada para garantir a disponibilidade de utilização das estruturas metálicas da torre de perolação de uréia na FAFEN-SE?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar qual a melhor estratégia a ser aplicada no planejamento e controle da manutenção das estruturas metálicas da torre de perolação de uréia na Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados de Sergipe (FAFEN-SE).

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos para concretização do objetivo geral deste trabalho são:

- Mapear o atual processo de manutenção utilizado na fábrica.
- Caracterizar os impactos ocasionados pela ausência do plano de manutenção nas estruturas metálicas da torre de perolação de ureia.
- Elaborar proposta de melhor controle das manutenções realizadas nas estruturas metálicas na torre de perolação de ureia.

1.2.3 Justificativa

Os ativos de uma planta industrial requerem um maior controle das suas manutenções. Saber quando e como realizar a adequada manutenção em uma planta é fundamental para otimizar o processo de produção em uma unidade fabril, visto que toda intervenção não planejada acarreta custos mais elevados. Na FAFEN-SE, a torre de perolação de ureia não possui um plano de manutenção para as estruturas metálicas. Dessa forma, esse equipamento já causou diversos impactos em termos operacionais e financeiros para a empresa.

O fator que justifica este trabalho é a necessidade de as estruturas metálicas da torre de perolação de ureia estarem inseridas em um plano de manutenção periódica. Assim, este estudo busca mostrar, através de uma análise, qual a melhor estratégia de manutenção a ser aplicada nessas estruturas, de modo que proporcione a minimização das intervenções indesejadas, a maximização da produção e a redução dos custos não planejados.

1.2.4 Caracterização da Empresa

No dia 4 de janeiro de 1982, na cidade de Laranjeiras, foi inaugurado um novo complexo industrial no Estado de Sergipe: a Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados de Sergipe (FAFEN-SE). Hoje, ela é uma das unidades da Petrobrás que unifica o segmento de Gás e Energia. Seu projeto da planta foi desenvolvido nos Estados Unidos.

A Figura 01 demonstra uma vista aérea da organização, tanto da área administrativa, quanto da área operacional.

Figura 01: Foto da FAFEN-SE

Fonte: Santos (2007, p. 46-47)

A empresa produz quatro produtos distintos: amônia, ureia, reforço-N e gás carbônico. A capacidade média de sua produção é de 1250 toneladas de amônia e 1800 toneladas de ureia, 50 toneladas de gás carbônico e 1233 toneladas de reforço-N por dia. Atualmente, a empresa possui um número total de colaboradores de 1.181, sendo 400 funcionários próprios e 781 funcionários terceirizados.

A FAFEN está em constante e próspero crescimento e implantando projetos de melhorias contínuas. Esta fábrica possui o mérito de ter sido a primeira obra da Petrobrás a implantar o controle de qualidade total (TQC). Atualmente, a FAFEN-SE é responsável por 10% da produção de fertilizantes no mercado nacional; os outros 90% são recebidos de outros países. Porém, outras unidades de fertilizantes do grupo Petrobrás estão sendo implantadas no país, a fim de suprir a necessidade do mercado brasileiro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Evolução da Manutenção

De acordo com Pinto e Ribeiro (2002, p. 5), a partir da década de 30, a manutenção se dividiu em quatro gerações. A primeira geração ocorreu antes da Segunda Guerra Mundial, tempo em que a indústria era pouco mecanizada e as manutenções, corretivas não planejadas, limitavam-se somente à limpeza, lubrificação e reparos das máquinas. Essas ações eram realizadas após a quebra dos equipamentos, porque não havia uma manutenção sistematizada.

Esses mesmos autores afirmam que a segunda geração ocorreu entre os anos 50 a 70, ou seja, logo após a Segunda Guerra Mundial. Para atender à demanda de maquinários e equipamentos gerados pela própria guerra, tornou-se necessário investir em manutenção preventiva, com intuito de a produção não ser interrompida. Assim, com a visão de que as falhas podem ser evitadas, a manutenção deixou de ter um conceito de reparação e passou a ser planejada.

Para Pinto e Xavier (2009, p. 4), a terceira geração ocorreu na década de 70. Nesse período, houve quebras de paradigmas, a utilização do sistema *Just in time* uma aceleração considerável no processo de mudança de manutenção nas indústrias. Também o crescimento na automação – maior presença de máquinas na produção industrial - que é mecanização, indica a necessidade cada vez maior da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

Os autores afirmam também que, na terceira geração, com o avanço na informática, a manutenção recebeu uma melhoria considerável. Neste momento, passaram a ser utilizados computadores com *softwares* desenvolvidos para a elaboração, acompanhamento e controle do planejamento das manutenções.

Ainda segundo esses mesmos pesquisadores, nessa fase as áreas de engenharia, manutenção e operação atuavam de forma interligada, a fim de proporcionar uma maior confiabilidade para o projeto.

Ainda de acordo com Pinto e Xavier (2009, p. 4-6), a quarta geração tem o objetivo de praticar uma metodologia de análise de falhas, com o intuito de permitir

uma confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e minimizar as intervenções na planta.

É certo que essa geração foi marcada não só pela minimização das manutenções preventivas e corretivas não planejadas, como pela maximização das manutenções preditivas com base no monitoramento e desenvolvimento de projetos voltados para a confiabilidade, custo e ciclo de vida (fases de um projeto).

A Figura 02 serve para mostrar a evolução dessas quatro gerações supracitadas, desde 1940 a 2010.

Figura 02: Evolução da manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Ano				
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo-benefício • Preservação do meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos
Visão quanto à falha do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5
Mudança nas técnicas de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades voltadas para o reparo 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção Preventiva (por tempo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da condição • Manutenção Preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Grupos de trabalho multidisciplinares • Projetos voltados para a confiabilidade • Contratação por mão de obra e serviços 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição • Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada • Análise de Falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Engenharia de Manutenção • Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e Custo do Ciclo de Vida. • Contratação por resultados

Fonte: Pinto e Xavier (2009, p. 5)

2.2 Estratégias da Manutenção

Pinto e Xavier (2009, p. 9) afirmam que a estratégia de manutenção deve ser para uma organização um processo produtivo fundamental e proativo, extremamente importante para que uma empresa possa atingir o rumo empresarial.

Na visão atual, a manutenção existe para que não haja manutenção; estamos falando de manutenção corretiva não planejada. Isso acontece paradoxal à primeira vista mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não corrigi-las. Pinto e Xavier (2009, p. 9)

Na visão de Pinto e Xavier (2009, p. 10-11), a mudança estratégica da manutenção proporciona diversos resultados positivos para a empresa, tais sejam: aumento da disponibilidade, do lucro no faturamento, da segurança pessoal e das instalações. Também advêm a redução da demanda de serviços, a redução de custos, entre outros. O autor complementa dizendo que não basta somente reparar instalações ou equipamento de uma planta de maneira rápida e eficiente. É preciso mantê-los operando e somente realizar paradas programadas.

Branco Filho (2008, p. 5-6) afirma que são diversas as maneiras de aplicar as estratégias de manutenção. As mais usadas são: capacitação de equipes, capacitação das instalações, técnicas de melhorias na manutenção, estratégias de uso de manutenções corretiva planejada, preventiva, preditiva entre outros. O melhor rendimento é analisar cada para aplicar devidamente qualquer uma dessas estratégias citadas.

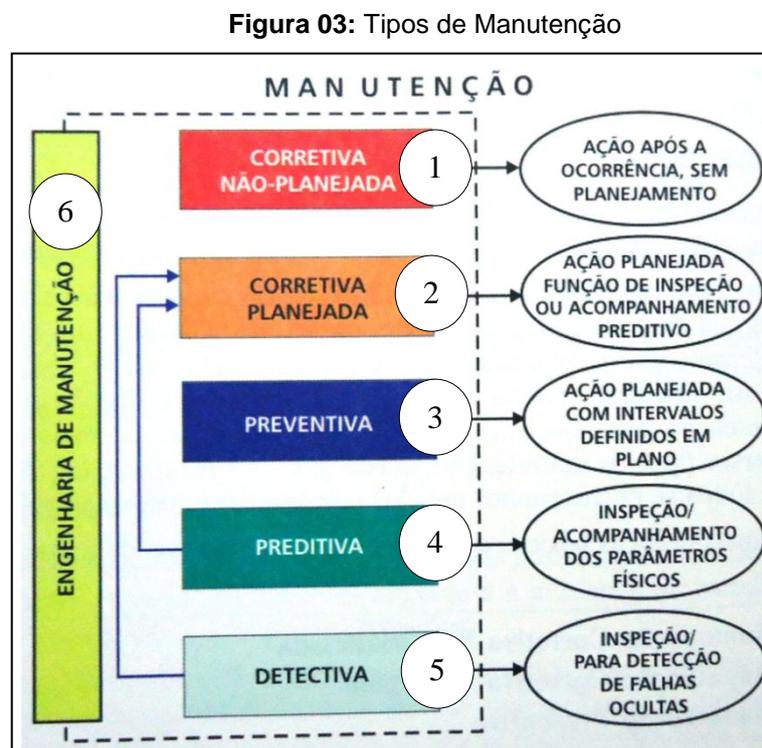
2.3 Tipos de Manutenção

Pinto e Xavier (2009, p. 37), afirmam que atualmente existem seis tipos de manutenção, quais sejam:

- Manutenção Corretiva não planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;

- Engenharia de Manutenção.

Viana (2002, p. 23) afirma que é primordial, antes de realizar uma intervenção em equipamentos, sistemas ou instalações, avaliar que tipo de manutenção será efetivado, a depender das necessidades de cada situação. Na Figura 03, são mostrados os seis tipos de manutenção. Cinco deles estão interligados com a engenharia da manutenção. Cada manutenção possui uma definição específica, descrita nas elipses desta mesma figura.



Fonte: Pinto e Xavier (2009, p. 38)

2.3.1 Manutenção corretiva não-planejada

Pinto e Xavier (2009, p. 39) afirmam que a manutenção corretiva não planejada, também chamada de emergencial, caracteriza-se por atuar em um fato já ocorrido. É a correção de uma falha de forma aleatória, sem haver tempo hábil para que se realize um planejamento prévio dos serviços. Tal tipo de manutenção é muito comum em empresas que não possuem uma estratégia de manutenção bem definida.

De acordo com Viana (2002, p. 29) a manutenção corretiva não planejada deve ser imediata para ,assim, minimizar as consequências sobre os instrumentos de produção, sobre a segurança do trabalhador e do meio ambiente. O autor afirma ainda que, por tratar-se de quebras inesperadas de equipamentos ou sistemas, esse tipo de manutenção acarreta altos custos para a organização, perda de produção e redução da qualidade do produto.

2.3.2 Manutenção corretiva planejada

Segundo Pinto e Xavier (2009, p. 38), a manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho que se encontra menor do que a meta almejada ou a correção de uma falha em um equipamento, máquina ou sistema operacional. A interrupção desses equipamentos será definida através de uma decisão gerencial, baseada em duas opções: operar até que ocorram falhas ou paralisar no momento ideal para a organização.

Para esses mesmos autores, esse tipo de manutenção também pode ser realizado em função de um acompanhamento preditivo, pois permite um possível planejamento da manutenção, proporciona um menor custo e maior rapidez para a organização, além de promover uma melhor qualidade no serviço.

De acordo com Siqueira (2005 p. 11-13), esse tipo de manutenção é caracterizado por um menor tempo de reparo, melhor disponibilidade dos recursos e, conseqüentemente, uma menor perda de produção. Isso ocorre devido à realização de um planejamento prévio antes da intervenção na planta.

2.3.3 Manutenção preventiva

Segundo Branco Filho (1996, p. 66), a manutenção preventiva é caracterizada por serviços realizados em máquinas, equipamentos ou instalações que não estejam com falha. Ou seja, eles se encontram em condições operacionais, diferentemente das manutenções corretivas: não planejada e planejada. Esse tipo de manutenção é efetuado em períodos predeterminados e é baseado na execução de diversas atividades com intervalos de tempo bem definidos entre uma e outra.

Segundo Pinto e Xavier (2009, p. 43-44), antes de adotar a manutenção preventiva alguns fatores devem ser levados em consideração: aplicar somente

quando não for possível realizar a manutenção preditiva, ou quando surgir uma oportunidade de um determinado equipamento, por este ser de difícil liberação operacional, ou ainda quando surgirem riscos ao meio ambiente, à segurança humana ou até mesmo à instalação.

Para esses mesmos autores, algumas desvantagens existentes na manutenção preventiva são os defeitos introduzidos nos equipamentos devido a: falha humana, contaminação do óleo, danos nas partidas e paradas, erros na execução de procedimentos, entre outras.

Eles expõem também algumas vantagens oferecidas por esse tipo de manutenção. Uma delas é a previsibilidade que se pode ter antes de se comprar materiais e sobressalentes dentro da organização, devido ao tempo que se tem para efetuar a troca das peças de reposição. Ou seja, é possível realizar um plano de compra. Outra vantagem é o conhecimento prévio das ações a serem tomadas; isso torna possível gerenciar as atividades e os recursos para um planejamento eficaz.

2.4.4 Manutenção preditiva

Conforme Branco Filho (1996, p. 66), a manutenção preditiva é caracterizada por ser um conjunto de tarefas de manutenção preventiva, que tem como objetivo prever possíveis falhas dos equipamentos, máquinas ou instalações, antes mesmo que eles surjam. Esse tipo de manutenção ocorre em intervalos predeterminados e é realizado durante a operacionalização da planta.

Pinto e Xavier (2009, p. 44) afirmam que devem ser gerados relatórios baseados em análise preditiva, para que seja possível uma tomada de decisão. Na indústria, as análises preditivas de equipamento mais comuns são: análise de vibração, análise de óleos, ensaios por ultrassom, e termografia. Essas análises proporcionam subsídios para determinar os problemas de falhas nos equipamentos, através da investigação realizada na análise de falha que melhor se aplique à necessidade de cada caso específico.

Na visão desses mesmos autores, a mão de obra a ser utilizada nas análises preditivas deve ser qualificada, para que o diagnóstico seja seguro, pois é comum em algumas empresas existirem coletas de dados e registros imprecisos. Quando isso ocorre, as ações de intervenção se tornam falhas. A manutenção

predictiva é considerada a que melhor oferece resultados para produção, por minimizar o número de interrupções nas plantas.

