

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FELIPE PRESTES KOLOSQUE

**GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO EM UMA USINA TERMELÉTRICA:
ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O SOFTWARE SAP/R3**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BAGÉ - RS

2014

FELIPE PRESTES KOLOSQUE

**GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO EM UMA USINA TERMELÉTRICA:
ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O SOFTWARE SAP/R3**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé.

Orientador: Professor Me. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho

BAGÉ - RS

2014

FELIPE PRESTES KOLOSQUE

**GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO EM UMA USINA TERMELÉTRICA:
ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O SOFTWARE SAP/R3**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé.

Trabalho defendido e aprovado em 21 de outubro de 2014.

Banca examinadora:

Prof. Me. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho
Orientador
Engenharia de Produção – UNIPAMPA

Prof. Me. Cesar Antônio Mantovani
Avaliador
Engenharia de Produção – UNIPAMPA

Prof. Me. Vanderlei Eckhardt
Avaliador
Engenharia de Produção - UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, meus sinceros agradecimentos à minha esposa Marisa, pelo amor, consideração, constante estímulo, inestimável paciência, ajuda em todas as etapas do trabalho, suportando a ausência pelo meu horário de serviço, acrescidas pelas aulas ministradas à noite e ainda por compreender serem necessários os estudos constantes nas noites e nos fins de semana, que foram fundamentais à elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, Luiz Henrique e Sara, pelo carinho, pela educação e pelo caráter que ajudaram na minha formação.

Ao professor orientador Maurício Carvalho, pelo auxílio e orientação na execução deste trabalho, que sem ele, certamente, esta tarefa seria muito mais árdua.

Aos meus colegas de trabalho da Eletrobrás CGTEE, que sempre me incentivaram em toda carreira acadêmica.

E aos meus professores e colegas de graduação, pelas experiências que certamente, enriqueceram meu conhecimento nesta etapa da vida.

RESUMO

Os sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) são softwares de integração de dados e processos que revolucionaram a interação entre as pessoas, processos e o fluxo de informação nas organizações. O setor de planejamento das atividades de manutenção tem se beneficiado dos serviços suportados pelos sistemas ERP. Este estudo tem como objetivo sugerir melhorias no processo de planejamento das atividades da manutenção em uma empresa do setor elétrico através de um sistema ERP, buscando identificar como são realizados os processos de planejamento das atividades de manutenção na empresa. Os dados para a elaboração desta pesquisa foram coletados através do método de pesquisa participante, método este que possibilitou, através da interação do autor com os funcionários de diversos setores da empresa onde realizou-se o presente trabalho, identificar quais os principais fatores que poderiam ser explorados para se atingir os objetivos propostos. O software escolhido para a execução foi o SAP R/3, pelo fato do mesmo já ser utilizado na empresa, e por esse motivo, facilitar a aplicação das melhorias propostas como também, a comunicação com outros setores da empresa que usufruem de outros módulos do mesmo software. Por fim, objetivo de sugerir melhorias no processo de manutenção da empresa foi atingido através do detalhamento de cada atividade, para posterior explicitação das informações necessárias para a realização das mesmas e a elaboração de sugestões de melhorias para cada atividade e as responsabilidades de cada setor.

Palavras-chave: ERP, Manutenção Industrial, Melhoria de Processos.

ABSTRACT

ERP (Enterprise Resource Planning) systems consist of data and processes integration softwares that have radically changed interaction among people, processes and information flow in organizations. The maintenance activities planning sector has benefited from the services provided by the ERP systems. This study aims at improving the process of maintenance activities planning in an electric power company by applying an ERP system. To do so, it will be sought to identify the way how the aforementioned processes are executed so as to suggest improvements. The data for the preparation of this study were collected through the participatory research method, this method made possible through the interaction of the author with officials from various sectors of the target company, identify the key factors that could be exploited to achieve proposed objectives. The chosen software for execution was SAP R/3 due to the fact that this is already used in the company, what makes the application of the suggested improvements easier as well as the communication with the other sectors of the company that make use of other modules of the same software. Finally, aim to suggest improvements in the company's maintenance process was achieved through the details of each activity, for further explanation of the information necessary to carry out the same and preparing suggestions for improvements for each activity and the responsibilities of each sector.

Key-words: ERP, Industrial Maintenance, Processes Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A eletricidade e sua importância para a sociedade	15
Figura 2 - Fluxograma de uma usina termelétrica a vapor.....	20
Figura 3 - Representação de uma usina termelétrica convencional.....	21
Figura 4 - Total de energia elétrica produzida no planeta em 2010	21
Figura 5 - Países com maiores reservas de carvão em 2007.....	22
Figura 6 - Capacidade instalada de geração elétrica por tipo de usina.....	23
Figura 7 - Localização das jazidas de carvão mineral no Brasil	24
Figura 8 - Localização das usinas termelétricas no Brasil.....	25
Figura 9 - Empresas do grupo Eletrobrás	26
Figura 10 - Usina Presidente Médici	27
Figura 11 - Evolução da manutenção	30
Figura 12 - Tipos de manutenção	31
Figura 13 - Desempenho x Manutenção corretiva não planejada	32
Figura 14 - Desempenho x Manutenção preventiva.....	34
Figura 15 - Desempenho x Manutenção preditiva	35
Figura 16 - Desempenho x Manutenção tempo de operação	37
Figura 17 - Os oito pilares do programa TPM	39
Figura 18 - Melhorias focadas	39
Figura 19 - Manutenção Planejada	41
Figura 20 - Pilar educação e treinamento	42
Figura 21 - As seis grandes perdas	44
Figura 22 - Funcionalidades de um ERP.....	49
Figura 23 - Módulos sistema SAP R/3	51
Figura 24 - Fluxograma do planejamento da manutenção na CGTEE.....	58
Figura 25 - Modelo de um processo	59
Figura 26 - Melhorias na criação de Nota de Avaria.....	75
Figura 27 - Melhorias na criação de uma Ordem de Serviço	76
Figura 28 - Melhorias no recebimento das ordens, classificação dos serviços necessários, e alocação de pessoal.....	77
Figura 29 - Melhorias no pedido de liberação de equipamento para manutenção	78
Figura 30 - Melhorias na liberação de equipamento para manutenção	79
Figura 31 - Melhorias na execução da manutenção	80

Figura 32 - Melhorias nos testes dos equipamentos	81
Figura 33 - Melhorias na liberação do Equipamento para o setor de operação.....	82
Figura 34 - Melhorias na finalização da Nota de Avaria no sistema.....	83

Nenhuma entrada de índice de ilustrações foi encontrada. LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade instalada de geração térmica, dez maiores países.....22

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABAP - Advanced Business Application Programming

AM - Fixed Assets Management

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CGTEE - Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

CO – Controlling

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

ERP - Enterprise Resource Planning

HR - Human Resources

IBM - International Business Machines

IF - Financial Accounting

IS - Industry Solutions

JIPE - Japan Institute of Plant Engineers

JIPM - Japan Institute of Plan Maintenance

MCC - Manutenção Centrada em Confiabilidade

MM - Material Management

MRP - Manufacturing Resources Planning

NUTEPA - Nova Usina Termelétrica de Porto Alegre

OM – Ordem de Manutenção

OS – Ordem de Serviço

PM - Plant Maintenance

PP - Production Planning

POP – Procedimento operacional padrão

PS - Project System

QM - Quality Management

RH - Recursos Humanos

SAP R/3 - Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung

SD - Sales and Distribution

SDCD - Sistemas Digitais de Controle Distribuídos

TPM - Total Productive Maintenance

UTPM - Usina Termelétrica Presidente Médici

WF - Workflow

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	16
1.2	Objetivo geral	16
1.3	Objetivos específicos	16
1.4	Estrutura do trabalho	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	A Energia elétrica	18
2.1.1	Usinas termelétricas	19
2.1.3	Usinas termelétricas no Brasil	23
2.1.4	A Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica	25
2.1.5	Usina Termelétrica Presidente Médici	26
2.2	Manutenção industrial	27
2.2.1	A evolução histórica da manutenção	27
2.2.1.1	A primeira geração	28
2.2.1.2	A segunda geração	28
2.2.1.3	A terceira geração	28
2.2.1.4	A quarta geração	29
2.2.2	Tipos de manutenção	30
2.2.2.1	Manutenção corretiva	31
2.2.2.1.1	Manutenção corretiva não planejada	31
2.2.2.1.2	Manutenção corretiva planejada	32
2.2.2.2	Manutenção preventiva	33
2.2.2.3	Manutenção preditiva	34
2.2.2.4	Manutenção detectiva	35
2.2.2.5	Engenharia de manutenção	36
2.3	Manutenção Produtiva Total (TPM)	37
2.3.1	Histórico da TPM	37
2.3.2	Objetivos da TPM	37
2.3.3	Os pilares da TPM	38
2.3.3.1	Melhorias Focadas ou Específicas	39
2.3.3.2	Manutenção autônoma	40
2.3.3.3	Manutenção planejada	40

2.3.3.4	Educação e treinamento	41
2.3.3.5	Controle inicial.....	42
2.3.3.6	Manutenção da qualidade.....	42
2.3.3.7	TPM Office ou Administrativo.....	43
2.3.3.8	TPM - Segurança, Higiene e Meio Ambiente.....	43
2.4	TPM: As seis grandes perdas na manutenção	44
2.4.1	Perda por parada acidental	44
2.4.2	Perda por <i>set-up</i>	45
2.4.3	Perda por espera momentânea	45
2.4.4	Perda por queda de velocidade	45
2.4.5	Perda por defeitos de produção.....	45
2.4.6	Perda por queda de rendimento.....	46
2.5	Sistemas ERP	46
2.5.1	Definição de ERP	47
2.5.2	Funcionamento de um ERP	48
2.5.3	SAP R/3.....	49
2.5.4	Módulos do SAP R/3	50
3	METODOLOGIA	53
3.1	Caracterização da pesquisa	53
3.2	Seleção e abordagem	54
3.3	Coleta dos dados	54
3.4	Limitações do método.....	56
4.	RESULTADOS DA PESQUISA	57
4.1	Mapeamento do processo de manutenção	57
4.2	Detalhamento do planejamento da manutenção	59
4.2.1	Criação de nota de avaria	59
4.2.2	Criação de uma ordem de serviço	61
4.2.3	Recebimento das ordens, classificação dos serviços necessários, e alocação de pessoal.....	63
4.2.4	Pedido de liberação de equipamento para manutenção.....	65
4.2.5	Liberação de equipamento para manutenção.....	66
4.2.6	Execução da manutenção	68
4.2.7	Teste do Equipamento.....	69
4.2.8	Liberação do equipamento para o setor de operação	71

4.2.9	Finalização da Nota de avaria no sistema.	73
4.3	Análise dos resultados	74
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
5.1	Conclusões da pesquisa	84
5.2	Limitações da pesquisa	85
5.3	Sugestões para pesquisas futuras	85
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

1 INTRODUÇÃO

Entre todas as formas de energia, a energia elétrica é a que melhor se adapta e se insere na vida moderna. A eletricidade é a fonte de energia mais nobre e mais versátil, se fazendo presente em todos os usos na vida contemporânea, é a que mais contribuí para o desenvolvimento e o bem-estar da sociedade (VENTURA, 2013).

Em razão da melhoria do padrão de vida da população e conseqüentemente o aumento do consumo de energia elétrica, se torna essencial o planejamento de políticas para garantir a segurança no suprimento de energia necessária para o desenvolvimento social e econômico da sociedade (MARTINS et al., 2008).

Segundo a nota técnica DEA 22/12 “Projeção da Demanda de Energia Elétrica para os Próximos Dez Anos”, produzida pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a demanda de energia elétrica brasileira deverá crescer a uma taxa média de 4,8% ao ano, saindo de um patamar de consumo total de 456,5 mil GWh no ano de 2010 para 730,1 mil GWh até 2020.

Ainda segundo a EPE, no Brasil cerca de 75% da eletricidade gerada, provém de usinas hidrelétricas, no entanto, com as restrições crescentes na construção deste tipo de usina, a participação das usinas termelétricas terá que aumentar para dar mais segurança no atendimento da demanda de eletricidade (CHIPP, 2013).

O momento atual mostra-se como uma situação de transição econômica, onde que a gestão pró-ativa do conhecimento ganhou um papel central, exigindo das empresas uma transformação urgente nos seus comportamentos e colocando a inovação como condição básica e necessária à competitividade (BUENO et al., 2004).

A gestão do conhecimento tem por objetivo maximizar a utilização do conhecimento em conjunto com ferramentas de tecnologia da informação, proporcionando uma vantagem estratégica para as empresas que adotam esses métodos. Quanto maior for o número de informações disponíveis, e melhor for a gestão de tais informações, maiores serão os benefícios em termos de lucratividade, produtividade e, conseqüentemente, competitividade (BUENO et al., 2004).

Para auxiliar as práticas de gestão das informações em uma organização pode-se adotar um sistema ERP (Enterprise Resource Planning, ou Sistemas Integrados de Gestão Empresarial), buscando assim, aperfeiçoar o fluxo de informações e possibilitar a tomada de decisões com bases que refletem a realidade da empresa, resultando em ganhos de produtividade e em maior velocidade de resposta da organização (CASTRO, 2012).

Nesse contexto este trabalho visa identificar e relacionar um método para melhoria das práticas de manutenção em uma usina termelétrica, com o objetivo de aperfeiçoar o uso de um software ERP que já está em uso para auxiliar a gestão da manutenção. Como benefício nas práticas de manutenção será buscado melhorias nos indicadores como disponibilidade dos equipamentos, aproveitamento da mão de obra existente e melhoria nos fluxos dos processos.

1.1 Justificativa

Para o planejamento da manutenção em uma empresa é necessário o conhecimento do funcionamento da empresa e das influências por ela percebida nas mudanças dos ambientes nos aspectos políticos, econômicos, sociais e tecnológicos, visando mantê-la sempre em condições de competição com a concorrência. Nesse contexto se torna fundamental para a empresa que o planejamento da manutenção seja executado de uma forma lógica e estudado (CAVALANTI; CARDOSO, 2013).

A manutenção precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. Não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção ou o não fornecimento de um serviço (KARDEC; CARVALHO, 2002).

Neste contexto, o trabalho mostra-se relevante, pois procura propor soluções para melhorar as técnicas de manutenção praticadas na empresa alvo do estudo. No decorrer do trabalho se procurará através da busca do conhecimento, identificar como tais práticas podem ser aperfeiçoadas, buscando melhorar os resultados obtidos pela empresa.

1.2 Objetivo geral

Propor melhorias no processo de planejamento da manutenção por meio do sistema SAP/R3 em uma usina termelétrica.

1.3 Objetivos específicos

- a) estudar os tipos de manutenção empregados na usina termelétrica;
- b) apresentar o Sistema Integrado de Gestão Empresarial (ERP) utilizado na empresa;

- c) analisar como são realizados os processos de planejamento de manutenção;
- d) sugerir melhorias no processo de gerenciamento da manutenção.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é estruturado em cinco capítulos.

No capítulo 1 é apresentada uma contextualização sobre a importância da energia elétrica na sociedade, e também como a gestão do conhecimento e o planejamento das práticas de manutenção podem melhorar os resultados do setor elétrico. Neste capítulo também são descritos, os objetivos e a justificativa do tema.

O capítulo 2 trata sobre a revisão da literatura, abordando os temas que são relevantes ao estudo, como: produção de energia elétrica, descrição de uma termelétrica, a descrição da empresa alvo do estudo, histórico da manutenção e a descrição do sistema SAP/R3.

No capítulo 3 é apresentada a metodologia aplicada no estudo, bem como a caracterização do trabalho e a forma da coleta dos dados na empresa.

No capítulo 4 são apresentados os resultados da pesquisa, que compreende o mapeamento do processo de manutenção e também o detalhamento do planejamento da manutenção na empresa.

No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais do trabalho, compreendendo as conclusões percebidas do trabalho, bem como suas limitações, e também as sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

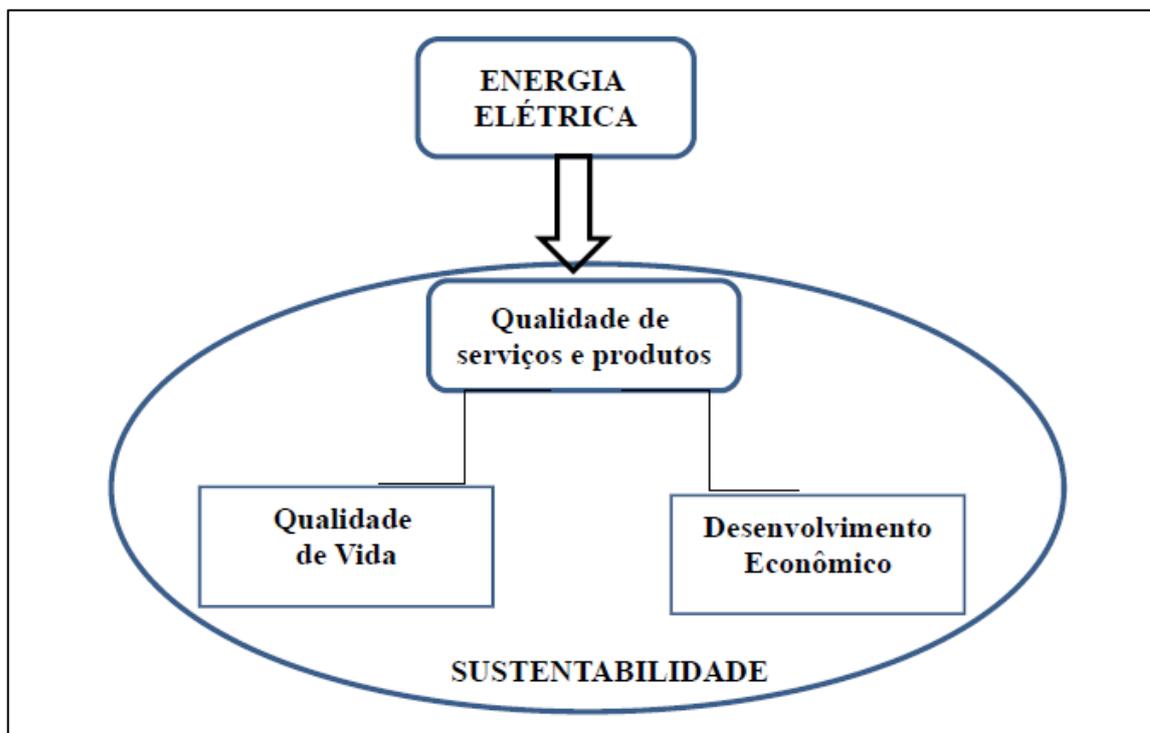
2.1 A Energia elétrica

Desde a sua descoberta, a energia elétrica sempre ocupou lugar de destaque, dada a sua importância para a qualidade de vida e para o progresso econômico na sociedade onde está inserida (SANTOS, 2013).

A eletricidade é uma das mais nobres formas de energia, devido às suas características de geração, transporte, distribuição e utilização, ela se tornou uma das formas de energia mais universais e difundindo o seu uso pela humanidade (VENTURA, 2013).