2.3.5 Manutenção detectiva

Conforme Pinto e Xavier (2009, p. 44) a manutenção detectiva prevê falhas ocultas não percebidas facilmente. A equipe de operadores, normalmente, não consegue identificar essas falhas. Mas, como a automatização está presente nas plantas industriais, com Instrumentação, computadores e controle de processos, torna-se possível a identificação de falhas que não são perceptivas, o que gera um melhor gerenciamento dos sistemas.

Ainda na concepção desses mesmos autores, uma das maiores vantagens que a manutenção detectiva permite é a verificação no sistema ou até mesmo algumas correções de falhas com os equipamentos em operação, sem a necessidade de paralisação da planta.

De acordo com Pinto e Xavier (2009, p. 48), “No caso de plantas de processo contínuo, como indústrias químicas, petroquímicas, fábricas de cimentos e outras a intervenção na planta ou unidade específica é feita em períodos previamente programados, que são paradas de manutenção”. Portanto, o desgaste natural, decorrente do tempo, nos equipamentos e instalações da planta reduz o índice de confiabilidade operacional.

2.3.6 Engenharia de manutenção

Segundo Branco Filho (1996, p. 37), na engenharia de manutenção ocorre uma quebra de paradigma, mas surge um choque cultural na história das manutenções que, por sua vez, está dedicada a consolidar rotinas e implantar melhorias.

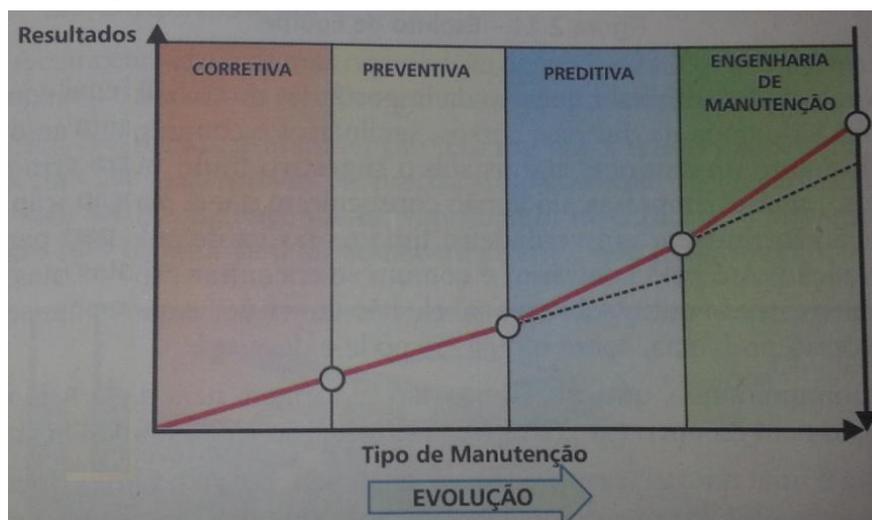
Pinto e Xavier (2009, p. 42) afirmam que essa manutenção possui algumas atribuições como: implantar novas práticas, adequando-as para cada tipo de manutenção; desenvolver novos métodos de realizar os serviços e controles mais eficazes; modificar situações constantes de mau desempenho; desenvolver a manutenibilidade; minimizar o número de retrabalhos; eliminar problemas crônicos;

melhorar capacitação do pessoal; zelar pela documentação técnica; acompanhar os indicadores; aumentar a disponibilidade; aumentar a confiabilidade.

Dessa forma, os autores concluem afirmando que uma organização que pratique essas atribuições consegue maior disponibilidade dos equipamentos, máquinas e instalações na planta, pois haverá uma redução de quebras e interrupções. Então, a engenharia de manutenção, responsável pela gestão do processo de manutenção, busca a melhoria contínua na eficiência desse processo.

A Figura 04 mostra que as técnicas preditivas, detectivas e as da engenharia da manutenção passaram a ser adotadas com maior frequência. Essa evolução permite visualizar que, à medida que as melhores técnicas estão sendo introduzidas, vão-se adquirindo resultados mais satisfatórios tais como: antecipação às falhas, maior confiabilidade operacional e minimização de perdas de produção.

Figura 04: Resultados em Função dos Tipos de Manutenção



Fonte: Pinto e Xavier (2009, p. 51)

2.4 Planejamento da Manutenção Industrial

De acordo com Pereira (2010, p.44 a 46), planejar é elaborar ou criar um plano ou um esquema para agir antecipadamente e evitar imprevistos. Um planejamento está relacionado com as estratégias das organizações, de maneira que as melhores ações serão escolhidas para atuar conforme a necessidade da empresa no momento ideal:

A palavra “Planejamento” lembra pensar, criar, moldar ou mesmo tentar controlar o futuro da organização dentro de um horizonte estratégico.

Podemos dizer que Planejamento pode ser o processo formalizado para gerar resultados a partir de um sistema integrado de decisões. (PEREIRA, 2010, p.44).

Segundo Branco Filho (1996, p. 81), o planejamento da manutenção é uma análise que apresenta sequenciados métodos de trabalho, define os materiais a serem utilizados e sobressalentes, atua como ferramenta que se resume à tomada de decisões, antes que sejam executadas, e são ações preestabelecidas.

Para Pinto e Xavier (2009, p. 61), os benefícios do planejamento para um projeto de manutenção são diversos: agilidade de decisões, otimização da alocação de recursos, detecção prévia de situações adversas, criação de dados históricos e melhor acompanhamento das manutenções.

Para Prado (1998, p. 40), o planejamento é uma fase do projeto que envolve a construção de um plano para chegar a um objetivo. É um processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e, então, necessita de um controle para ser efetivo e eficaz.

Para esse mesmo autor, o planejamento é importante para o projeto, por atuar em diversos aspectos como: aumento da transparência dos processos; eliminação de problemas que ocasionam a baixa produtividade; melhoria na comunicação entre os diversos níveis gerenciais, entre outros.

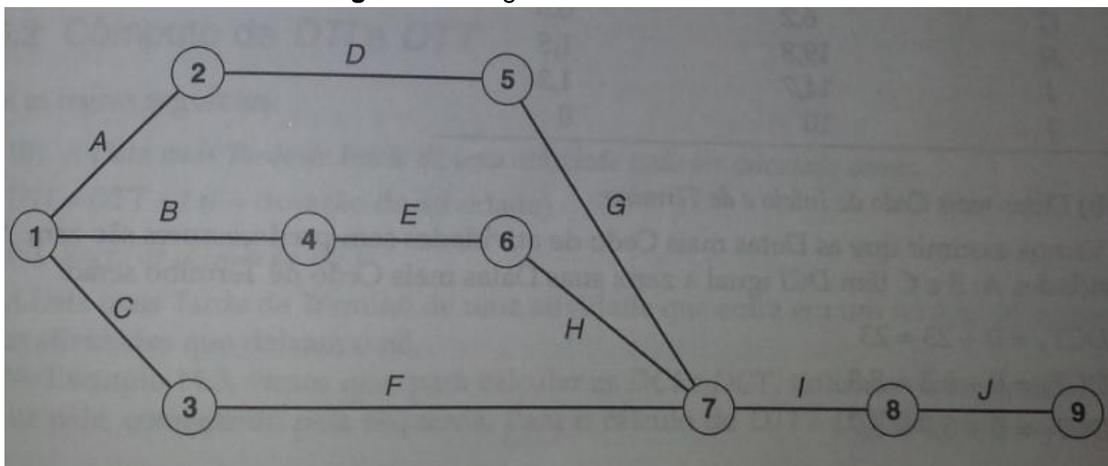
2.4.1 PERT / CPM

Conforme Pinto e Xavier (2009, p. 99), PERT/COM, modelos de planejamento, surgiram no final dos anos de 1950. O PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) foi criado para a marinha americana, por duas empresas chamadas Bozz-Allen and Hamilton. Esse desenvolvimento proporcionou à empresa solicitante uma redução de tempo de execução do projeto, de cinco para três anos.

Para esses mesmos autores, o desenvolvimento do CPM (*Critical Path Method*) ocorreu através de consultores da *Remington Rand Univac*, que atenderam aos pedidos da empresa *Du Pont Corporation*. Esses consultores desenvolveram técnicas de programação para serem aplicadas nas manutenções de fábricas. O objetivo principal do desenvolvimento dessas duas técnicas era realizar um planejamento e o controle da execução de um projeto, de maneira que os prazos e os custos previstos fossem cumpridos.

Para Moreira (2009, p. 400-402), o PERT/CPM é uma técnica usada para determinar o tempo de execução do projeto. É uma representação gráfica, formada por círculos ou retângulos, que são os nós ou eventos que representam o número sequencial das atividades. Esses nós são interligados por setas orientadas. As setas são as atividades, que podem ser realizadas uma após a outra, ou em paralelo, a depender da necessidade, conforme mostrado na Figura 05. Nela, os nós iniciam-se em 1 e finalizam em 8 e as tarefas são representadas pelas letras de A a H.

Figura 05: Diagrama de Rede PERT

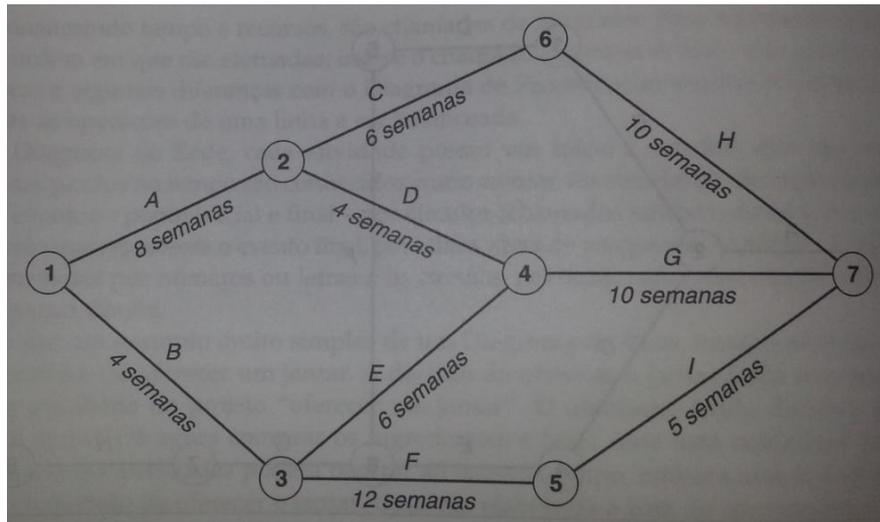


Fonte: Moreira (2009, p. 401)

Na concepção desse mesmo autor, o *Critical Path Method* (CPM) é uma técnica de programação. Assim como o PERT, sua representação também gráfica, é representada através do método americano, composto por uma rede de blocos que indicam as atividades e suas durações interligadas por setas, que indicam os vínculos entre as atividades.

Moreira (2009, p. 401) afirma que, após a análise das dependências dessas tarefas, é possível visualizar o caminho crítico do projeto, também chamado de caminho mais longo. Esse percurso está relacionado com as tarefas que não possuem folga, ou seja, que a folga é zero. O caminho crítico deve ser observado com muita atenção, visto que se uma tarefa do caminho crítico atrasar, simultaneamente estará comprometendo a data de término do projeto.

A Figura 06 é de um diagrama de rede CPM, com suas atividades sendo sequenciadas através de setas e seu tempo descrito para cada uma delas.

Figura 06: Diagrama de Rede CPM

Fonte: Moreira (2009, p. 402)

Para Moreira (2009, p. 403-405), as redes PERT/CPM proporcionam a um projeto uma visão sistêmica de seus processos. Sua utilidade é absorvida desde o chão de fábrica até o balcão de vendas. Um projeto denomina essa representação gráfica como rede. Essa técnica garante um melhor gerenciamento do projeto, além de uma tomada de decisão mais segura. As atividades são interligadas, umas predecessoras das outras, mesmo que se iniciem ou terminem juntas.

Para esse mesmo autor, o objetivo principal dessa rede é analisar: prazos, recursos humanos ou de materiais, riscos, custos e possíveis melhorias. Para isso ocorrer, é necessário que o projeto esteja sempre atualizado, com os dados reais. As técnicas PERT / CPM oferecerão informações para o projeto como: caminho crítico, folga máxima, prioridade de serviços, entre outros.

2.4.2 Gráfico de Gantt

Na concepção de Mattos (2010, p.203), o gráfico de Gantt é um gráfico de barras, que representa as diversas etapas de um projeto em intervalos de tempo, apresentando o início e o fim de cada tarefa. Nele são representadas, à direita, as barras, demonstrando uma escala de tempo. Já à esquerda, visualizam-se as atividades descritas para o projeto, conforme ilustrado na Figura 07. Esse autor afirma que o gráfico de Gantt recebeu tal nome em homenagem ao engenheiro Henry Gantt, que introduziu essa ferramenta como controle de produção na construção de um navio no século XX.

Figura 07: Gráfico de Gantt



Fonte: Prado (1998, p. 27)

Prado (1998, p.26) afirma que o gráfico de Gantt também pode ser chamado de gráfico de barras. Para a sua execução, é necessário inicialmente o levantamento de todas as tarefas que irão compor um determinado projeto. Em seguida, as tarefas devem ser ordenadas de maneira sequencial.

Na elaboração do gráfico de Gantt, as tarefas devem obedecer a uma ordem de tarefas predecessoras, que são as atividades que dependem de outras para acontecer. Nele também é necessário definir a duração de cada tarefa e, por fim, ajustar calendário com dias úteis e as folgas, que são os finais de semana, férias e feriados para o projeto.

Esse mesmo autor enfatiza que o gráfico de Gantt possui uma linha de base, representada por barras horizontais, que permite comparar o que foi previsto no projeto com o que foi realizado. Essa linha de base, tanto pode ser para todo o projeto como para atividades específicas, já que retrata o que foi planejado para a execução do projeto.

2.5 Sistema Informatizado de Manutenção

Branco Filho (2008, p. 117-120) afirma que uma manutenção é considerada eficiente quando possui seus trabalhos bem planejados e controlados. Por isso é indispensável a utilização de sistemas de controle de informações, os quais, por sua vez, são realizados basicamente de três maneiras: manual, semi-

informatizado ou totalmente informatizado. Todavia, devido ao volume de informações a serem processadas, torna-se necessário um planejamento e controle da manutenção com o auxílio de *software*, ou seja, com o apoio de um sistema informatizado.