Para Barbosa et al. (2013), na sociedade contemporânea a eletricidade é um direito humano fundamental tendo como propósito assegurar a promoção de condições dignas de vida humana e de seu desenvolvimento. Eletricidade é a forma de energia dominante para o desenvolvimento das telecomunicações, tecnologia da informação, e para a produção de bens e serviços, conforme mostrado na figura 1.

Figura 1 – A eletricidade e sua importância para a sociedade



Fonte: Barbosa (2013)

2.1.1 Usinas termelétricas

Usinas termelétricas produzem energia elétrica através da conversão de energia térmica em energia mecânica, e desta, em energia elétrica. (BURATTINI, 2008).

Na produção de energia térmica usa-se a energia química proveniente de combustíveis fósseis, como carvão mineral e gás natural, ou usa-se a energia radioativa dos combustíveis radioativos, como o urânio, nestas últimas denominadas usinas nucleares (TOLMASQUIM, 2005).

Segundo Tolmasquim (2005), as usinas termelétricas não nucleares podem usar dois métodos de combustão:

- a) combustão externa: o combustível da queima não entra em contato direto com o fluido de trabalho, normalmente utiliza-se água desmineralizada como fluido de trabalho, que após a troca térmica com a queima do combustível, se expande na forma de vapor e é direcionado para as pás da turbina.
- b) combustão interna: a energia para a movimentação da turbina se dá através da combustão que se efetua sobre a mistura entre ar e combustível, o fluido de trabalho são os gases resultantes dessa combustão, que se expandirão para movimentar a turbina.

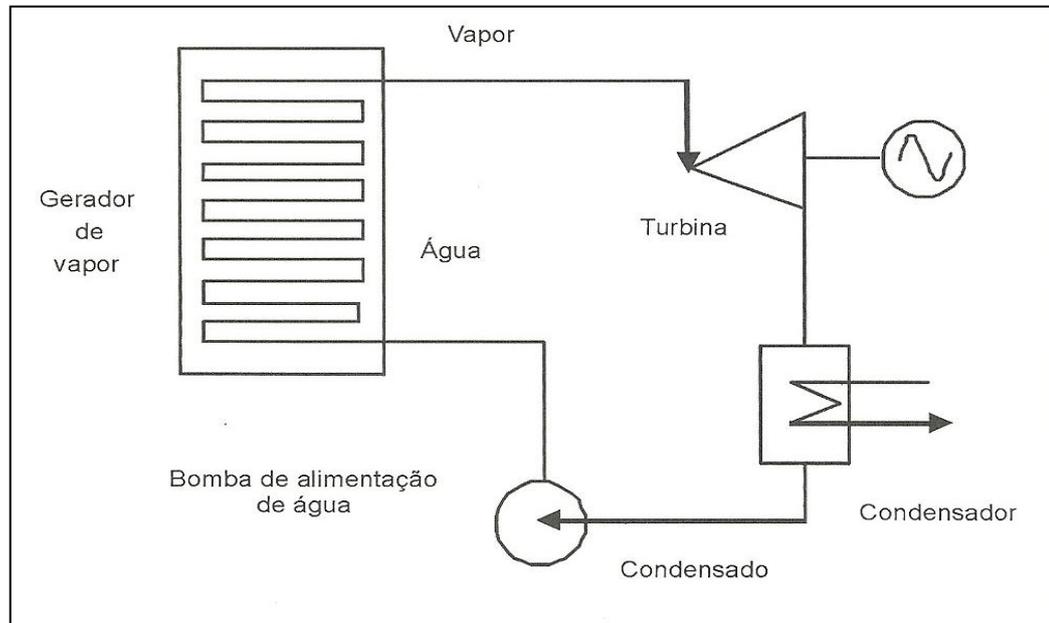
De acordo com Dias, Balestieri e Mattos (2006), o funcionamento de uma usina termelétrica à combustão externa independente do combustível que é utilizado na queima, desta forma, pode-se utilizar diversos tipos de combustíveis, tais como:

- a) óleo combustível;
- b) óleo diesel;
- c) carvão;
- d) gás natural biomassa (lenha, bagaço de cana, lixo).

O fluido de trabalho que é usado em uma usina termelétrica é a água desmineralizada (TOLMASQUIM, 2005), esta água é bombeada para o interior da caldeira aonde ela vai gradualmente recebendo energia proveniente da queima do combustível. A troca térmica se dá quando a água vai passando pelos aquecedores (conjunto de tubos) no interior da caldeira, até esta água se transformar em vapor. O vapor produzido na caldeira expande-se, transformando energia térmica em energia mecânica, sendo direcionado à turbina que está acoplada mecanicamente ao rotor do turbo alternador, produzindo assim a energia elétrica. O vapor que realizou trabalho na turbina é reaproveitado pelo processo através da passagem deste pelo

condensador, transformando-se em condensado (líquido) e sendo bombeado novamente para a caldeira. (TOLMASQUIM, 2005).

Figura 2 – Fluxograma de uma usina termelétrica a vapor



Fonte: Tolmasquim (2005)

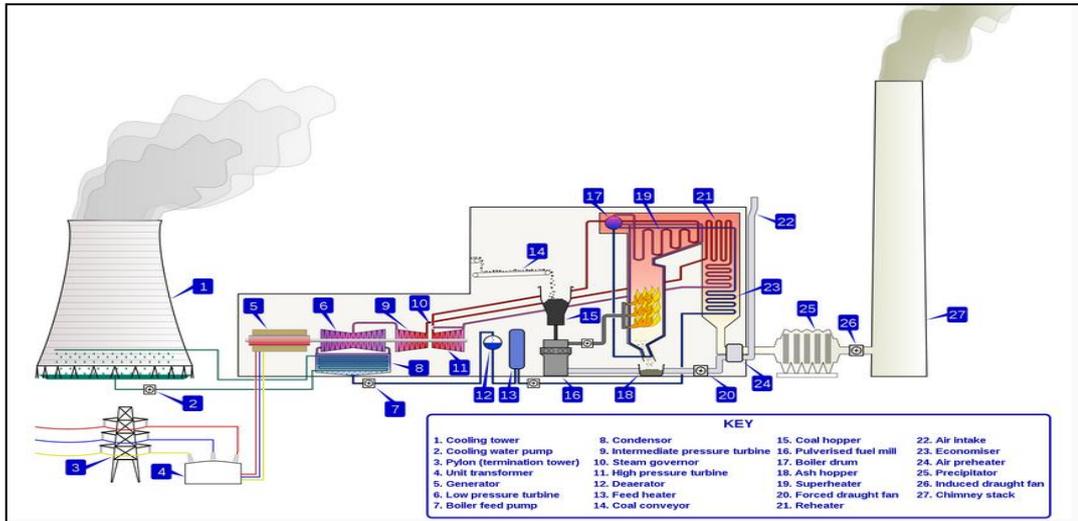
De acordo com a figura 2, o processo em uma usina termelétrica compreende quatro passos principais:

- a) bombeamento de água, através das bombas de alimentação;
- b) fornecimento de calor pelos gases da combustão do combustível para produzir vapor;
- c) expansão do vapor, fornecendo energia mecânica ao rotor da turbina que está acoplada ao gerador elétrico;
- d) rejeição do calor pelo vapor no condensador, e o retorno para sua condição inicial, ou seja, estado líquido, o qual retorna para o gerador de vapor, através das bombas de alimentação, fechando assim o ciclo.

Para minimizar os efeitos contaminantes da combustão na caldeira sobre as redondezas, as usinas termelétricas dispõem de chaminés de grandes alturas que podem chegar a 300 metros, e de alguns precipitadores que retêm as cinzas e outros resíduos voláteis da combustão. As cinzas são recuperadas para aproveitamento em processos de metalurgia e no campo da construção civil (PRADO, 2012).

Na figura 3 temos a representação esquemática de uma usina termelétrica convencional e suas principais partes integrantes.

Figura 3 - Representação de uma usina termelétrica convencional

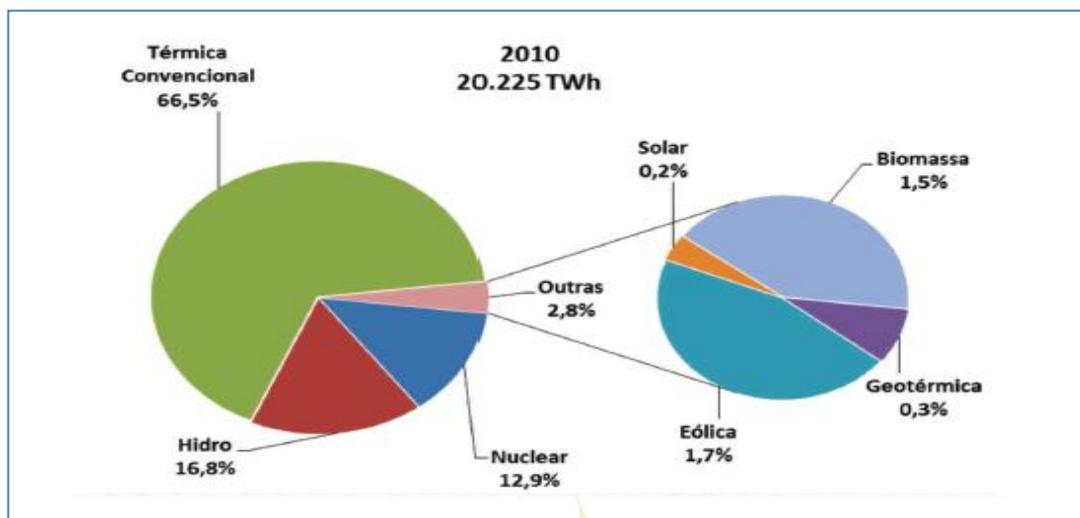


Fonte: Portal UOL¹

2.1.2 Produção de energia termelétrica no mundo

As usinas termelétricas convencionais (não nucleares) são as mais comuns no planeta, segundo o anuário estatístico de energia elétrica de 2013, no ano de 2010 elas representavam cerca de 66,5% do total de energia elétrica produzida no planeta, de acordo com a figura 4.