Para este mesmo autor a utilização do computador integra as informações de maneira rápida e eficaz tendo em vista que se passa a ter um controle efetivo desde o cadastro dos dados até a análise dos relatórios.

O PMBOK (2008, p. 59-61) afirma que a maneira de acompanhar e avaliar um projeto é através do controle e monitoramento como: progresso, previsões, relatórios de status, relatórios de desempenho (cronograma, custo, recursos, qualidade de risco) entre outros. Desse modo, é possível identificar o desempenho do projeto, permitindo a realização de ações prévias em antecipação a possíveis problemas.

Branco Filho (2008, p. 122-127) complementa dizendo que o sistema informatizado de manutenção é uma ferramenta de gerenciamento. Os *softwares* tanto podem ser comprados no mercado como também desenvolvidos para a empresa. Essa questão depende de cada organização. Ao implantar o *software* é necessário implantá-lo adequadamente seguindo as atividades básicas: treinamento da equipe, formação de banco de dados, elaboração de procedimentos gerais e operação do sistema.

O autor afirma ainda que o controle informatizado proporciona para a empresa benefícios como: simplicidade operacional, confiabilidade dos dados. E ainda permite levantamento de dados, integra os serviços e, conseqüentemente, interliga diversos setores da empresa.

2.6 Projeto

Segundo Prado (1998 p. 16), um projeto é um empreendimento único e temporário, que possui o intuito de criar um produto, serviço ou resultado e apresenta início e fim bem definidos. É formalmente organizado, congrega e aplica recursos, visando o cumprimento de objetivos pré-estabelecidos. Como o projeto é sempre exclusivo pode haver incertezas em seu desenvolvimento.

“O gerenciamento de um projeto, está relacionado com aplicação de conhecimento, habilidade, ferramenta e técnicas às atividades do projeto com o

objetivo de atender aos requisitos do projeto”. PMBOK (2008, p.6). Para o autor, esse gerenciamento é realizado através da aplicação de 5 grupos de processos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento.

Para Prado (1998, p. 19), “os aspectos quantitativos do projeto podem ser avaliados em três partes: custo, tempo e recurso. O custo está relacionado aos aspectos financeiros do projeto. O tempo está direcionado aos prazos das tarefas descritas para chegar ao objetivo final; essas tarefas são sequenciadas baseando-se na data de início e término e devem obedecer aos períodos de folga. E, por último, o recurso deve ser redistribuído conforme necessidade do projeto, podendo ser manual ou através do computador, a depender do tamanho do projeto”.

Segundo PMBOK (2008, p. 16-17), os projetos variam em extensão; porém, independente disso, todos possuem as fases: início, organização e preparação, execução do trabalho e, por último, o encerramento. Essa sequência compõe o ciclo de vida do projeto, proporciona-lhe uma estrutura padrão para o gerenciamento, independente da sua natureza.

O autor enfatiza ainda que é comum a alta administração das organizações utilizar as etapas do ciclo de vida do projeto, para fazer comparações com outros projetos; embora eles sejam distintos, em sua natureza eles são semelhantes.

Na concepção de Vargas (2009, p. 11-12), na fase inicial, o ciclo de vida de um projeto apresenta a identificação de uma necessidade. Ele nasce porque organizações ou pessoas estão dispostas a investir em um projeto a partir da identificação da necessidade de um cliente. Na segunda fase, tem-se a organização e a preparação. É a etapa de desenvolvimento do projeto, onde diversas propostas são apresentadas para o cliente, a fim de ser escolhida a que melhor se adequa àquela necessidade ou realidade.

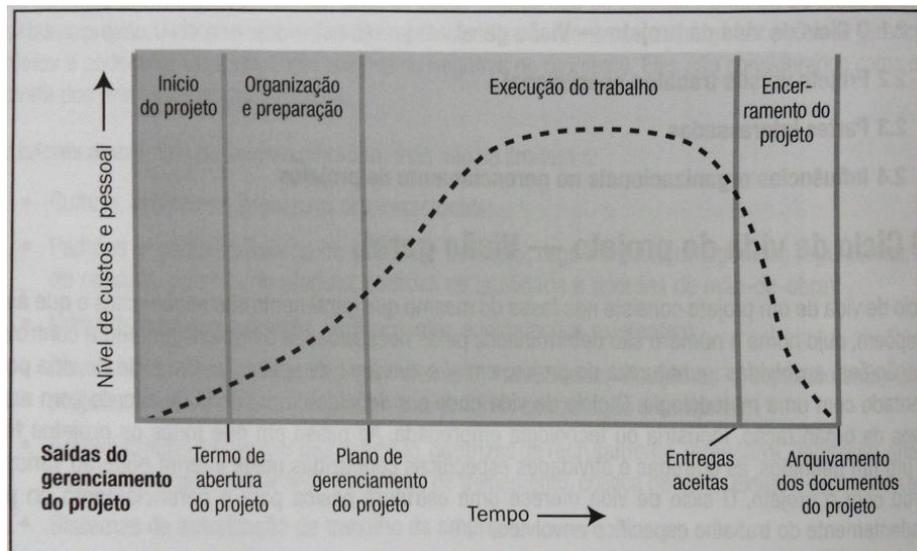
Ainda segundo esse autor, a terceira etapa conhecida como execução, inicia-se quando já se tem definida a solução proposta. É nessa fase que se encontra o planejamento que, diante das necessidades, estará buscando elaborar alternativas a fim de atender à necessidade inicial do projeto. Para auxiliar a elaboração do planejamento, existem diversas ferramentas que permitem aos gerentes de projetos acompanharem-lhe o andamento.

Para Gido e Clements (2011, p. 26), as técnicas mais conhecidas para planejar, programar e controlar um planejamento são: O PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o CPM (*Critical Path Method*).

Por fim, encontra-se a fase final do projeto que é a conclusão de seu ciclo de vida. Nessa fase, é importante avaliar o desempenho do projeto, para que se possa aplicar os bons resultados e eliminar os aspectos negativos em projetos futuros. Nessa fase, é sempre importante a obtenção do *feedback* dos executantes e clientes do projeto. Na Figura 08 estão mostradas todas essas fases descritas no projeto.

Constata-se que a curva do ciclo de vida do projeto representa a evolução do nível de custos e pessoal ao longo do tempo. O ponto máximo dessa curva significa o nível mais alto de custo, a partir do qual os custos tendem a declinar até o final do projeto.

Figura 08: Etapas do Ciclo de Vida do Projeto



Fonte: PMBOK (2008, p. 16)

2.7 Ferramentas de Gerenciamento de Melhoria Contínua

2.7.1 Gráfico de colunas

Nazareth (2003, p. 62-63) afirma que o gráfico de colunas é uma ferramenta em forma gráfica, composto por colunas verticais, no qual é representada a variação de dados em um período de tempo, a fim de apresentar comparações

entre si. As colunas devem possuir a mesma largura e a distância entre elas deve ser constante.

Essa mesma autora afirma que existem alguns subtipos de gráficos de colunas: colunas agrupadas, colunas empilhadas, coluna 3D, entre outros. A utilização de cada um deles irá depender da necessidade.

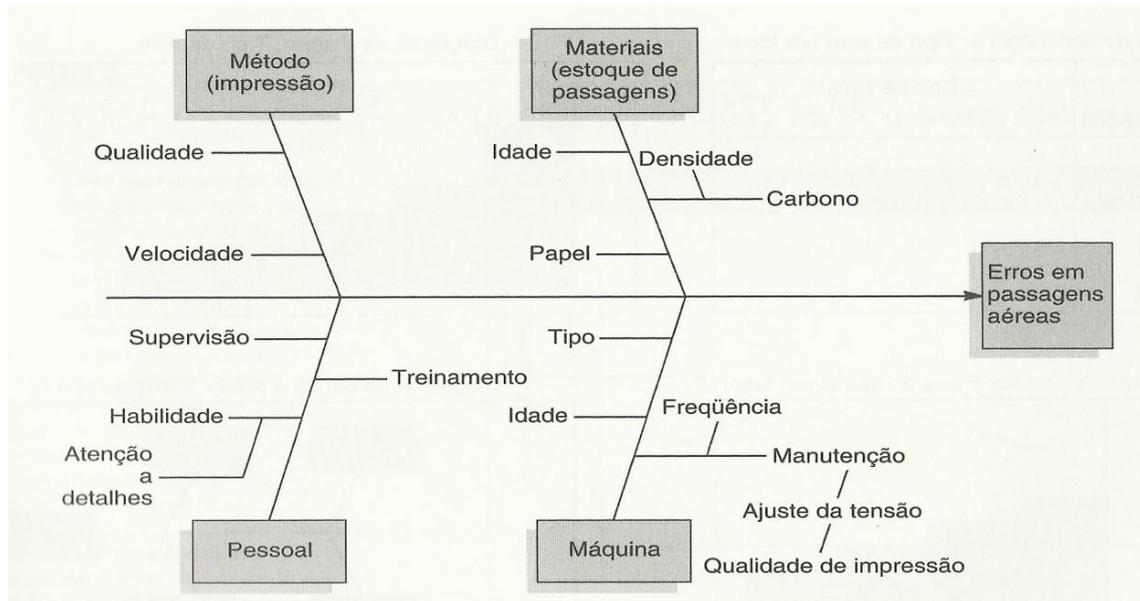
Ela reitera ainda que as colunas agrupadas podem ser utilizadas quando há necessidade de comparar valores entre categorias. As colunas empilhadas podem ser usadas quando houver várias séries de dados e for necessário enfatizar o total. Nas colunas 3D, são usados três eixos: horizontal e profundidade, no qual são comparados os dados, e no eixo vertical em que são exibidos os valores. Independente do subtipo, o gráfico de colunas mostra comparações entre dados individuais em um período de tempo.

2.7.2 Diagrama de causa e efeito

Segundo Miguel (2001, p. 140), o diagrama de causa e efeito é uma representação gráfica que pode ser utilizada para fazer a relação entre um efeito e suas diversas possibilidades de causas, para solucionar um determinado problema. Ele também pode ser chamado de Diagrama de Ishikawa, ou espinha de peixe.

Marshall Junior (2006, p. 100) enfatiza que esse diagrama possui um 6 grupos de categorias: Método, Mão de obra, Meio ambiente, Material, Medida e Máquina. Para realizar a montagem do gráfico, é necessário atender alguns requisitos: primeiramente é preciso identificar o problema a ser estudado, depois conhecer o processo, em seguida listar a causa agrupando a sua devida categoria, e por último é imprescindível fazer uma relação de todas as causas, informando o porquê de sua existência dentro do processo.

Stevenson (2001, p. 381) mostra na Figura 09, um diagrama com quatro grupos de causa: método, materiais, pessoal e máquina, para um único efeito que são os erros de passagens aéreas. O principal objetivo dessa ferramenta é estratificar essas causas para que se possa gerar uma solução para o problema.

Figura 09: Diagrama de causa e efeito

Fonte: Stevenson (2001, p. 381)

2.7.3 5W1H

Segundo Marshall Junior (2006, p. 100), esta é uma ferramenta que contribui diretamente para a elaboração de planos de ação no processo, após a identificação de falhas. O nome 5W1H se refere à primeira letra em Inglês de cada uma das perguntas elaboradas: *why* (por que), *what* (o que), *where* (Onde), *when* (quando), *who* (quem) e *how* (como). A ferramenta tem como objetivo mapear atividades e contribuir a para elaboração de planos de ações, de modo que apresenta a definição de responsabilidades, objetivos, recursos associados e prazos e como deverão ser realizadas as ações para que se alcance o plano para o qual foi organizado.

O autor enfatiza ainda que, antes da aplicação da ferramenta, é necessário levar em consideração a certeza de que as ações serão aplicadas nas causas e não no efeito. Caso essa ação não solucione o problema, será necessário gerar outra ação, até que o problema seja sanado.

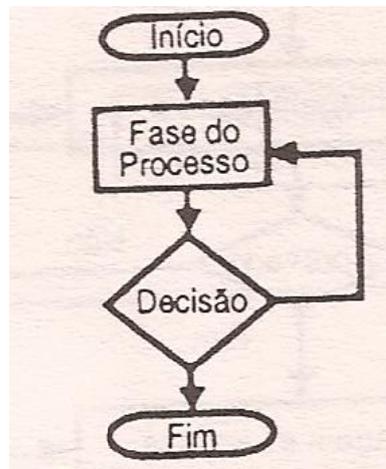
2.7.4 Fluxograma

Na concepção de Brassard (1991, p.9-12), o fluxograma é uma representação gráfica, em que as tarefas a serem realizadas são apresentadas de

forma sequencial em um processo. Além disso, algumas decisões são tomadas com essa ferramenta. O fluxograma permite uma visão sistêmica de todo o processo.

A Figura 10 mostra o passo a passo de um processo, onde são utilizados diversos símbolos, cada um com seu significado: as elipses representam o início e o término do processo; os retângulos significam procedimentos essenciais e os losangos são as decisões a serem tomadas.

Figura 10: Fluxograma



Fonte: Brassard (1991, p. 9)

Para Marshall Junior (2006, p. 104), quando se visualiza o fluxograma como um todo, é possível perceber alguns pontos do processo que podem ser melhorados, ou até mesmo alguma sequência que está condicionando alguma interferência, que impacta no objetivo final. A ferramenta permite mitigar os pontos positivos e negativos do procedimento que está sendo seguido. Por isso, é importante que seja implantada a partir da definição das diretrizes do processo, para que as organizações possam seguir o fluxo pré-definido.

2.8 Equipamento e Processo

2.8.1 Torre de perolação de uréia

Gonçalves *et al.* (2005, p. 96) caracteriza a torre de perolação de uréia como cilíndrica. Ela possui seu corpo em concreto armado, a seção intermediária da torre é oca e revestida com uma tinta à base de resina epóxi, que serve para proteger as estruturas, pois a uréia é um produto higroscópico, extremamente

corrosivo. A torre possui 50 m de altura e sua parte superior (topo da torre) é mais larga que a parte inferior (corpo da torre), conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11: Torre de Perolação de uréia da FAFEN-SE



Fonte: Adaptada de Melo (2003, p. 215)

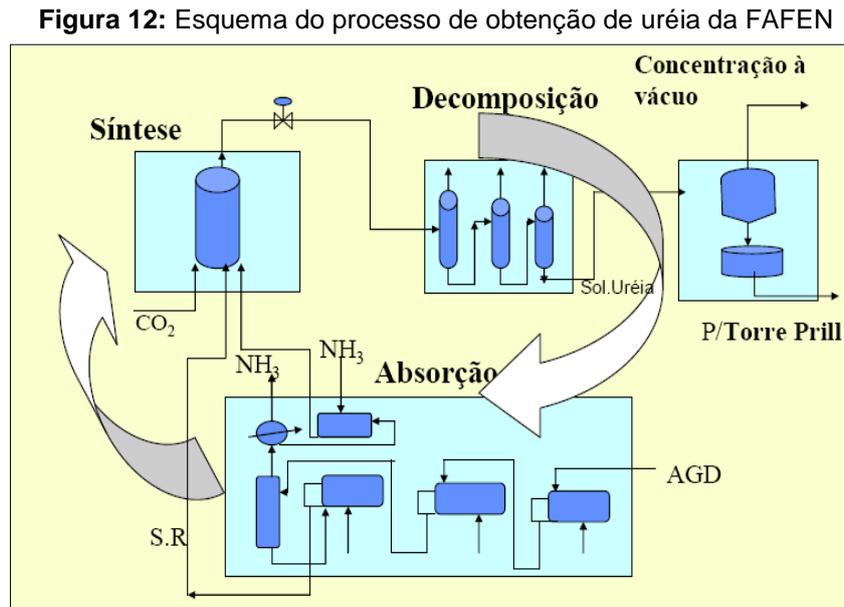
Este mesmo autor acrescenta que na torre de perolação estão contidos diversos equipamentos como bombas, reatores, vasos, exaustores, evaporadores entre outros. Esse conjunto de equipamentos diversificados juntamente com a torre executa o processo de perolação de ureia. A torre de perolação realiza a atividade de acabamento e proporciona um produto final já para expedição.

2.8.2 Processo de uréia

Segundo Lima Junior (2004, p.1-5), para realização de um planejamento mais preciso e eficaz, é necessário conhecer o processo operacional do que será planejado, vislumbrando conhecer bem o projeto a ser elaborado. É importante

coletar o máximo de dados operacionais possíveis, para que seja elaborado o projeto digno de uma maior confiabilidade.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2005, p. 96-108), o processo de obtenção de ureia segue através de cinco etapas: síntese, decomposição, absorção e concentração a vácuo e perolação, conforme esquema apresentado na Figura 12.



Fonte: Apresentação para visitantes na FAFEN-SE (2010)

Esses mesmos autores afirmam que a ureia é um produto químico que possui a fórmula: NH_2CONH_2 . Apresenta-se na cor branca, em estado sólido, hidrocópica e solúvel em água. É utilizada em três segmentos: na indústria como matéria-prima de plásticos, resinas sintéticas e impermeabilizantes; na agricultura como fertilizante para as plantas, por ser rica em fósforo, potássio de grande teor de nitrogênio; na pecuária, como complemento alimentar de animais bovinos, ovinos, caprinos entre outros, pois a uréia possui proteínas, sais minerais e vitamina E.

Ainda segundo Gonçalves *et al.* (2005, p. 96-108), o processo inicia-se com a seção de síntese que é gerada a partir de amônia líquida e dióxido de carbono. O sistema de síntese de uréia é constituído por três subsistemas: reatores de síntese, bombeamento e compressão. Esse sistema possui os objetivos de melhorar a conversão da reação de controle de pressão temperatura, tempo de residência e contato com os fluídos; produzir a máxima quantidade de uréia; minimizar as reações indesejáveis; preservar os equipamentos.

Pinto e Xavier (2004, p.21-22) prosseguem o processo com a decomposição da uréia, que realiza os processos de decompor o carbamato não reagido, separar as fases líquida e gasosa e vaporização excedente.

Os autores sequenciam o processo citando a absorção que executa as operações de: formar solução de carbamato recuperado, separar a amônia excedente, reciclar a solução recuperada e recuperar a solução purificada.

Em seguida tem o processo de concentração a vácuo, que concentra a solução de uréia para o processo de solidificação e minimiza as necessidades de aquecimento pela utilização do vácuo.

O último processo para se obter a uréia, segundo Gonçalves *et al.* (2005, p. 96-108), é a perolação, que é a etapa de acabamento. Esse processo ocorre na torre de perolação; e o intuito é solidificar a uréia transformando-a em grãos. Esses grãos caem em um leito que, devido ao ar de resfriamento, são mantidos em estado de fluidização. Por último, os grãos são transferidos para o sistema de transporte.

A Figura13 mostra a ureia pronta para ser embalada e enviada para o mercado.

Figura 13: Produto acabado (Uréia)



Fonte: Autora (Registros fotográficos no local, 2010)

A ureia é o produto de maior comercialização que a FAFEN possui, para atender à grande demanda mercado brasileiro. Desse modo, dentre os produtos que a empresa produz, pode-se afirmar que a ureia é o que proporciona maior lucro para a empresa. Portanto, qualquer intervenção que ocorra na planta e impacte na produção de uréia acarretará prejuízos para a empresa.

2.8.3 Corrosão em estrutura metálica e pintura industrial

Segundo Telles (2003, p. 51), a corrosão são fenômenos de deterioração nos materiais, especialmente os metálicos. O contato da estrutura metálica com a atmosfera ocasiona a oxidação. Por isso, é necessário que esse tipo de estrutura seja protegida para que possua uma maior resistência.

A corrosão é considerada um problema muito sério em todas as industriais, sendo responsável por enormes prejuízos decorrentes da necessidade constante de substituir equipamentos destruídos e também de superdimensionar numerosas peças para evitar a possibilidade de falhas em serviço. (Telles 2003, p. 51)

Consta na norma N-0279 (Petrobras, 2011), que as estruturas metálicas necessitam de proteção contra a corrosão e que a pintura é a manutenção ideal para preservá-las. Quando essas estruturas já estão montadas, necessitam de manutenção e isso tanto poderá ser execução de pinturas como também substituições delas, caso estejam em um nível de degradação acentuado. O grau de corrosão define a medida a ser tomada, se é cabível tratar com a pintura ou se é necessária a aplicação de elementos de caldeiraria tais como: corte, solda, reparos, substituição entre outros.

Caso a medida adotada seja a pintura, então existe uma norma específica que consiste em tratar de pinturas em estruturas metálicas. A norma N-1550 (Petrobras, 2012) afirma que é imprescindível o atendimento das condições referenciadas na norma.

A N-1550 (Petrobras, 2012) informa que a aplicação da tinta nas estruturas metálicas deve levar em consideração duas situações: a localização em que serão instaladas essas estruturas e algumas grandezas físicas que influenciam na aplicação da pintura.

A norma afirma ainda que a localização, onde são instaladas as estruturas metálicas, variam em três aspectos: o primeiro deles é quando o ambiente é seco ou úmido, com ou sem salinidade, contendo ou não gases provenientes de enxofre. O segundo deles é um ambiente de alta agressividade, normalmente encontrado na atmosfera marítima; por último, o terceiro, com revestimento de proteção contra fogo. Já as grandezas físicas devem atender à norma, ao analisar

antes da aplicação da pintura: a pressão atmosférica, pressão interna de equipamentos, temperatura, etc.

3. METODOLOGIA

O método de pesquisa a ser aplicado em trabalhos científicos é bastante diversificado. Roesch (1999, p. 64-65) afirma que cada projeto possui seus objetivos, custo e informações únicas. Sendo assim, não existe um método padrão a ser aplicado a qualquer tipo de projeto, mas é indispensável que o problema formulado seja coerente com o método escolhido. A metodologia da pesquisa é essencial para obtenção das respostas desses problemas.

Neste estudo, o problema de pesquisa busca desenvolver o planejamento e controle da manutenção em um cenário no qual não existia uma manutenção adequada a todos os ativos de uma planta industrial. Nesse caso, o estudo foi realizado na FAFEN-SE, e dentre as diversas instalações distribuídas, foi selecionada a estrutura metálica da torre de perolação de ureia.

Conforme Vergara (2000, p.46), as pesquisas são classificadas em dois critérios: quanto aos meios e quanto aos fins. Quanto aos meios, podem ser classificadas em: pesquisa de laboratório, de campo, documental, bibliográfica, *ex post facto*, participante, pesquisa-ação e estudo de caso. Quanto aos fins, as pesquisas podem ser: descritivas, explicativas, exploratórias, metodológicas, aplicadas e intervencionistas.

Para a realização deste trabalho, foi utilizada a pesquisa quanto aos meios: um estudo de caso. Segundo Yin (2005, p.32), estudo de caso trata de uma investigação da estrutura na prática ou na experiência, que se certifica dentro de uma conjunção real, um fenômeno atual. É também uma pesquisa de campo e bibliográfica.

O presente trabalho é considerado um estudo de caso por ter sido realizado em uma organização bem definida, aprofundando-se em uma aplicação de um planejamento e controle em um equipamento específico (torre de perolação). A aplicação da pesquisa de campo foi utilizada devido à necessidade da obtenção de dados *in loco*. A pesquisa bibliográfica foi usada, pois para a execução da fundamentação teórica foram realizados diversos estudos, abordando o

equipamento em questão, o processo realizado por ele, enfatizando o gerenciamento do planejamento e controle de uma manutenção.

Ainda com base na tipificação de pesquisa, a presente monografia quanto aos fins é uma pesquisa explicativa, por apresentar as razões pelas quais deve ser aplicado um planejamento e controle de manutenção em uma organização, especificamente em um equipamento.

Goldenberg (2005, p. 62-63) diz que as pesquisas também são classificadas quanto a sua abordagem. Essa classificação pode ser: qualitativa, quantitativa e quali-quantitativa. De acordo com as classificações apresentadas, este trabalho adota uma estratégia de pesquisa de natureza quali-quantitativa; essa é a junção entre a abordagem qualitativa e quantitativa. A pesquisa qualitativa foi utilizada para analisar o desenvolvimento do planejamento da manutenção; foram analisadas também as mudanças ocorridas após essa implantação. Mas também pode ser apontada a abordagem quantitativa, porque, no decorrer desse trabalho, foi necessário realizar a avaliação temporal do planejamento e controle da manutenção.

3.1 Coleta de Dados

Neste trabalho foi realizada uma coleta de dados através de um questionário, contendo 10 perguntas, elaboradas pela autora, como critério de avaliação qualitativa. O perfil dos entrevistados foi: colaboradores que estivessem na empresa há mais de 8 anos e atuassem nas funções de engenheiros, técnicos, operadores e projetistas. Os dados coletados na pesquisa, desenvolvida no período de 17/01/2012 a 17/02/2012, contribuíram diretamente para a aplicação dos métodos deste trabalho. O questionário aplicado encontra-se no apêndice A.

Outra prática adotada foi a coleta de dados no campo, *in loco*. Foi necessária a realização de relatórios fotográficos, além de análises tomando como base o histórico das paralisações no processo produtivo da planta e a análise dos aspectos relacionados à causa dessas paralisações.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Obtenção dos Dados para Análise

Os resultados abaixo descritos são referentes ao projeto que teve início em 07/04/2011 e foi concluído em 15/11/2011. As análises foram realizadas até o mês de maio do ano de 2012, período em que a autora da pesquisa esteve presente no ambiente foco do estudo.

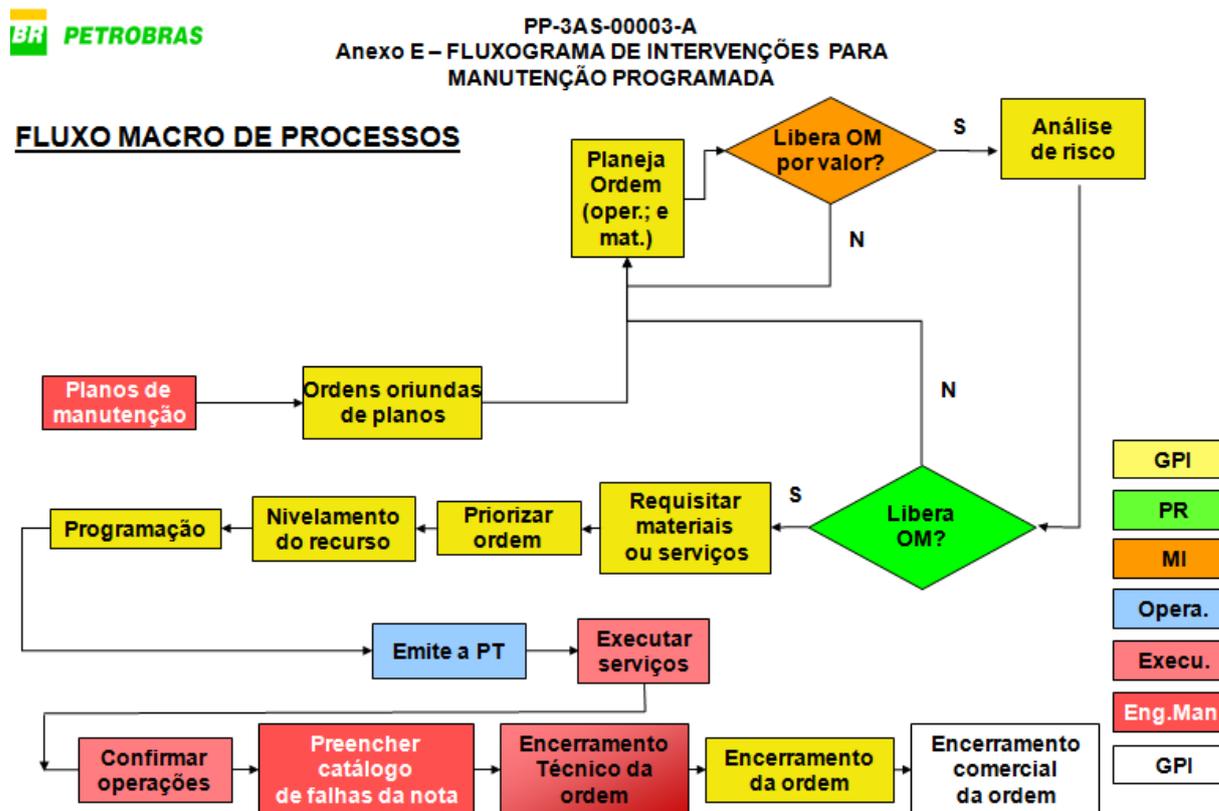
Como a apresentação deste trabalho ocorreu no ano de 2013, é importante o leitor conhecer que os resultados apresentados estão limitados a um determinado momento, no qual a autora deste estudo desempenhou atividades na organização. Vale salientar que diversos resultados foram obtidos posteriormente ao momento da pesquisa.