Figura 4: Total de energia elétrica produzida no planeta em 2010

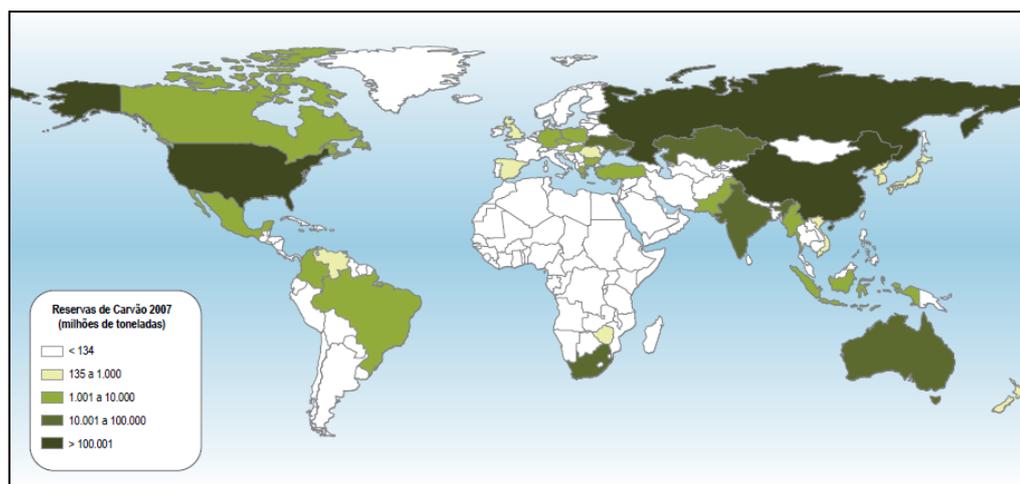


Fonte: Anuário estatístico da energia elétrica (2013)

¹ Disponível em: adrenaline.uol.com.br/forum/papo-cabeca/333651-sala-de-controle-de-uma-usina-

As usinas térmicas convencionais fazem uso principalmente do carvão mineral e do petróleo como fontes de energia. Isso explica o predomínio desse tipo de usina nos países e regiões ricas em carvão ou petróleo, como a China, continente Europeu e Américas, como mostrado na figura 5.

Figura 5: Países com maiores reservas de carvão em 2007



Fonte: ANEEL (2008)

Na tabela 1 podemos observar que os países que tem a maior capacidade instalada de geração de energia à base de termelétricas são aqueles que possuem também as maiores reservas de carvão mineral.

Tabela 1- Capacidade instalada de geração térmica, dez maiores países

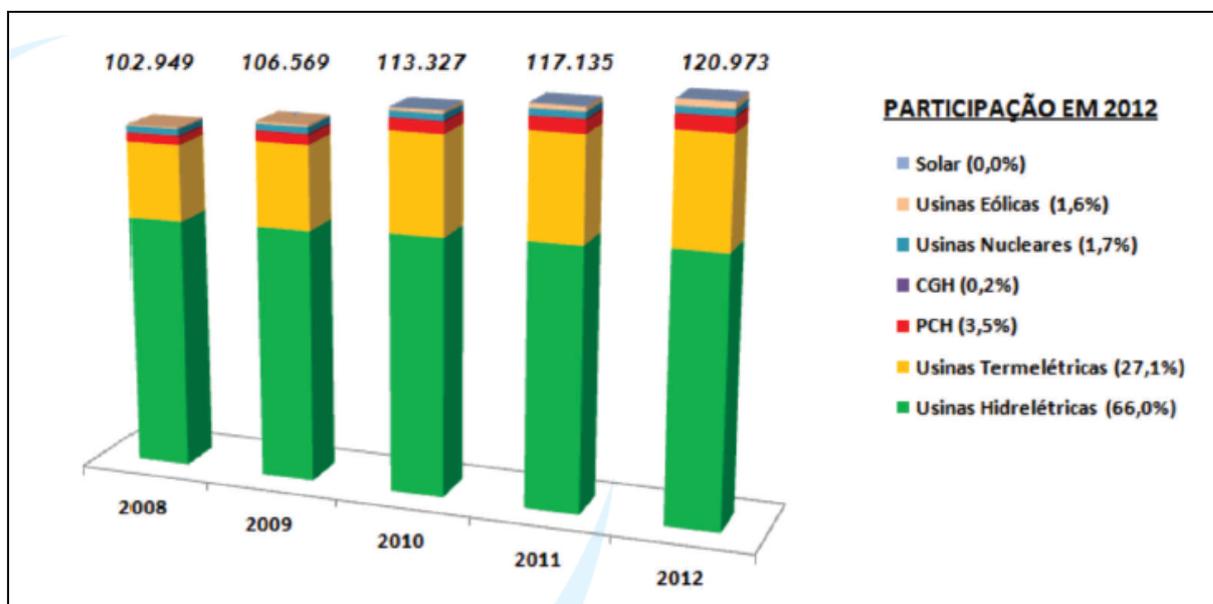
	2006	2007	2008	2009	2010	Δ% (2010/09)	Part. % (2010)
Mundo	2.885,1	3.002,2	3.097,8	3.221,1	3.354,4	4,1	100,0
Estados Unidos	761,6	764,0	770,2	774,3	782,2	1,0	23,3
China	484,1	554,5	601,3	652,1	706,6	8,4	21,1
Japão	176,3	176,9	179,3	181,7	182,4	0,4	5,4
Rússia	151,5	153,3	152,7	153,8	156,7	1,9	4,7
Índia	107,8	117,8	121,9	132,4	147,2	11,2	4,4
Itália	64,3	67,5	71,0	71,1	72,5	1,8	2,2
Reino Unido	64,8	64,8	65,0	65,8	70,5	7,2	2,1
Alemanha	74,8	72,9	74,5	74,1	70,4	-5,0	2,1
Coreia do Sul	46,5	49,8	55,8	56,3	60,2	6,8	1,8
Irã	41,1	43,7	45,2	48,4	53,5	10,6	1,6
Outros	912,3	937,0	960,9	1.011,1	1.052,3	4,1	31,4
Brasil	20,4	21,2	24,0	25,4	28,8	13,5	0,9

Fonte: EPE (2013)

2.1.3 Usinas termelétricas no Brasil

De acordo com o Atlas de energia elétrica do Brasil, produzido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em 2008, com a possibilidade de exploração das reservas e o desenvolvimento de tecnologias para a redução de emissão de poluentes, juntamente com a necessidade de expansão e maior confiabilidade dos sistemas elétricos indicam que a geração de energia elétrica a partir de termelétricas continuará sendo uma das principais fontes de geração de energia elétrica no Brasil, conforme mostrado na figura 6.

Figura 6 - Capacidade instalada de geração elétrica por tipo de usina



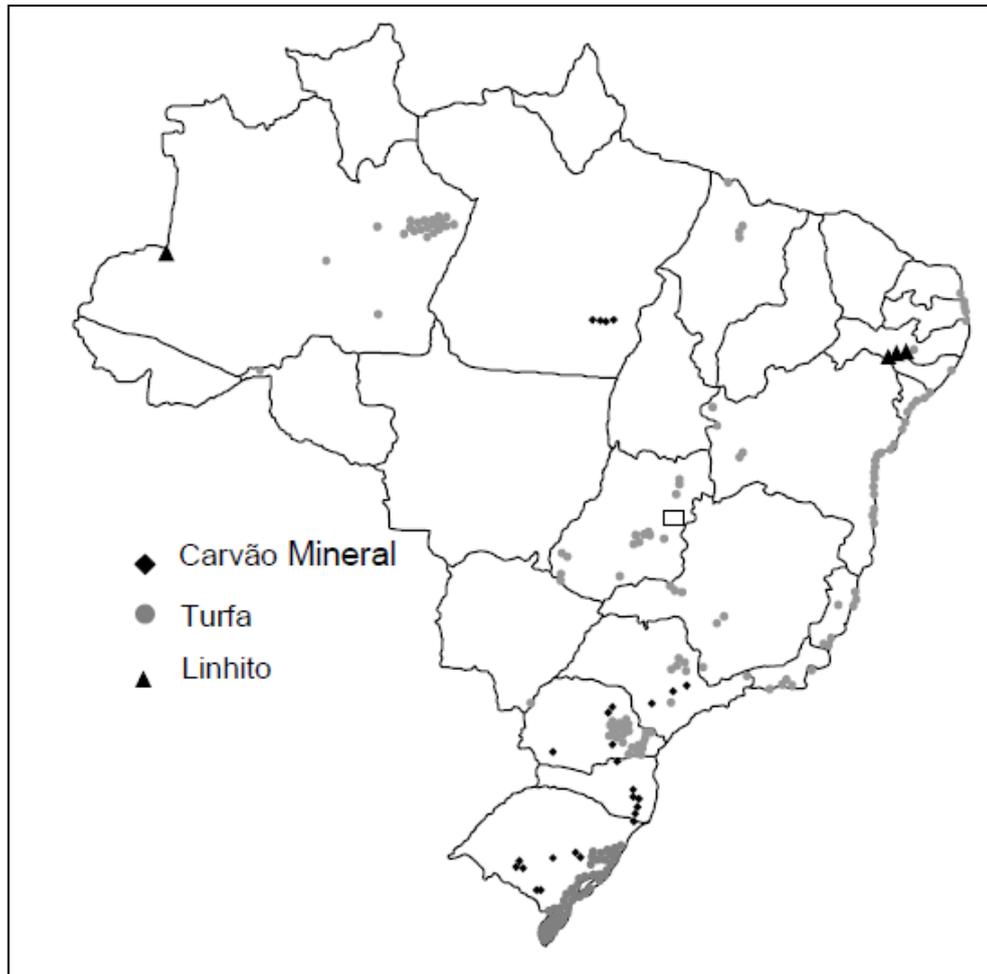
Fonte: EPE (2013)

No Brasil, as regiões sul e sudeste esgotaram virtualmente todo o principal potencial hidrelétrico disponível, tornando necessárias novas fontes de energia primária. A geração de energia por usinas termelétricas torna-se um grande atrativo para o setor elétrico nacional. Os custos de capital são relativamente baixos, os projetos podem ser implementados rapidamente e permitem economia em investimentos nas obras de transmissão, uma vez que usinas térmicas normalmente podem ser localizadas perto do local de consumo (ANEEL, 2008).

Ainda segundo o Atlas de energia elétrica do Brasil (ANEEL, 2008), as reservas brasileiras de carvão são mais pobres em poder calorífico e com alto grau de impurezas, impedindo assim do ponto de vista econômico, o seu beneficiamento e o seu transporte, obrigando assim que a geração de energia seja feita praticamente na boca da mina.

De acordo com Oliveira (2009), as maiores jazidas se encontram nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e as menores no Paraná, São Paulo e Pará, conforme mostrado na figura 7.

Figura 7 – Localização das jazidas de carvão mineral no Brasil



Fonte: Oliveira (2009)

Do volume de reservas de carvão mineral o Rio Grande do Sul responde por 89,25% do total existente no país, Santa Catarina 10,41%, Paraná 0,32% e São Paulo 0,02%. Somente a jazida de Candiota no Rio Grande do Sul possuiu 38% de todas as reservas do carvão nacional (ANEEL, 2008). De acordo com Castro (2012), pelas dificuldades de beneficiamento e transporte do carvão mineral, as usinas ficam próximas as regiões produtoras do minério, conforme podemos ver na figura 08.

Figura 08 – Localização das usinas termelétricas no Brasil



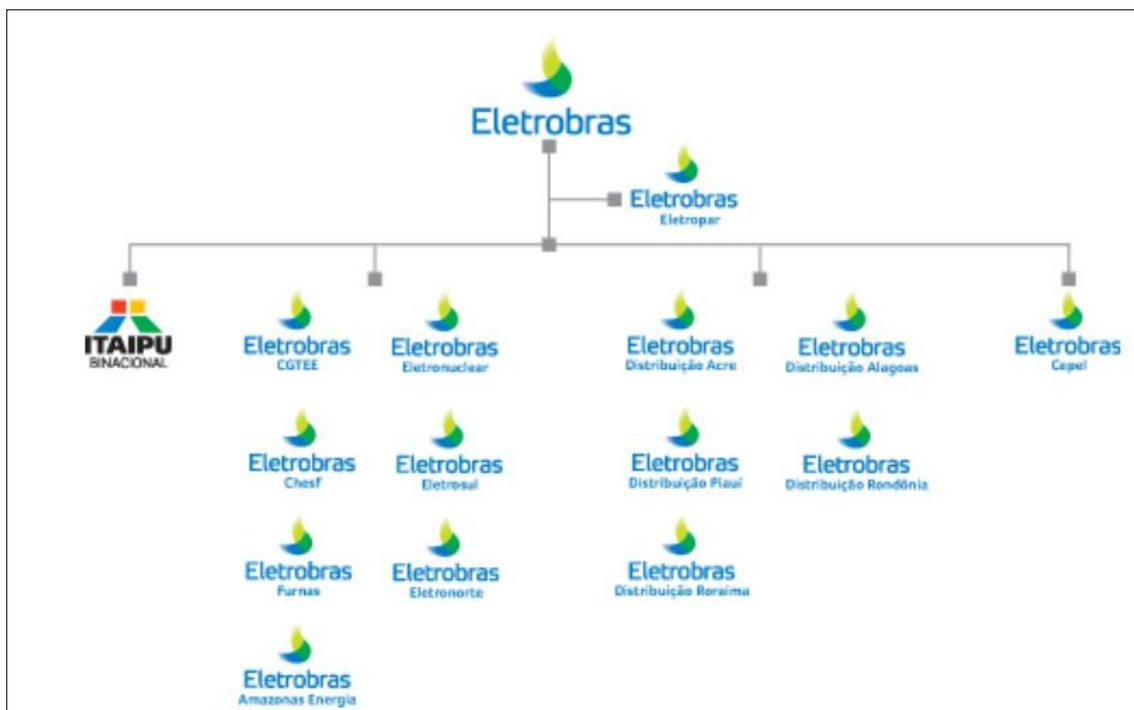
Fonte: ANEEL (2008)

Projetos de usinas localizadas nas proximidades de portos que já detém estrutura para recepção e transporte do carvão destinado à geração de eletricidade prevê utilizar o combustível importado. É o caso das termelétricas nos estados do Ceará e Maranhão, que entraram em operação em 2012, Pecém com 700MW de potência instalada na primeira fase e 360MW na segunda, e termo Maranhão com 350MW de potência (CASTRO, 2012).

2.1.4 A Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

A Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - Eletrobrás CGTEE - foi constituída em julho de 1997. Em novembro de 1998, seu controle acionário foi transferido para o Governo Federal. Posteriormente, em 31 de julho de 2000, a Eletrobrás CGTEE tornou-se uma empresa do Sistema Eletrobrás, conforme mostrado na figura 9.

Figura 9 – Empresas do grupo Eletrobrás



Fonte: ELETROBRÁS²

A Eletrobrás CGTEE possui os direitos de exploração e produção de energia elétrica através de suas usinas termelétricas instaladas no estado do Rio Grande do Sul:

- a) Usina Termelétrica Presidente Médici, com 796 MW, (Candiota/RS);
- b) Usina Termelétrica São Jerônimo, com 20 MW, (São Jerônimo/RS);
- c) Nova Usina Termelétrica de Porto Alegre (NUTEPA) com 24 MW, (Porto Alegre/RS);

2.1.5 Usina Termelétrica Presidente Médici

A Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) é uma usina do tipo térmica a vapor que está localizada no município de Candiota - RS, distante 400 quilômetros de Porto Alegre. Sua construção aconteceu em três etapas:

- a) Fase A, inaugurada em 1974, com duas unidades de 63MW cada;
- b) Fase B, inaugurada em 1986, com duas unidades de 160MW cada;

² Disponível em: http://www.eletrobras.com/relatorio_sustentabilidade_2010/html_pt/perfil.html.

c) Fase C, inaugurada em 2010, com uma unidade de 350MW;

O combustível primário em todo o complexo é o carvão mineral. Com a entrada em operação da fase C em 2010, com 350MW de potência, a capacidade instalada de geração chegou ao seu patamar de hoje, com 796MW de potência.

Destacam-se, no conjunto da Usina, a torre de resfriamento, uma estrutura em casca de concreto com 124 metros de diâmetro e 133 metros de altura que tem a finalidade de resfriar a água utilizada para trocar calor no condensador e a chaminé de exaustão com 150 metros de altura, em concreto, que possibilita ampla dispersão dos gases resultantes da queima de carvão, diminuindo a agressão ao meio ambiente. A figura 10 apresenta uma vista aérea da Usina Termelétrica Presidente Médici.

Figura 10 - Usina Presidente Médici



Fonte: ELETROBRÁS CGTEE³

2.2 Manutenção industrial

2.2.1 A evolução histórica da manutenção

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a partir de 1930 a manutenção pode ser dividida em quatro fases ou gerações.

³ Disponível em <http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=37>. Acesso em 21 jan. 2014.

2.2.1.1 A primeira geração

A primeira geração da manutenção compreende o período anterior à Segunda Guerra Mundial, onde as indústrias eram pouco mecanizadas, com equipamentos simples e superdimensionados. (Kardec; Nascif, 2009).

Conforme Tavares apud Wendland e Tauchen (2010), a manutenção nesse período era vista como atividade secundária nas empresas, onde intervenções mais complexas eram executadas objetivando o aumento da produção, na medida em que foram adotados sistemas de produção em série. Predominantemente eram estratégias de manutenção corretiva, com conserto realizado após a ocorrência da falha.

2.2.1.2 A segunda geração

A segunda geração abrange o período entre as décadas de 50 e 70 do século passado. Nesse período houve um grande aumento da mecanização nas indústrias, seguido do aumento da complexidade das instalações fabris (Kardec nascif 2009). Ainda segundo os autores, nessa época começaram as evidências da necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, mostrando que as falhas dos equipamentos deveriam ser evitadas, resultando no conceito de manutenção preventiva, consistindo em intervenções nos equipamentos em intervalos fixos.

2.2.1.3 A terceira geração

Conforme Kardec e Nascif (2009), a partir da década de 70 acelerou-se o processo de mudança nas indústrias, a tendência mundial foi a de utilizar sistemas *just-in-time*, onde estoques reduzidos para a produção em andamento significavam pequenas pausas na produção, e a confiabilidade bem como a disponibilidade dos equipamentos tornaram-se pontos-chave em setores tão distintos quanto saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edificações.

Ainda segundo os autores, observou-se que falhas muito frequentes afetavam a capacidade de manter os padrões de qualidade estabelecidos dos produtos e dos serviços;

Segundo os autores na terceira geração:

- a) reforça-se a utilização da manutenção preventiva;

- b) com o avanço da informática, começou-se a utilização de softwares para o planejamento, controle e acompanhamento da manutenção;
- c) o conceito de confiabilidade começa cada vez mais a ser utilizado pela engenharia da manutenção;
- d) o processo de manutenção centrada em confiabilidade (MCC), apoiado nos estudos de confiabilidade da indústria aeronáutica, tem sua implantação iniciada no Brasil.