A seguir serão expostos os meios que foram utilizados visando o alcance dos objetivos deste trabalho.

A primeira etapa da análise foi realizada através de um mapeamento de processos de manutenção que eram utilizados pela fábrica, no qual 80% dos seus ativos possuíam um plano de manutenção.

A Figura 14 mostra um anexo que foi extraído do padrão PP-3AS-00003-A - manual de planejamento de intervenções para manutenção. Nessa Figura 14 é mostrado também o fluxograma macro de processos de intervenções para realização das manutenções que já possuem planos. Observa-se que foram determinadas cores para os setores envolvidos no processo: GPI (grupo de planejamento de intervenções), PR (gerência de produção), MI (gerência de manutenção industrial), Exec. (executantes dos serviços), Eng Man (Engenharia de manutenção).

Figura 14: Fluxograma de intervenções de Manutenção Programada na FAFEN-SE



Fonte: Adaptado do padrão PP-3AS-00003 (FAFEN-SE 2010)

O fluxograma inicia-se da seguinte maneira: a engenharia de manutenção informa ao GPI o plano de manutenção de um determinado ativo. Ele planeja as atividades no sistema SAP/R3 e gera uma ordem de manutenção – OM. Em seguida, envia para a gerência de manutenção industrial para que possa ser avaliada a viabilidade financeira da mesma. Caso seja aprovada, passará por uma análise de riscos, na qual serão discutidos os riscos de segurança envolvidos na atividade.

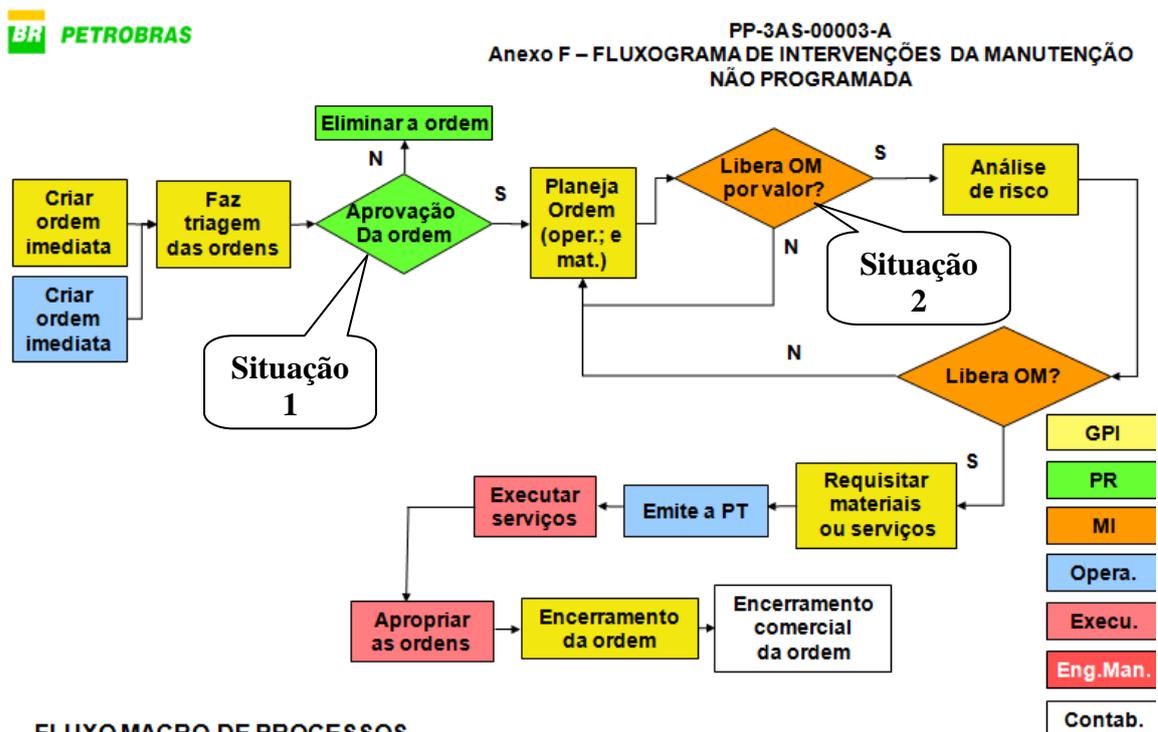
O fluxo segue com o envio da OM para a gerência de produção avaliar e aprovar a liberação, com base em critérios operacionais do processo. Após a resposta positiva dessa liberação operacional, o grupo de planejamento de intervenções irá atuar em 4 etapas: requisitar material no SAP/R3; priorizar a ordem de manutenção, pois, como é oriunda de um plano, então, sempre será tratada como prioritária; nivelar o recurso (mão de obra, máquinas e sobressalentes) e realizar a programação dos serviços também no SAP/R3.

De posse da programação de serviços, a operação irá realiza a emissão da PT (permissão para o trabalho) para que em seguida seja realizada a execução das atividades que estarão listadas na ordem de manutenção. Após a conclusão dos serviços a engenharia de manutenção preenche um catálogo de falhas, a fim de compor os compor o histórico dos resultados dos serviços. Esse mesmo setor faz o encerramento técnico da ordem, avaliando o alcance o resultado da intervenção.

O GPI faz então o encerramento do planejamento e, por fim, executa o encerramento comercial. Dessa forma é concluído o processo de intervenção planejada para a manutenção na empresa em estudo.

O exposto acima, manutenção planejada, não acontece com cerca de 20% dos ativos da fábrica. Para esses ativos, o tratamento da manutenção é diferenciado como mostra a Figura 15, também extraída do padrão PP-3AS-00003.

Figura 15: Fluxograma de intervenções de Manutenção Não Programada na FAFEN-SE



Na Figura 15 pode ser observado que o início do fluxo de intervenções não programadas se diferencia do fluxo de intervenção programada no aspecto da inexistência de plano de manutenção. Dessa forma, o fluxo do processo se inicia a

partir de uma demanda de serviço, a qual gera a necessidade de criação de ordem imediata de serviço que pode ser criada pela operação ou pelo grupo do planejamento de intervenção. Em seguida, é necessário realizar uma triagem das ordens, tendo em vista as ordens programadas serem prioritárias às não programadas. A gerência de produção decidirá se a ordem de manutenção imediata será executada. Caso a ordem seja aprovada, o GPI a planejará. Caso contrário, a ordem será eliminada, como visto no fluxo.

O GPI então providencia a análise dos riscos envolvidos no serviço e envia para apreciação da manutenção industrial. Uma vez aprovada a ordem pela MI, o fluxo segue com a requisição dos materiais ou serviços e, a partir desse ponto, a sequência do fluxograma de intervenções de manutenção não programada é semelhante ao fluxograma de intervenções de manutenção programada, porém não existem programações prévias nem nivelamentos de recursos.

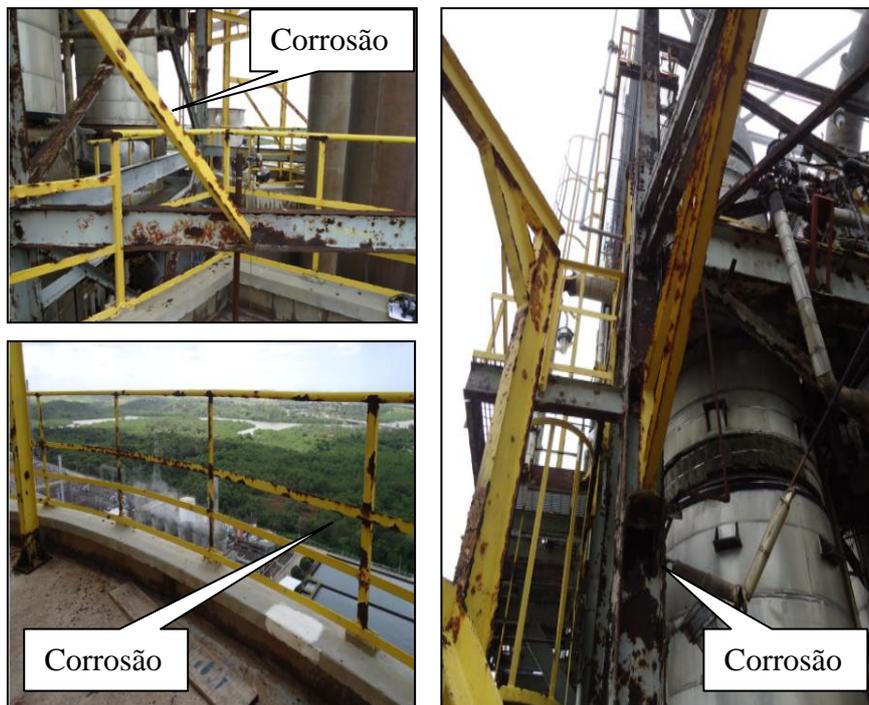
Para finalizar, o encerramento comercial da ordem é concluído pelo setor de contabilidade, tendo em vista que, por não ter sido um custo planejado, é, portanto, necessário apurar os impactos desses custos no orçamento da empresa.

A Figura 15 mostra ainda que muitas ordens de manutenção são eliminadas, como visto nas situações 1 e 2 nela demarcadas. As estruturas metálicas da torre são diretamente impactadas com essas situações e sofrem consequências como, por exemplo, alto grau de corrosão, pois sempre que demandam serviços, eles não são aprovados.

A segunda etapa da análise foi a obtenção de informações *in loco*, a fim de avaliar a situação das estruturas metálicas da torre. Foram encontradas diversas estruturas com alto grau de corrosão, algumas para serem substituídas e outras a serem reparadas. A manutenção ineficiente ocasionou danos de estado avançado às estruturas, o que comprometeu a segurança em relação aos aspectos humanos e operacionais da torre.

As informações foram registradas através de relatórios fotográficos, os quais possibilitam a visualização real do local. A Figura16 mostra três fatos distintos: o primeiro trata do guarda-corpo principal desse equipamento; o segundo mostra os perfis de sustentação da torre e o último ilustra a escada helicoidal de acesso a ela. É notória a presença de corrosão em todos esses registros.

Figura 16: Estruturas danificadas da torre de perolação



Fonte: Autora (Registro fotográfico no local, 2011)

A manutenção adotada nessas estruturas era apenas corretiva não planejada e, por isso, algumas vezes surgiram rompimentos inesperados, que ocasionaram interrupções da planta de forma indesejada. Vale ressaltar que a ureia é um produto altamente corrosivo e, portanto, a presença de partículas dela, em suspensão no ar, torna a atmosfera local agressiva.

No Quadro 01 é mostrada uma parte do escopo da última parada programada na empresa, que ocorreu no ano de 2010. Pode ser observado no quadro que diversos equipamentos estão contemplados no escopo da parada. A primeira coluna mostra os tipos de equipamentos (forno, caldeira, reator, torre, permutador, tanque, vaso) que irão receber a manutenção de forma programada. As colunas desse quadro mostram os TAG's de seus respectivos equipamentos. A quinta coluna da figura está mostrando o equipamento tipo torre, onde se localiza o ambiente desse estudo, ou seja, as estruturas metálicas.

Quadro 01: Escopo dos Equipamentos Parada Geral da FAFEN-SE

ID.	FORNO	CALDEIRA	REATOR	TORRE	PERMUTADOR	TANQUE	VASO
1	101-B (OP1)	GV-153009-A (TE)	101-D (OP1)	TR-151001 (TE)	P-GV-153009-A1 (TE)	TQ-151001 (TE)	V-153006 (TE)
2	102-B (OP1)	GV-153009-B (TE)	103-D (OP1)	101-E (OP1)	P-GV-153009-A2 (TE)	TQ-151003 (TE)	V-153015 (TE)
3		101-A (OP1)	104-DA (OP1)	102-E (OP1)	P-GV-153009-B1 (TE)	TQ-151021-B (TE)	V-153016 (TE)
4			104-DB (OP1)	2201-E (OP1)	P-GV-153009-B2 (TE)	TQ-151022 (TE)	101-F (OP1)
5			105-D (OP1)	T-129400/Z-408 (OP2)	P-B-153003B-01 (TE)	TQ-151023 (TE)	101-U (OP1)
6			106-D (OP1)	T-129401 (OP2)	P-B-153003B-02 (TE)	TQ-151061 (TE)	102-F (OP1)
7			R-129401-A (OP2)	T-129402 (OP2)	101-CA (OP1)		102-JF3 (OP1)
8				T-129404 (OP2)	101-CB (OP1)		102-JL1 (OP1)
9				T-129406 (OP2)	101-JC (OP1)		102-JL2 (OP1)
10				T-129407 (OP2)	101-JC1 (OP1)		103-F (OP1)
11				T-129408 (OP2)	SEP - 101-JC2 (OP1)		103-JF12 (OP1)
12				T-129409 (OP2)	SEP - 101-JC3 (OP1)		103-JF13 (OP1)
13					101-JC4 (OP1)		103-JF14 (OP1)
14					101-JC5 (OP1)		103-JF15 (OP1)
15					101-JCA (OP1)		103-JL1 (OP1)
16					101-JTC (OP1)		103-JL2 (OP1)
17					SEP - 102-C (OP1)		104-F (OP1)
18					102-JTC (OP1)		105-F (OP1)
19					103-JC1 (OP1)		105-JL1 (OP1)
20					103-JC2 (OP1)		105-JL2 (OP1)
21					104-C (OP1)		106-F (OP1)
22					105-CA (OP1)		107-F (OP1)
23					106-C (OP1)		108-F (OP1)
24					107-C (OP1)		110-F (OP1)
25					108-C (OP1)		113-F (OP1)
26					108-C/110-JC (OP1)		116-F (OP1)
27					110-CA (OP1)		118-F (OP1)
28					110-CB (OP1)		119-F (OP1)
29					110-CC (OP1)		156-F (OP1)
30					111-CA (OP1)		2001-LFA (OP1)

Fonte: Adaptado da gerência de otimização (FAFEN-SE 2011)

Outros ativos também estavam inclusos na última parada programada realizada. A Tabela 01 mostra, na segunda coluna, a descrição dos ativos; na terceira, na quarta e na quinta colunas estão descritas as áreas da planta: área de amônia, ureia (onde se localiza a torre de perolação) e utilidades. É possível perceber nessa mesma tabela que não foram contempladas estruturas metálicas no escopo da parada.

Tabela 01: Escopo dos ativos da parada geral programada da FAFEN-SE

LISTA QUANTITATIVA DE ATIVOS - PARADA PROGRAMADA GERAL 2010					
DESCRIÇÕES		QUANTIDADE			
ITEM	TUBULAÇÕES NOTA (ZR), VÁLVULAS, DIVERSOS E SEP'S DE TUBULAÇÃO	Amônia	Uréia	Utilidade	Geral
1	DISCO RUPTURA	12	0	0	12
2	LIMPEZA E INSPEÇÃO DE FILTROS	Lista	Lista	Lista	-
3	PURGADOR (Lista ~ 60)	Lista	Lista	Lista	-
4	SEP'S ENGENHARIA (TUBULAÇÃO)	9	10	2	21
5	TUBULAÇÃO (NOTA ZR)	62	25	9	96
6	VÁLVULA DE SEGURANÇA E ALÍVIO (MANUTENÇÃO)	62	28	26	116
7	VÁLVULA PARA ENGAXETAMENTO (Lista ~ 1000)	750	450	300	1500
8	VÁLVULA DE RETENÇÃO PARA INSPEÇÃO	53	5	17	75
9	VÁLVULA PARA MANUTENÇÃO	75	33	29	137
10	VÁLVULA PARA SUBSTITUIÇÃO	71	10	18	99
11	VAZAMENTO (Lista ~ 100)	Lista	Lista	Lista	-
	TOTAL	1094	561	401	2056

Fonte: Adaptado da gerência de otimização (FAFEN-SE 2011)

A Tabela 02 mostra um histórico de algumas paradas não programadas ocorridas na planta de produção de ureia, que impactaram diretamente na produção. A torre de perolação de ureia possui o TAG T-129400 que está representado na sexta coluna da tabela.

Tabela 02: Histórico de ocorrências na unidade de ureia na FAFEN-SE

Ano	Produção	Perda Total	Dias Perd	Par/Red	TAG	Evento
2010	272	1528	0,625	Parada	P-401	Parada da unidade de amônia causando parada da unidade de uréia
2009	0	1800	1,0000	Parada	T-129400	Parada da unidade de uréia devido estrutura metálica procionando riscos
2010	0	1800	1,0000	Parada	X-06-VA	Parada da unidade de uréia para manutenção de vazamento na X-06-VA
2010	0	1800	1,0000	Parada	X-06-VA	Parada da unidade de uréia para manutenção de vazamento na X-06-VA
2008	0	1800	2,0000	Parada	T-129400	Parada da unidade de uréia devido estrutura metálica procionando riscos
2011	0	1800	1,0000	Parada	X-06-VA	Parada da unidade de uréia para manutenção de vazamento na X-06-VA
2008	0	1800	1,0000	Parada	X-06-VA	Parada da unidade de uréia para manutenção de vazamento na X-06-VA
2010	0	1800	1,0000	Parada	T-129400	Parada da unidade de uréia devido estrutura metálica procionando riscos
2008	0	1800	1,0000	Parada	X-06-VA	Parada da unidade de uréia para manutenção de vazamento na X-06-VA
2009	0	1800	1,0000	Parada	T-129400	Parada da unidade de uréia devido estrutura metálica procionando riscos
2009	0	1800	1,0000	Parada	P-401	Parada a planta de uréia em função de alta demanda de amônia e neces
2011	0	1800	1,0000	Parada	105-D	Parada a planta de uréia em função de alta demanda de amônia e neces
2009	0	1800	2,0000	Parada	105-5	Após parada da amônia por pressão baixíssima do ar de instrumento uni
2010	960	840	0,4667	Parada	T-129400	Parada da unidade de uréia devido estrutura metálica procionando riscos
2009	1065	735	0,4083333	Redução	105-J	Parada da síntese de amônia com redução de capacidade da uréia em f
2009	1195	605	0,3361	Redução	X-06-VA	Parada a planta de uréia em função de alta demanda de amônia e neces

Fonte: Adaptado da gerência de otimização (FAFEN-SE 2011)

Tendo em vista a produção de ureia ser 1800 ton/dia, foi possível observar no campo da tabela, destacado em vermelho, a seguinte situação:

- Produção: 960 ton/dia
- Perda total de produção: 840 ton/dia
- Dias perdidos: 0,4667 dias
- Evento: Paralisação devido aos riscos de segurança nas estruturas metálicas da torre de perolação de uréia pelo alto grau de corrosão.

Com base nos dados supracitados, foi possível realizar a seguinte análise: o preço da tonelada de ureia varia a depender do cliente que, por sua vez, está dividido por polo de acordo com o estado brasileiro. Considerando o estado de Sergipe, o preço de uma tonelada é de R\$ 885,20.

. Se a fábrica produzir sua capacidade máxima de 1800 ton/dia, a um preço de R\$ 885,20, irá faturar R\$1.593.360,00. Porém, caso ocorresse uma falha indesejada, como no caso do evento destacado na Tabela 02, cujo tempo de paralisação foi 0,4667dias, ocasionando uma perda de 840 ton/dia, a produção seria

de 960 ton/dia e o faturamento seria R\$ 849.792,00. Logo, a queda no faturamento seria de R\$ 743.568,00.

As interrupções indesejáveis na planta ocorrem sempre após eventos de falhas. Sendo assim, não há tempo hábil para planejar a aquisição de materiais e sobressalentes com pesquisa prévia de preço, bem como a mobilização de mão de obra.

A torre de perolação de ureia é o equipamento responsável pelo acabamento do produto final a ser comercializado; por isso é importante adotar um plano de manutenção para os seus componentes, a fim de garantir a sua disponibilidade e continuidade operacional.

A Tabela 03 mostra a quantidade de dias interrompidos que ocorreram na unidade de ureia devido a eventos diversos: paralisações entre os anos de 2007 a 2010, nos respectivos meses de janeiro a dezembro.

Tabela 03: Histórico de paralisações na unidade de uréia na FAFEN-SE

PETROBRAS		CONTROLE DE DIAS PARADOS											ANO	
Fafen-Planta de Uréia		(PARADAS DA UNIDADE EXCLUINDO AS POR PARADA PROGRAMADA)												
Otimização-Se		(toneladas de uréia)											DE	2007
ITEM		UNIDADE DE URÉIA											ATÉ	2010
Tipo de Parada		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
mês da PNPG no ano de 2007		4	3	4	0	5	4	6	3	1	0	2	3	35
mês da PNPG no ano de 2008		2	4	5	5	0	5	6	2	0	7	0	3	39
mês da PNPG no ano de 2009		3	4	6	0	2	3	0	4	5	0	0	5	32
mês da PNPG no ano de 2010		2	3	3	0	5	5	0	3	4	2	0	2	29

OBS. PPG = PARADA PROGRAMADA

OBS. PNPG = PARADA NÃO PROGRAMADA

Fonte: Adaptado da gerência de otimização (FAFEN-SE 2011)

Já a Tabela 04 mostra a quantidade de dias interrompidos em função de falhas nas estruturas da torre de perolação, do total de dias parados na unidade de uréia, conforme apresentados na Tabela 03, nos respectivos anos de 2007 a 2010.

Tabela 04: Histórico de paralisações por falha nas estruturas da torre

ITEM	UNIDADE DE URÉIA - TORRE DE PEROLAÇÃO			
	2007	2008	2009	2010
Mês / Ano				
PNPG (dias)	13	15	10	8
OBS. PPG = PARADA PROGRAMADA				
OBS. PNPG = PARADA NÃO PROGRAMADA				

Fonte: Adaptado da gerência de otimização (FAFEN-SE 2011)

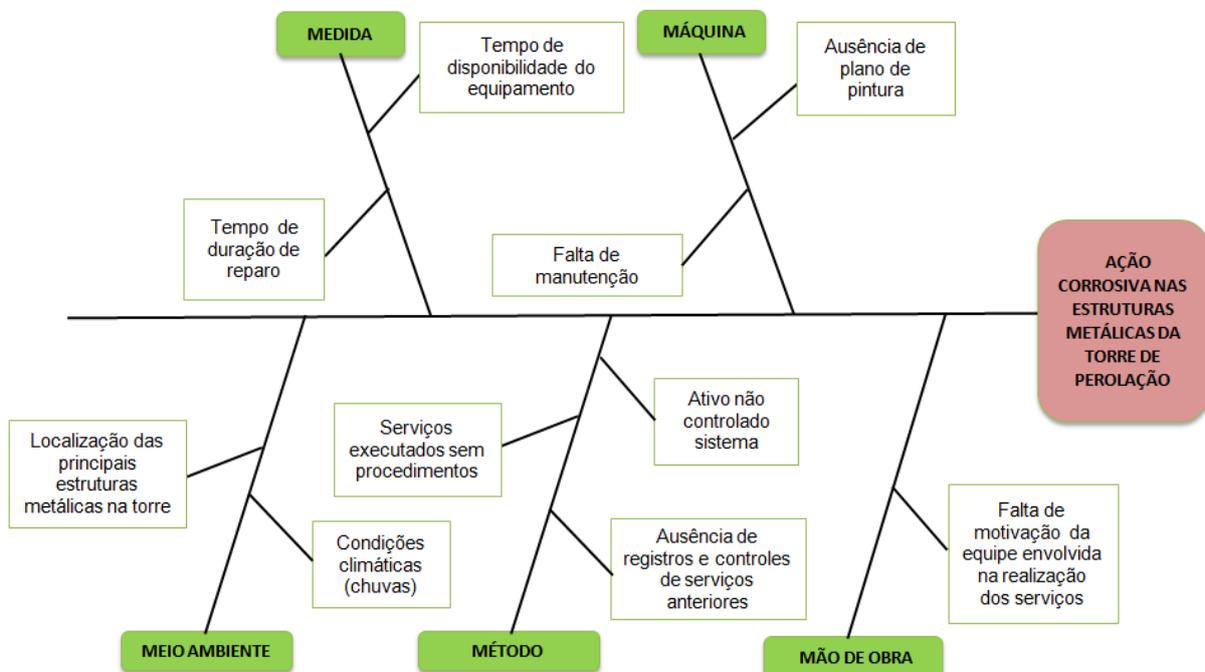
A partir das análises realizadas no presente estudo, constatou-se a necessidade de existência de aplicação de uma estratégia de manutenção para as estruturas metálicas na torre de perolação de modo que possibilite a antecipação das falhas, que acarretam em paralisações de forma não programada, minimize as perdas de produção e maximize os custos de manutenção.

4.2 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito e do 5W1H

Buscando compreender a ausência de um plano de manutenção adequado para as estruturas metálicas da torre de perolação, foram listadas algumas das possíveis causas. Nessa fase, houve uma reunião com os envolvidos no processo, para sugestões dessas possíveis causas do problema.

Foi desenvolvido um diagrama de causa e efeito, conforme apresentado na Figura 17. As causas foram distribuídas dentro de cinco grupos: medida, máquina, meio ambiente, método e mão de obra. Cada causa está associada aos seus respectivos grupos.

Figura 17: Diagrama de causa e efeito do problema



Fonte: Autora

Em seguida foi necessário verificar qual o grupo que mais influenciava no problema. As possíveis causas foram avaliadas qualitativamente, conforme apresentado no Quadro 02. O intuito desta avaliação foi detectar as causas que proporcionavam maior impacto para o efeito.

Quadro 02: Análise qualitativa das possíveis causa e efeito

Grupo	Causa	Provável	Não Provável
MEDIDA	Tempo de duração de reparo		X
	Tempo de disponibilidade do equipamento		X
MÁQUINA	Falta de manutenção preventiva	X	
	Ausência de plano de pintura	X	
MEIO AMBIENTE	Condições climáticas (chuvas)		X
	Localização das principais estruturas metálicas na torre		X
MÉTODO	Serviços executados sem procedimentos	X	
	Ativo não controlado sistema SAP/R3	X	
	Ausência de registros e controles de serviços anteriores	X	
MÃO DE OBRA	Falta de motivação da equipe envolvida na realização dos serviços		X

Fonte: Autora

É possível observar que as causas de maior impacto, as causas raiz do efeito, estão nos grupos “máquina” e “método”. Desse modo foi necessário adotar planos de ação a fim de solucionar as potenciais causas. O plano foi elaborado através da ferramenta conhecida por método 5W1H, conforme mostrado no Quadro 03.

Quadro 03: Plano de ação utilizando o 5W1H

GRUPO	CAUSA	O QUE	QUEM	ONDE	QUANDO	POR QUE	COMO
MÁQUINA	Falta de manutenção preventiva	Realizar de manutenções adequadas para as estruturas	Equipe de planejamento	Setor de planejamento	dez/11	Para evitar que paradas não programadas ocorram no equipamento (torre), bem como na planta	Adotando um plano de manutenção de maneira prévia
	Ausência de plano de pintura	Realizar um controle de execução de pinturas	Equipe de planejamento	Setor de planejamento	dez/11	Para eliminar ou minimizar as estruturas com pinturas degradadas, a fim de evitar a corrosão nas mesmas	Através das datas dos serviços previstos descritas no cronograma e no sistema SAP/R3, ou seja, conforme a adoção de um plano de manutenção
MÉTODO	Serviços executados sem procedimentos	Adotar procedimentos na realização dos serviços	Equipe de manutenção	Setor de manutenção	dez/11	Para não haver conflitos de decisões e impactar em mais dias de equipamento parado	Utilizar as normas da Petrobras, baseado nos serviços que devem ser previamente apresentados
	Ativo não controlado sistema SAP/R3	Realizar cadastro das estruturas metálicas	Equipe de planejamento	Setor de planejamento	abr/11	Para que o ativo possa estar inserido no sistema, sendo monitorado e controlado	Adotando rotinas de cadastramentos baseado nas ocorrências ou mesmo informações
	Ausência de registros e controles de serviços anteriores	Registrar e controlar todas as manutenções realizadas, bem como as ocorrências	Equipe de planejamento	Setor de planejamento	dez/11	Para que se tenha o histórico dos serviços, a fim de facilitar a realização das manutenções futuras	Adotando um arquivo informatizado na rede contendo cronogramas e quais outros documentos utilizados para realização de manutenção nas estruturas

Fonte: Autora

A utilização da ferramenta 5W1H permitiu a criação de ações a serem implementadas para eliminar ou minimizar as potenciais causas das paradas na unidade de ureia devido à ação corrosiva nas estruturas metálicas da torre de perolação. Foi possível constatar que as ações direcionaram para a adoção de um plano de manutenção programada.