2.2.1.4 A quarta geração

De acordo com Kardec e Nascif (2009), na quarta geração da manutenção a disponibilidade dos equipamentos é uma das principais medidas de performance da manutenção. Ainda segundo os autores, nessa fase, as práticas de manutenção preditiva e monitoramento das condições dos equipamentos e dos processos são cada vez mais utilizadas, ocasionando uma diminuição da manutenção corretiva e preventiva nas plantas, e o índice de falhas de equipamentos e a utilização de manutenção corretiva não planejada se torna um indicador de ineficácia do setor de manutenção.

Na figura 11 pode-se visualizar a evolução da manutenção a partir da década de 1940 e a melhoria das práticas á ela associada.

Figura 11 – Evolução da manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Ano				
<i>Aumento das expectativas em relação à Manutenção</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após 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 • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos
<i>Visão quanto à falha do equipamento</i>	<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 de banheira 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowland & Heap e Moubrey) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. (Nowland & Heap e Moubrey)
<i>Mudança nas técnicas de Manutenção</i>	<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 preditiva 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: Kardec; Nascif (2009)

2.2.2 Tipos de manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção é caracterizada de acordo com a forma que ela é realizada, podendo ser dividida em seis categorias conforme mostrado na figura 12.

Figura 12 – Tipos de manutenção



Fonte: Kardec; Nascif (2009)

2.2.2.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva pode ser definida como aquela em que a manutenção é realizada no equipamento sempre após a falha ter ocorrido (Xenos, 2004). Ainda segundo o autor este tipo de manutenção é uma boa opção quando é mais barato consertar uma falha que tomar medidas preventivas de manutenção, não esquecendo que o equipamento parado para manutenção também pode gerar custos, que deverão ser levados em conta para a escolha da melhor prática a ser adotada.

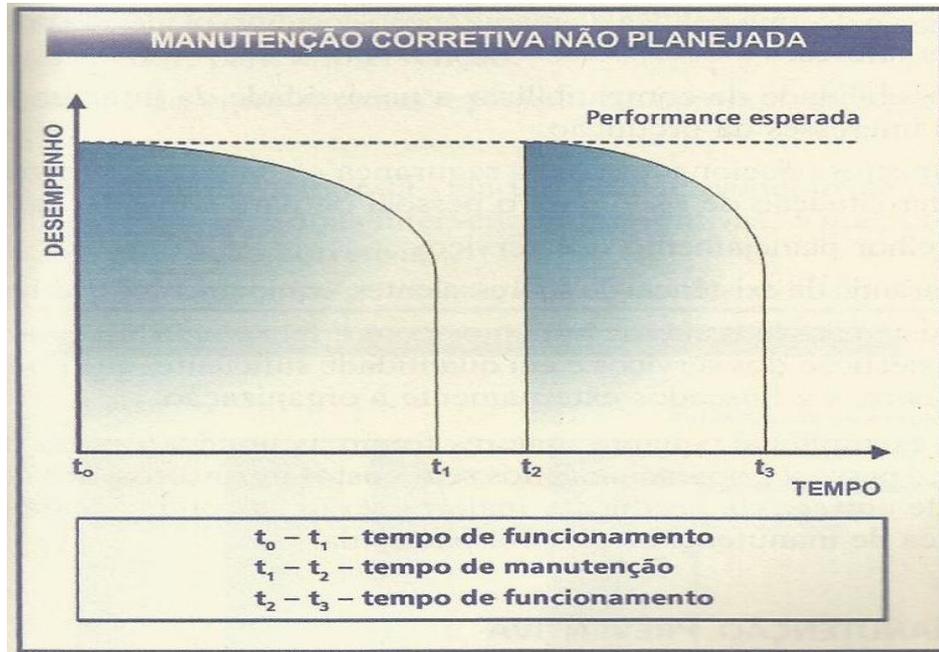
Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva pode ainda ser dividida em duas classes: manutenção corretiva não-planejada e manutenção corretiva planejada.

2.2.2.1.1 Manutenção corretiva não planejada

Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva não planejada é aquela que ocorre de forma emergencial, ela é caracterizada pela atuação da manutenção quando a quebra ou problema com o equipamento já aconteceu, nela não há tempo para a programação do serviço, podendo gerar grandes custos para a empresa, tanto pela extensão dos danos ao equipamento, quanto pela parada emergencial da produção. Um exemplo clássico da aplicação desse tipo de manutenção é a lâmpada incandescente comum: é mais barato trocá-la quando parar de funcionar que monitorar o seu comportamento para prever quando será a sua quebra.

A figura 13 mostra como se comporta o desempenho de um equipamento em que é praticada a manutenção corretiva não planejada em relação ao desempenho do equipamento.

Figura 13 – Desempenho x Manutenção corretiva não planejada



Fonte: Kardec; Nascif (2009)

2.2.2.1.2 Manutenção corretiva planejada

A manutenção corretiva planejada é aquela em que os gestores da manutenção ou os gerentes têm a informação fornecida pelo equipamento quanto ao seu estado operacional Kardec e Nascif (2009). Ainda segundo os autores, mesmo que a decisão dos gestores ou do gerente seja de deixar o equipamento funcionar até a sua falha, pode-se planejar o serviço a ser executado, ocasionando uma melhor qualidade dos serviços prestados, seja pela qualidade do serviço propriamente dito ou pela rapidez do serviço a ser executado (KARDEC; NASCIF, 2009).

Ainda segundo os autores a adoção de uma política de manutenção corretiva planejada pode:

- compatibilizar a necessidade de intervenção no equipamento com os interesses da produção;
- antever problemas relacionados com a segurança, evitando que a falha do equipamento ponha em risco os funcionários e as instalações;
- planejar melhor os serviços;

- d) garantir a existência de peças sobressalentes, equipamentos reservas e ferramentas para a execução dos serviços;
- e) garantir a existência de recursos humanos e a tecnologia necessária para a execução dos serviços, que podem até ser buscados externamente à organização.

2.2.2.2 Manutenção preventiva

Na manutenção preventiva busca-se realizar a atuação no equipamento de forma a reduzir ou até mesmo evitar a falha, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (KARDEC; NASCIF, 2009)

Para Xenos (2004), a manutenção preventiva deve ser a atividade principal da manutenção em uma empresa, envolvendo tarefas como inspeções, reformas e troca de peças. Em comparação com a manutenção corretiva a manutenção preventiva é mais cara, pois as peças ou equipamentos devem ser trocados antes de terminar a sua vida útil. Entretanto a frequência de falhas dos equipamentos diminui, ocasionando um menor número de interrupções inesperadas de produção, reduzindo o custo global da manutenção para a empresa.

Para Kardec e Nascif (2009), alguns fatores devem ser levados em consideração para a implantação de um sistema de manutenção preventiva:

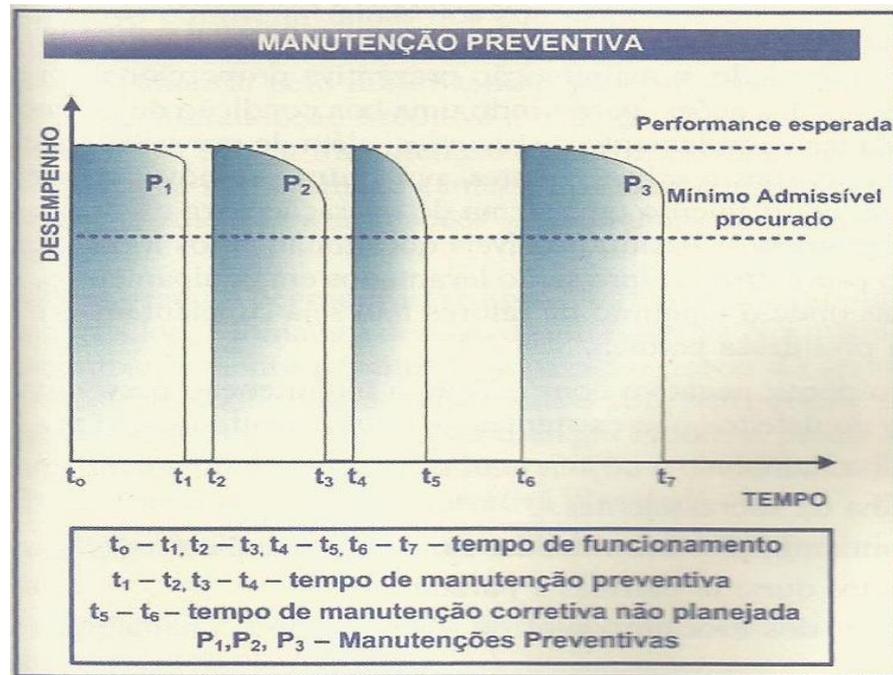
- a) a não possibilidade de adoção de manutenção preditiva;
- b) aspectos relacionados com a segurança das pessoas e instalações que tornam obrigatória a intervenção nos equipamentos;
- c) oportunizar à equipamentos críticos a liberação operacional;
- d) riscos de agressão ao meio ambiente;
- e) em sistemas complexos ou operação contínua.

Ainda segundo os autores, a manutenção preventiva trará melhores resultados quando:

- a) os custos de falhas de equipamentos forem altos;
- b) quando as falhas de equipamentos prejudicarem a produção;
- c) quando as falhas de equipamentos colocarem em risco a segurança do pessoal e das instalações.

A figura 14 mostra como se comporta o desempenho de um equipamento em que é praticada a manutenção corretiva não planejada em relação ao desempenho do equipamento.