Diante disso, foi estabelecido pela engenharia, através de uma reunião entre os colaboradores envolvidos no processo, que a estratégia de manutenção a ser adotada será de manutenção preventiva, por ser a que mais se adequa ao tipo de instalação. Os tipos de manutenção, preditiva e detectiva, apesar de também minimizarem perdas de produção e custo operacional, não são aplicáveis para a esse tipo de instalação, devido à inexistência de variáveis que indiquem uma potencial falha.

Antes da aplicação da estratégia de manutenção definida, foi desenvolvido um projeto de manutenção corretiva planejada para recuperação das

estruturas metálicas, pois não era possível estabelecer a frequência de um plano, a partir de um cenário não confiável, isto é, com potencial de falha. Dessa forma, foi necessário elevar as estruturas a uma condição segura, para, a partir dela, ser estabelecido um plano de manutenção preventiva.

4.3 Aplicação do Projeto de Manutenção Corretiva

O SAP/R3, é um sistema utilizado para auxiliar o gerenciamento dos ativos em toda unidade da Petrobrás. Ele permite armazenar diversas informações de todos os ativos que nele são cadastrados.

O cadastro dos ativos no sistema proporciona informações importantes para o cotidiano da manutenção. Além disso, permite gerar vários relatórios de diversas situações. Esses documentos obtidos facilitam a elaboração do planejamento da manutenção para os ativos da planta. O SAP/R3 deve ser atualizado conforme a evolução da manutenção, para que todos os registros estejam sempre atualizados no sistema conforme a situação real da planta.

Assim, foi definido pela alta administração da fábrica que, da mesma forma que é utilizado o SAP/R3 para gerenciar o plano de manutenção de outros ativos na planta, também será utilizado para gerenciar estruturas metálicas da torre, tendo em vista que o sistema permite o cadastro de novos ativos.

A Figura 18 mostra uma das telas do SAP/R3, na opção de cadastramento. Nela ficam informações de dados gerais do ativo que é cadastrado. Essa mesma figura mostra o exemplo de um cadastro de um determinado equipamento da fábrica, no qual são mostrados os módulos: equipamento, categoria, denominação, entre outros; são incluídos também os campos: geral, localização, organização, estrutura, garantia e documentos. Essas informações cadastradas proporcionam um melhor gerenciamento das tarefas do início ao fim do projeto e provisionamento dos materiais a serem aplicados na atividade.

Figura 18: Tela de cadastramento do SAP/R3 – PCM

The screenshot displays the SAP/R3 interface for equipment registration. The title bar reads "Exibir equipamento : Dados gerais". The main form contains the following data:

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

Below the main data, there are several sections:

- Dados gerais:**
 - Classe: FILTRO_VP (Filtro (Vaso Pressão))
 - GrpAutorizações: M011 (Equipamentos - PM)
 - Peso: 16.000,000 KG
 - Nº inventário: [Empty]
 - Em serv.desde: 04.07.2005
- Dados de referência:**
 - Valor aquis.: 0,00
 - Data aquisição: [Empty]
- Dados de fabricação:**
 - Fabricante: SILVER BAND FILTER
 - País produtor: [Empty]
 - Denomin.tipo: FTR
 - Ano/mês const.: 2001 / [Empty]
 - Nº peça fabric.: [Empty]
 - Nº série: 5916-C

Fonte: Adaptado do SAP/R3 da Petrobras

O planejamento e o controle da manutenção atuam de forma integrada ao SAP/R3; a alimentação do sistema deve ocorrer rotineiramente, para que a sua funcionalidade seja eficaz e capaz de trazer benefícios como: segurança na troca de informações e rapidez na elaboração do planejamento.

Quando os equipamentos e demais ativos são cadastrados no SAP/R3, o sistema permite a geração dos planos de manutenção, com base no histórico, condições operacionais e mecanismos de danos. Isso já ocorre com a manutenção de 80% dos ativos da fábrica.

As estruturas metálicas ainda não possuíam registros no sistema. Por isso não era possível utilizar os recursos que o SAP/R3 proporciona à manutenção. A sugestão da equipe de planejamento foi a de que as estruturas metálicas fossem cadastradas no SAP/R3, a fim de ser o primeiro cadastro de instalações de estrutura metálica na fábrica e garantir uma periodicidade nas manutenções das mesmas.

4.5 Gerenciamento do Projeto

Após essa definição, foi elaborado um projeto para atuar nessa manutenção corretiva planejada. O período do projeto que foi determinado pela gerência da unidade de ureia é de 07/04/2011 á 15/11/2011. O projeto deverá ser gerenciado desde o início, ainda na elaboração; na fase de desenvolvimento, na qual ocorre a execução dos serviços e, por último, na conclusão, quando os serviços já foram concluídos e necessitam de um status do real.

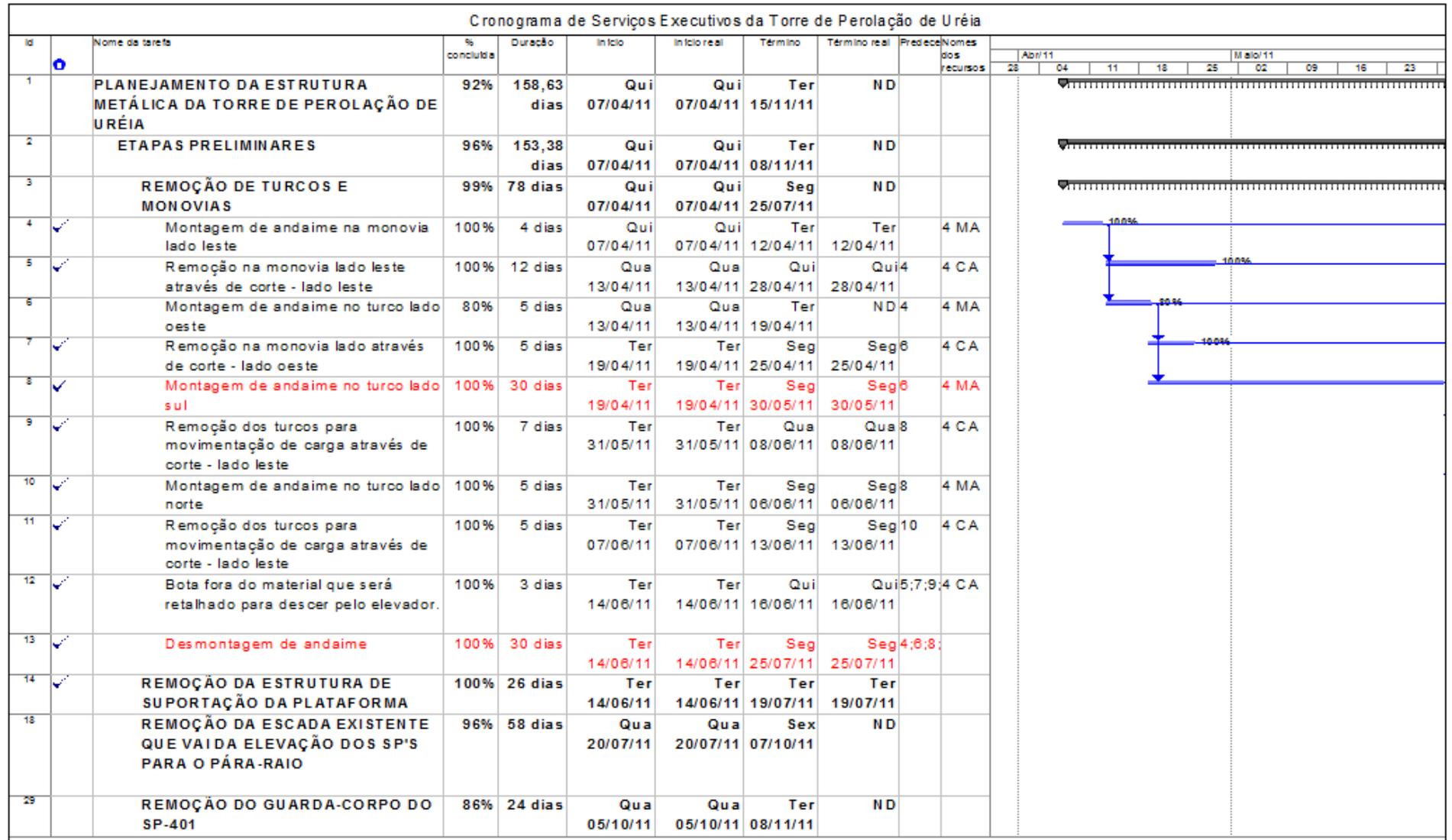
Para esse gerenciamento foi utilizado o *software* MS Project, conforme mostra a Figura 19. As atividades a serem realizadas foram descritas conforme mostrado na terceira coluna da figura. A quarta coluna mostra que 92% de suas atividades previstas foram realizadas. Já a quinta coluna mostra que a duração do projeto foi de 158,63 dias e, por ultimo, a sexta e oitava coluna dessa mesma figura elucida que o projeto teve início no dia 07/04/2011 e foi concluído em 15/11/2011.

Nessa mesma figura, na décima primeira coluna está exposto o recurso de mão de obra, representado por siglas conforme padronizado na fábrica para todos os setores. Ambas as mãos de obra estão apontadas nessa mesma coluna da figura. Já na décima segunda coluna consta uma parte do gráfico de Gantt gerado pelo *software*.

No cronograma apresentado na Figura18 estão algumas tarefas em cor vermelha referenciando os itens 8 e 13. Esses, por sua vez, são destacados por ser o caminho crítico do projeto, ou seja, as tarefas que não poderão sofrer atrasos, pois são as atividades de maior duração do projeto e maior impacto no prazo do projeto por não possuírem folga.

Todas as tarefas críticas e não críticas foram atualizadas com seus avanços físicos, diariamente, na fase de execução do projeto. Essa ação permitiu o gerenciamento do tempo de folga das atividades não críticas. Desse modo, foi possível realizar reprogramações no projeto a fim de concluí-lo na data prevista. O Anexo A mostra o cronograma completo do projeto, elaborado no *software* MS Project.

Figura 19: Cronograma do Projeto de Manutenção Corretiva Planejada



Fonte: Autora (Utilizando o MS Project)

Outro fator que também demandou bom gerenciado foi o recurso referente à mão de obra, pois o planejamento estimou uma quantidade de mão de obra conforme as atividades elaboradas e o prazo do projeto, porém houve alguns desvios no decorrer dos serviços. Vale salientar que um bom gerenciamento de recurso contribui diretamente para o tempo de duração do projeto.

A Tabela 05 foi elaborada para gerar um comparativo de quantidade de mão de obra prevista e real do projeto que teve início no mês de abril e término no mês de novembro. Então, é possível observar que o pico de mão de obra do projeto encontra-se nos meses junho, julho e agosto, com uma mão de obra prevista para 60 pessoas, porém somente 43 estavam contratados.

Tabela 05: Distribuição de mão de obra do projeto por mês

Período Mês - Ano	Mão de Obra Prevista	Mão de Obra Real
abr/11	40	28
mai/11	40	32
jun/11	60	30
jul/11	60	43
ago/11	60	43
set/11	30	26
out/11	20	25
nov/11	20	10
Total	330	237

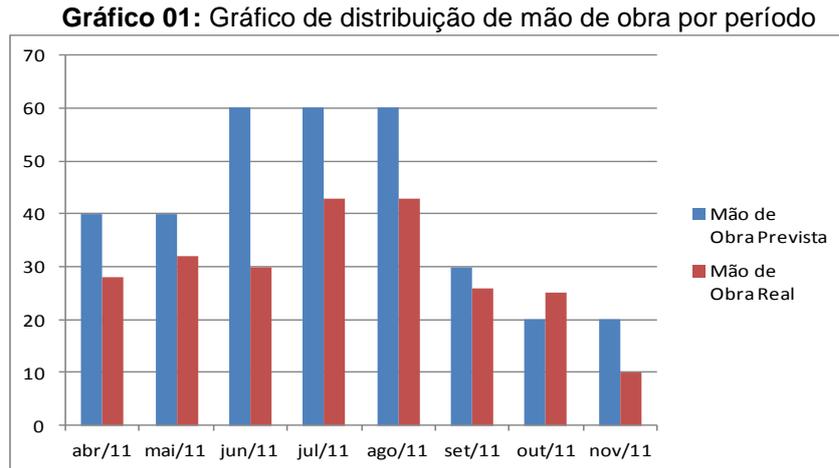
Fonte: Autora

Pode-se observar também na Tabela 05 que a mão de obra total para o projeto era de 330 pessoas e o real foi de 237 pessoas, havendo, portanto, um desvio de 93 pessoas. Desse modo, houve a necessidade de redistribuição dos recursos disponíveis, a fim de priorizar o atendimento principalmente das atividades críticas, de maneira a não afetar o prazo final do projeto.

Baseado nos dados expostos na Tabela 05 foi observado que a ferramenta gráfica adotada no desenvolvimento desse projeto foi o gráfico de colunas agrupadas, que apresenta o comparativo de quantidade de mão de obra prevista e realizada em um período mensal, de abril a novembro. O intuito é visualizar graficamente os desvios da mão de obra nesse período, para que se

possam adotar medidas de demissões ou contratações, a depender da necessidade do projeto.

O Gráfico 01 mostra a distribuição de mão de obra conforme os meses; as colunas azuis representam a mão de obra que era prevista para esse projeto e as colunas vermelhas representam o corpo de funcionários realmente utilizado.



Fonte: Autora

4.5 Resultados

A Figura 20 mostra os serviços do projeto em fase de execução de pré-fabricação das peças a serem substituídas.

Figura 20: Serviços em andamento das estruturas metálicas



Fonte: Autora

Após a conclusão do projeto através da manutenção corretiva planejada, as estruturas metálicas já estavam recuperadas e prontas para serem inseridas em um plano de manutenção preventiva. Todas as informações desse projeto foram alimentadas no SAP/R3, passando a ter histórico de manutenção presente no sistema. Após essa recuperação foi possível perceber uma diferença no número de paralisações indesejadas na torre.