Figura 14 – Desempenho x Manutenção preventiva



Fonte: Kardec; Nascif (2009)

2.2.2.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva tem com objetivo prevenir falhas ou defeitos em equipamentos ou sistemas através do acompanhamento de diversos parâmetros, permitindo a operação contínua dos equipamentos pelo maior tempo possível (KARDEC, NASCIF 2009). Este tipo de manutenção permite maximizar o período de troca de peças ou componentes, pois permite prever quando o componente estará no limite da sua vida útil (XENOS, 2004).

Segundo Otoni e Machado (2008), a avaliação dos estados dos equipamentos se dão através de medição, acompanhamento ou monitoração de parâmetros. Esse acompanhamento pode ser feito de três formas:

- monitoração subjetiva - é aquela exercida pelo pessoal de manutenção utilizando os sentidos, ou seja, tato, olfato, audição e visão. Quando um mecânico coloca a palma da mão sobre uma caixa de mancal, pode perceber a temperatura e a vibração;
- monitoração objetiva - é o acompanhamento feito através de equipamentos ou instrumentos específicos. É objetiva, pois fornece um valor de medição exato do parâmetro a ser medido e independe do operador e do instrumento, desde que, seja usado sempre o mesmo procedimento de leitura;

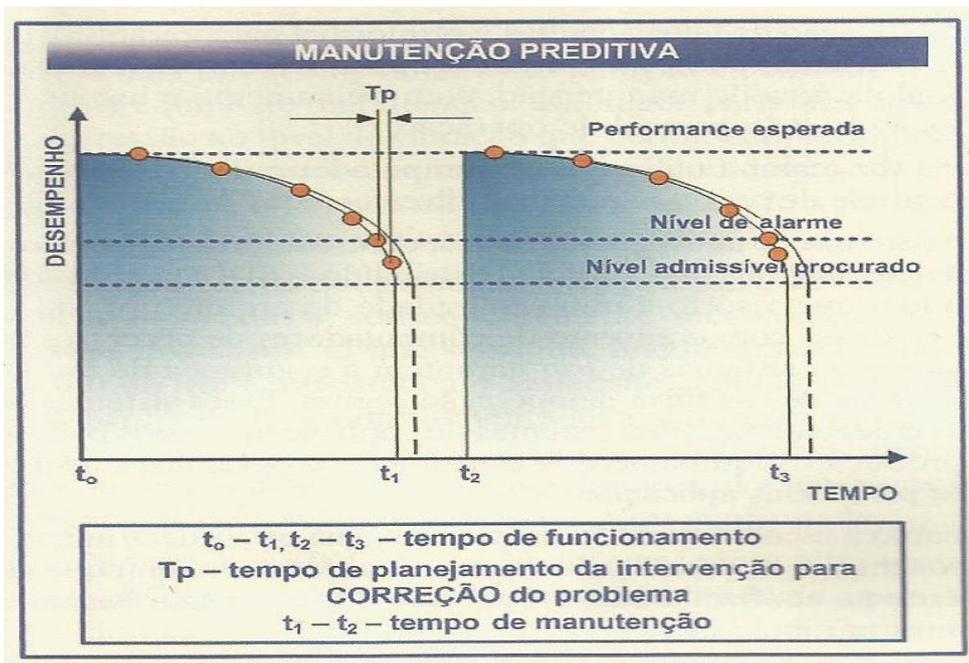
- c) monitoração contínua - é o acompanhamento “*on-line*” das variáveis dos equipamentos através dos sensores implantados neles.

Segundo Kardec e Nascif (2009), são condições básicas para adotar a manutenção preditiva nos equipamentos:

- o equipamento deve permitir algum tipo de monitoramento ou medição;
- os custos envolvidos em relação ao equipamento devem fazer jus a tal investimento;
- as falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas;
- seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnósticos sistematizados.

A figura 15 mostra como se comporta o desempenho de um equipamento em que é praticada a manutenção corretiva não planejada em relação ao desempenho do equipamento.

Figura 15 – Desempenho x Manutenção preditiva



Fonte: Kardec; Nascif (2009)

2.2.2.4 Manutenção detectiva

A manutenção detectiva busca efetuar a atuação em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis nos equipamentos ou instalações (KARDEC; NASCIF, 2009). A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade dos sistemas, para isso é cada vez maior a utilização de computadores digitais em

instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. São sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, sistemas digitais de controle distribuídos - SDCD, multi-loops com computador supervisor e outra infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com a evolução da informática.

Ainda, segundo os mesmos autores, a manutenção detectiva começou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90, sua denominação detectiva está ligada a palavra detectar – em inglês *detective maintenance*. Os sistemas de *trip* ou *shut-down* são a última barreira entre a continuidade da operação e o desligamento do equipamento. Graças a eles as máquinas, equipamentos, instalações e até mesmas plantas inteiras estão protegidos contra falhas e suas conseqüências. Esses sistemas são projetados para atuar automaticamente na iminência de desvios que possam comprometer as máquinas, a produção, a segurança no seu aspecto global ou o meio ambiente.

2.2.2.5 Engenharia de manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009), a engenharia de manutenção pode ser definida como uma mudança de paradigmas nas empresas, uma mudança cultural onde o suporte técnico da manutenção está dedicado a consolidar a rotina de manutenção e sempre estar implantando melhorias.

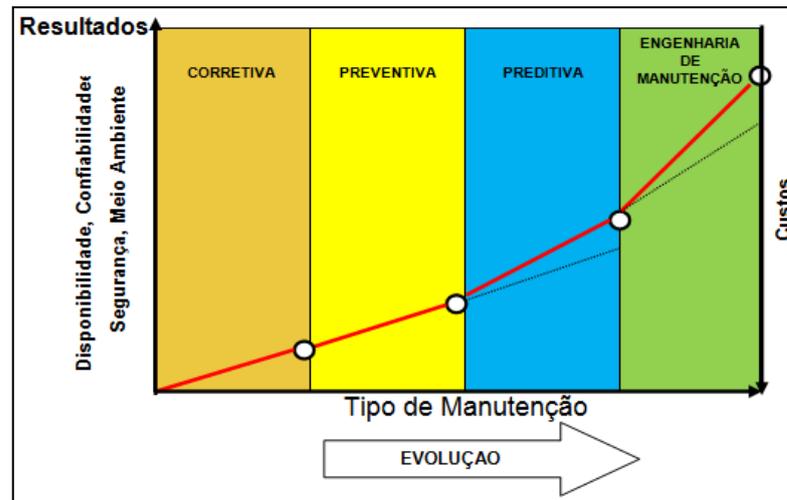
Para os autores, dentre as principais atribuições da engenharia de manutenção estão:

- a) aumentar a confiabilidade;
- b) aumentar a disponibilidade;
- c) melhorar a manutenibilidade;
- d) aumentar a segurança;
- e) eliminar problemas crônicos
- f) acompanhar os indicadores, entre outros.

Em outras palavras, pode-se definir a engenharia de manutenção como a aplicação de modernas técnicas, buscando sempre perseguir os melhores resultados possíveis.

Como podemos observar na figura 16, aplicando-se os outros tipos de manutenção temos um nível de melhoria nos parâmetros, entretanto, quando se aplica a engenharia de manutenção, o salto de evolução é mais significativo.

Figura 16 – Desempenho x Manutenção tempo de operação



Fonte: Kardec; Nascif (2009)

2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)

2.3.1 Histórico da TPM

Segundo Kardec e Nascif (2009), considera-se que a TPM (Manutenção Produtiva Total) deriva-se da manutenção preventiva, esta concebida nos Estados Unidos na década de 1950. Nesta época as empresas só se preocupavam em consertar os equipamentos após estes quebrarem, gerando mais custos e diminuindo a qualidade dos produtos e serviços (PEREIRA, 2011). A Nippon Denso CO. Pertencente ao grupo Toyota foi a primeira companhia a implantar a metodologia da TPM no Japão, em 1969 (KARDEC; NASCIF, 2009).

A metodologia da TPM desenvolvida nessa época tinha como principal característica a formação de grupos multidisciplinares, esta evolução culminou com o recebimento de um prêmio em 1971, concedido pela JIPE (*Japan Institute of Plant Engineers*) e mais tarde pela entidade JIPM (*Japan Institute of Plan Maintenance*). Essas premiações eram concedidas as empresas que atingiam um nível de excelência em manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.3.2 Objetivos da TPM

De acordo com Kardec e Nascif (2009), o objetivo da TPM é introduzir melhoramentos nos equipamento através de maior qualificação das pessoas para conduzir as fábricas dotadas de automação. Ainda conforme os autores, na TPM os operadores passam a

executar tarefas que eram antes realizados pelo pessoal da manutenção, como lubrificação, limpeza, ajuste de gaxetas, medição de vibração e temperatura, dentre outros, ficando a cargo da equipe de manutenção as tarefas mais complexas.

Segundo Ribeiro (2003), a TPM é uma estratégia de gestão de trabalho que visa a melhoria do sistema produtivo por meio da eliminação das perdas e do desenvolvimento do homem e sua relação com o equipamento.

Segundo Wyrebski (1997), a TPM tem como objetivo a melhoria estrutural da empresa mediante a melhoria da qualidade de pessoal e do equipamento, buscando capacitar o pessoal para a era da automação, através da aquisição de novas habilidades.

Ainda segundo o mesmo autor, o objetivo da TPM é promover uma cultura na qual os operadores se libertem de sua ocupação prática para se concentrar nos diagnósticos dos problemas e projetos de aperfeiçoamento dos equipamentos em que eles trabalham.

De acordo com Pereira (2011), as melhorias através da metodologia da TPM devem seguir os seguintes passos:

- a) capacitar os operadores para efetuarem a manutenção de forma voluntária;
- b) capacitar os mantenedores para atuarem em equipamentos mecatrônicos;
- c) capacitar os engenheiros a projetarem equipamentos que dispensem manutenção, ou reduzi-la ao mínimo possível;
- d) incentivar os estudos e sugestões para modificações dos equipamentos existentes para melhorar seus rendimentos.