A Tabela 06 mostra um histórico dos anos de 2007 a 2012. O projeto teve conclusão no início de maio de 2011, ou seja, foram sete meses de duração. Por isso, logo no ano de 2011, já foi apresentada uma redução na quantidade de dias parados, conforme se nota na penúltima coluna da tabela mencionada. Por exemplo, comparando-se o ano de 2011 (final do projeto) com o ano de 2009 (antes do projeto) é possível já constatar uma redução de 60% no número de paradas não programadas.

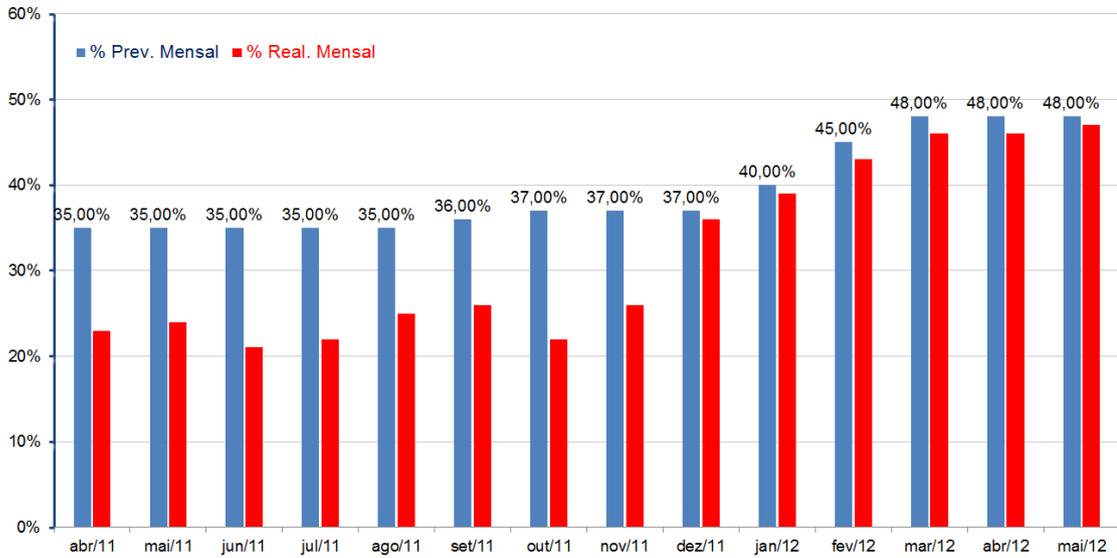
Já no ano de 2012, mostrado na última coluna dessa mesma Tabela 06, esse número de dias parados foi ainda menor. Por esse motivo, o desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle para essas estruturas proporcionou uma contribuição positiva para a empresa, tendo em vista que reduziu o número de dias parados.

Tabela 06: Histórico de paralisação na torre de perolação após o projeto

ITEM	UNIDADE DE URÉIA - TORRE DE PEROLAÇÃO					
	MAIO/2007	MAIO/2008	MAIO/2009	MAIO/2010	MAIO/2011	MAIO/2012
Mês / Ano						
PNPG (dias)	13	15	10	8	4	2
OBS. PPG = PARADA PROGRAMADA						
OBS. PNP = PARADA NÃO PROGRAMADA						

Fonte: Adaptado da gerência de otimização (FAFEN-SE 2011)

Outro resultado positivo adquirido foi o aumento da produção na torre de perolação. O Gráfico 02 mostra um histórico dos últimos meses e facilita um comparativo da produção de ureia prevista e realizada. Ou seja, o antes e o depois da aplicação da manutenção corretiva planejada nas estruturas metálicas. Pode-se observar no gráfico, nas colunas em vermelho, que a partir do mês de dezembro houve um aumento na produção.

Gráfico 02: Histórico de produção de uréia na FAFEN-SE

Fonte: Adaptado da gerência de otimização (FAFEN-SE 2011)

A Figura 21 mostra alguns dos registros fotográficos do resultado positivo alcançado após a aplicação da manutenção corretiva planejada nas estruturas metálicas na torre de perolação.

Figura 21: Serviço concluído nas estruturas metálicas da torre

Fonte: Autora

A redução do número de intervenções indesejadas e o aumento da produção de uréia permitiram à alta administração a percepção de uma tendência na redução dos custos operacionais e o conseqüente aumento na lucratividade.

O posicionamento da Gerência de Planejamento e Controladoria, responsável pelo financeiro, é de que os custos tendam à redução devido às melhorias alcançadas com a aplicação desse projeto, tais como: maior disponibilidade da torre de perolação, mais confiabilidade do processo no acabamento de ureia, melhor utilização dos recursos aplicados e melhor atuação na causa básica dos problemas devido à sua identificação prévia.

A Figura 22 mostra a tela do SAP/R3, relacionada às estruturas da torre de perolação. Nela é visualizado o custo previsto e o real desse projeto. O custo planejado era R\$ 537.677,54 e o custo real total foi de R\$ 631.926,96, ou seja, o custo real total foi aproximadamente 17,5% maior que previsto, principalmente devido ao aumento no custo de pessoal como visto na figura. É possível observar também na figura que houve uma falha no planejamento do custo, nos itens serviços de terceiros e transportes, que foram previstos como zero, porém foram realizados. Apenas a realização do custo de materiais foi menor que o previsto.

Figura 22: Custos da manutenção do projeto

Grupo/Denomin.	CstsEstim.	Csts.plan.	Csts.reais	M.
▼ Custos	0,00	537.677,54	631.926,96 BRL	
• Material	0,00	0,00	882,34 BRL	
• Pessoal / Atividade Interna	0,00	76.077,54	59.010,68 BRL	
• Serviços de Terceiros	0,00	0,00	182,08 BRL	
• Transporte	0,00	0,00	33,80 BRL	

Fonte: Adaptado do SAP/R3 da Petrobras

Na Figura 23, a tela do SAP/R3 mostra que cada item da manutenção possui um código específico para o custo, localizado na primeira coluna da figura citada. Apresentam-se também as respectivas linhas das colunas: classe de custo planejado, total de custos reais e desvio planejado e real para cada um desses códigos.

Figura 23: Descriminação dos custos da manutenção do projeto

Comparação plano/real							
Ordem 2008268300 Torre de Perolação - Subst. Componentes Tipo de ordem ZM01 Ordem de Manutenção Centro 0278 UN FAFEN Planta Laranjeiras SE VersPlanej. 0 Versão planejada/real Dados acumulados Avaliação legal Moeda de empresa/objeto							
Cl.custo	Classe de custo (Texto)	Σ	Total custos planej.	Σ	Total custos reais	Σ	Desvio planej./real
4201000001	MATERIAIS		16.644,96		0,00		16.644,96-
4201000001	MATERIAIS		680,40		0,00		680,40-
4201000001	MATERIAIS		1.357,30		0,00		1.357,30-
4201000001	MATERIAIS		55.465,54		0,00		55.465,54-
4201000001	MATERIAIS		167,28		0,00		167,28-
4201000001	MATERIAIS		130,80		0,00		130,80-
4201000001	MATERIAIS		1.495,26		0,00		1.495,26-
4201000008	MATERIAIS E SOBRESSALENTES PARA MAN...		136,00		38.283,42		38.147,42
4201000008	MATERIAIS E SOBRESSALENTES PARA MAN...		0,00		190,69		190,69
4201000008	MATERIAIS E SOBRESSALENTES PARA MAN...		0,00		130,81		130,81
4201000008	MATERIAIS E SOBRESSALENTES PARA MAN...		0,00		1.357,15		1.357,15
4201000008	MATERIAIS E SOBRESSALENTES PARA MAN...		0,00		680,59		680,59
4201000008	MATERIAIS E SOBRESSALENTES PARA MAN...		0,00		1.723,06		1.723,06
4201000008	MATERIAIS E SOBRESSALENTES PARA MAN...		0,00		16.644,96		16.644,96
4403000007	TRANSPORTE/SERV AQUISIÇÃO E MOVIMEN...		0,00		182,08		182,08
4601001014	ESTORNO DE CRÉDITO DO PIS/PASEP E CO...		0,00		882,34		882,34
6420300001	Ativ.MATERIAL-Manutenção		0,00		10.734,53		10.734,53

Fonte: Adaptado do SAP/R3 da Petrobras

Nesse ano de 2012, já estão contidos no SAP/R3 todos os registros do histórico do projeto realizado. O sistema está sendo alimentado de forma rotineira, a fim de permitir que as próximas manutenções dessas estruturas sejam por ele gerenciadas. A manutenção preventiva das estruturas metálicas da torre de perolação vigorou logo após a conclusão desse projeto, no final do ano de 2011.

5. CONCLUSÃO

O planejamento e controle da manutenção é um instrumento precioso em qualquer ramo a ser aplicado. Saber o momento ideal para intervir em um equipamento de uma unidade de produção é considerado um diferencial no atual mercado extremamente competitivo, pois a partir do momento em que uma empresa possui um ambiente onde o planejamento e o controle da manutenção não funcionam, essa organização irá sofrer com prejuízos em termos de produtividade, tempo e, conseqüentemente, lucratividade.

Inserida nesse contexto, foi analisada a implantação do planejamento e controle da manutenção nas estruturas metálicas da torre de perolação de ureia na FAFEN-SE.

De acordo com os objetivos inicialmente propostos, o ponto de partida foi mapear o processo de manutenção atual utilizado na fábrica através de fluxogramas de processo nos quais foi possível visualizar como funcionam as intervenções programadas e não programadas na empresa.

Diversos impactos foram caracterizados devido à ausência do plano de manutenção. Os primeiros deles foram os registros fotográficos que mostravam as estruturas metálicas com um alto grau de corrosão. Foi observado o número de dias parados devido à ausência do plano, cuja consequência maior configurou-se em perdas de produção que impactaram diretamente nos custos.

A fim de averiguar a causa raiz dessas perdas, foi elaborado um diagrama de Ishikawa, o qual gerou resultados direcionados a um plano de ação. Os resultados desse plano de ação foram tratados de tal modo que ficou definida a inserção do plano de manutenção nas estruturas. A intenção primordial é a de dirimir os tantos impactos que a manutenção corretiva não planejada vinha causando à fábrica.

Baseado na situação em que se encontravam as estruturas foi definida a adoção de um projeto de manutenção corretiva planejada, a fim de sanar os riscos associados à segurança do trabalho, antes de implantar o plano de manutenção preventiva. O projeto teve duração de sete meses e, após seu término, as estruturas

passaram a possuir um plano de manutenção preventiva gerenciada através do SAP/R3.

Desse modo, observou-se que, após o desenvolvimento desse modelo de planejamento e controle de manutenção, diversas melhorias foram alcançadas na fábrica: antecipação prévia das potenciais falhas na torre de perolação, padronização dos serviços de manutenção, criação de dados históricos que proporcionou a obtenção de documentações e rastreabilidade das manutenções. As paradas indesejadas foram reduzidas na torre de perolação e, conseqüentemente, houve um aumento de produção de ureia.

Portanto, os resultados apresentados mostram que os objetivos referenciados neste estudo de caso foram alcançados, apresentando benefícios à continuidade operacional com tendências à redução de custos para a FAFEN-SE.

REFERÊNCIAS

BRASSARD, Michael. **Qualidade: Ferramentas para uma Melhoria Contínua**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1991.

BRANCO FILHO, **A organização, o planejamento e controle da manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2008.

BRANCO FILHO, G. A **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 1996.

GOLDENBERG, Mirian. **A Arte de Pesquisar**. 9. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2005.

GIDO, J. e CLEMENTS, P J. e. **Gestão de Projetos**. 3. ed. São Paulo: Qualitymark, 2011.

GONÇALVES, Paulo Maurício Calvalcanti *et al.* **Processo de produção de Uréia** 1. ed. Rio de Janeiro: Petróleo Brasileiro S.A, 2005.

LIMA JUNIOR, Alimir Wirth. **Projetando – Reprojetoando & Controlando com Microsoft Project 2003**. Rio de Janeiro: Editora Copyright, 2004.

MARSHALL JUNIOR, Isnard *et al.* **Gestão da Qualidade**. 8. ed.. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: PINI, 2010.

MELO, Gilberto. **Fábrica de vida**. Salvador: Um pontodois studios e produções, 2003.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operação**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MIGUEL, Paulo A. Cauchick. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas**. 1. ed. São Paulo: Editora Artliber, 2001.

NAZARETH, Helenalda Resende de Souza. **Curso Básico de Estatística**. 12º ed São Paulo: Editora Ática, 2003.

PEREIRA, Maurício Fernandes. **Planejamento Estratégico (teoria, modelos e processos)**. São Paulo: ATLAS, 2010.

PETROBRAS. **N-0279**: Projeto de Estruturas Metálicas. Maio, 2011.

PETROBRAS. **N-1550**: Pintura de Estrutura Metálicas. Julho, 2012.

PETROBRAS. **PP-3AS-00003-A**: manual de planejamento de intervenções para manutenção, 2011.

PETROBRAS. **Planilha de controle de paralisações - FAFEN-SE** / otimização, 2011.

PETROBRAS. **Apresentação para visitantes - FAFEN-SE** / comunicação, 2010.

PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Manutenção: Função Estratégica** 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Síntese de Uréia** 1. ed. Rio de Janeiro: Petróleo Brasileiro S.A, 2004.

PRADO, Darci Santos do. **PERT / CPM**. 1. ed. Volume 4 Belo Horizonte: DG, 1998.

PMBOK. **Guia PMBOK**: Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. 3. ed. Pennsylvania / EUA: Project Management Institute, Inc., 2008.

ROESCH, S. M. Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em Administração**: guia para estágios, trabalho de conclusão, dissertações e estudos de caso. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, Lenaldo Andradre *ET al.* **Petrobras fertilizando o Brasil.** 1 ed. Aracaju: Sociedade Semear 2007.

STEVENSON, Willian J. **Administração das Operações de Produção.** 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

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

TELLES, Pedro C. Silva. **Materiais para Equipamentos de Processo.** 6. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

VARGAS, Ricardo Viana. **Manual prático do plano de projeto.** 4. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

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

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

ANEXOS

ANEXO A - Cronograma do projeto, elaborado no software MS Project