2.3.3 Os pilares da TPM

Os pilares da TPM são as bases nas quais construímos o programa de TPM, nestas bases se estabelece um sistema para atingir maior eficiência produtiva (PEREIRA, 2011).

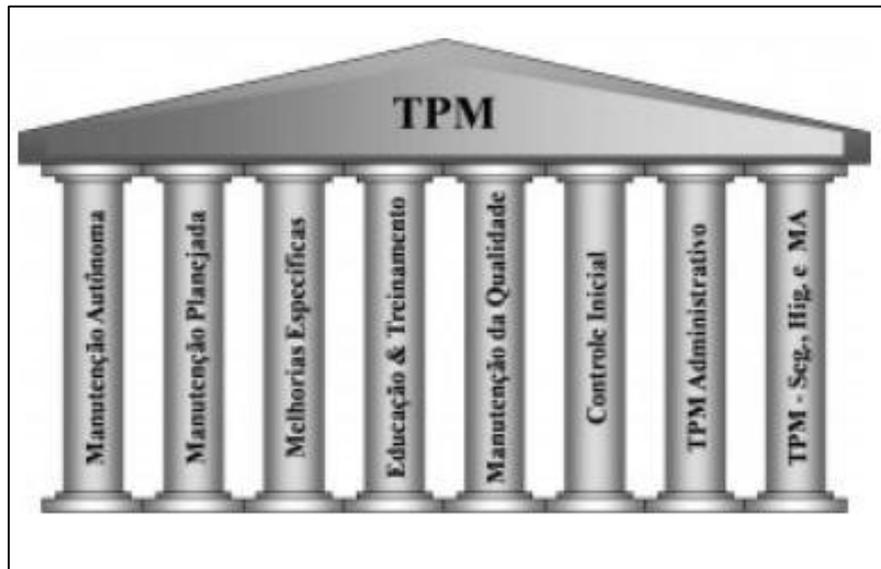
Segundo Kardec e Nascif (2009), existem oito pilares tradicionais da metodologia da TPM:

- a) melhorias específicas;
- b) manutenção autônoma;
- c) manutenção planejada;
- d) educação e treinamento;
- e) controle inicial;
- f) manutenção da qualidade;

- g) TPM Office;
- h) segurança, higiene e meio ambiente.

Na figura 17 temos a representação da casa da TPM, apoiada sobre seus oito pilares:

Figura 17 – Os oito pilares do programa TPM



Fonte: Kardec; Nascif (2009)

2.3.3.1 Melhorias Focadas ou Específicas

O pilar melhorias focadas se traduz em ações de melhoria contínua, com o objetivo de reduzir os problemas dos equipamentos, assim melhorando os seus desempenhos (PEREIRA, 2011).

As melhorias focadas são o conjunto de atividades que buscam obter a máxima eficiência dos equipamentos, através da eliminação criteriosa das perdas e gerenciando as propostas de melhorias feitas pelos operadores (RIBEIRO, 2003). Na figura 18 temos exemplos de defeitos e tipos de melhorias a serem aplicadas.

Figura 18 – Melhorias focadas



Fonte: Kardec; Nascif (2009)

2.3.3.2 Manutenção autônoma

No pilar Manutenção Autônoma, o objetivo é capacitar os operadores para efetuarem a limpeza, inspeção e pequenos reparos nos equipamentos (RIBEIRO, 2003). De acordo com Pereira (2011), na manutenção autônoma os operadores são capacitados para atuarem como os primeiros mantenedores nos seus equipamentos, promovendo assim, uma maior produtividade dos mesmos.

Ainda segundo Pereira (2011), as principais atividades do mantenedor autônomo são:

- a) operação correta de máquinas e equipamentos;
- b) aplicação dos programas de qualidade;
- c) registro diário das ocorrências;
- d) inspeção autônoma;
- e) monitoração com base nos sentidos humanos;
- f) lubrificação;
- g) elaboração e procedimentos;
- h) execução de regulagens simples;
- i) execução de reparos simples;
- j) execução de testes simples;
- k) aplicação de manutenção simples.

2.3.3.3 Manutenção planejada

O pilar manutenção planejada é o conjunto de ações visando o planejamento e o controle da manutenção, aplicando-se técnicas de planejamento e sistematização da programação diária de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

O pilar manutenção planejada desenvolve os mantenedores de forma que se possa estabelecer um sistema de manutenção mais efetivo, com a finalidade de eliminar as perdas relativas às quebras e falhas, retrabalhos de manutenção, falhas de operação, produtos defeituosos e pequenas paradas, conforme mostrado na figura 19 (RIBEIRO, 2003).

Figura 19 – Manutenção Planejada



Fonte: Pereira (2011)

2.3.3.4 Educação e treinamento

O pilar educação e treinamento têm como objetivo promover um sistema de desenvolvimento dos funcionários, melhorando a sua capacidade técnica, gerencial e comportamental, os tornando aptos para o pleno desempenho de suas atividades (RIBEIRO, 2003).

Dentro de um projeto de TPM a área de Recursos Humanos (RH) deve ter a preocupação de promover o conhecimento e, para aumentar a produtividade, os operadores devem saber manusear as ferramentas de montagem e operar equipamentos simples ou complexos (PEREIRA, 2011). Na figura 20 são mostrados os funcionários envolvidos no pilar educação e treinamento.

Figura 20 – Pilar educação e treinamento



Fonte: Pereira (2011)

2.3.3.5 Controle inicial

O pilar controle inicial visa que, ao se adquirir determinado ativo, as áreas envolvidas tenham preocupação com a manutenção (RIBEIRO, 2003).

Nesse pilar o objetivo é antever as necessidades de manutenção no equipamento a ser adquirido, observando que o novo projeto deve contemplar que o equipamento possa ser consertado com a rapidez e a qualidade requerida pelo processo, a possibilidade de instalação de proteção em partes móveis, e busca-se também obter as informações necessárias para analisar o desempenho e os custos operacionais (PEREIRA, 2011).

2.3.3.6 Manutenção da qualidade

O pilar manutenção da qualidade indica ações a serem executadas para promover a obediência a padrões dos programas de qualidade vigentes na empresa, entretanto voltados para o setor de manutenção (PEREIRA, 2011). O pilar manutenção da qualidade tem como objetivo estabelecer e manter as condições básicas dos equipamentos, e através desse conceito obter a qualidade dos produtos processados (TONDATO, 2004).

Ainda segundo o autor, o conceito de controle da qualidade se divide em três princípios:

- a) não se deve receber nada de qualidade inferior;
- b) não se deve produzir nada de qualidade inferior;
- c) não se deve entregar nada de qualidade inferior.

Se as condições básicas dos equipamentos forem mantidas, os defeitos referentes à qualidade dos produtos processados tende a diminuir (TONDATO, 2004).

2.3.3.7 TPM Office ou Administrativo

O pilar TPM Office tem a proposta de aperfeiçoar as melhorias nas áreas administrativas, tendo como alvo os setores de RH, Segurança, Materiais, Financeiras e demais departamentos que estejam inseridas no contexto de apoio a produção (PEREIRA, 2011).

A aplicação da TPM nos departamentos administrativos pode incrementar a produtividade documentando seus sistemas e reduzindo seus desperdícios, melhorando a eficiência como um todo. (SHINOTSUKA apud TONDATO, 2004).

Ainda segundo Tondato (2004), é fundamental para o desenvolvimento dos setores administrativos o estabelecimento de uma missão e visão departamental que estejam engajadas com o trabalho e os resultados da empresa.

2.3.3.8 TPM - Segurança, Higiene e Meio Ambiente

O pilar segurança e meio ambiente trata sobre a integridade das pessoas e o meio que as cercam, juntamente com as leis, normas específicas e procedimentos internos que tratam sobre o tema (PEREIRA, 2011).

As atividades de segurança devem ser realizadas diariamente por pequenos grupos, através de pequenas melhorias, sempre buscando como objetivo a segurança das pessoas, equipamentos e processos. Deve-se sempre procurar desenvolver melhorias no meio ambiente, como programa de redução de ruídos, programa de reciclagem, melhor postura corporal, entre outros (SHINOTSUKA apud TONDATO , 2004).

2.4 TPM: As seis grandes perdas na manutenção

Consegue-se elevar a eficiência global em uma indústria eliminando tudo o que tende a prejudicar a eficiência dos equipamentos. Assim, buscar maximizar a eficiência da planta é alcançar as condições ótimas de operação e mantê-la neste estado, buscando eliminar ou ao menos minimizar falhas e defeitos que prejudiquem seu rendimento (TONDATO, 2004).

Assim segundo Tondato (2004), as perdas podem ser divididas em seis grandes grupos, conforme mostrado na figura 21.

1. perda por parada acidental;
2. perda por set up;
3. perda por espera momentânea;
4. perda por queda de velocidade;
5. perda por defeitos de produção;
6. perda por queda de rendimento.

Figura 21 – As seis grandes perdas

As 6 Grandes Perdas	Causa da Perda	Influência
1. Quebras 2. Mudanças de Linha	PARALISAÇÃO	Tempo de Operação
3. Operação em Vazio em Pequenas Paradas 4. Velocidade Reduzida em Relação à Nominal	QUEDA DE VELOCIDADE	Tempo Efetivo de Operação
5. Defeitos de Produção 6. Queda de Rendimento	DEFEITOS	Tempo Efetivo de Produção

Fonte: Kardec, Nascif (2009)

2.4.1 Perda por parada acidental

As perdas por quebras ou paradas acidentais são as que mais contribuem para a queda de desempenho dos equipamentos, podendo ser divididas em dois principais tipos (KARDEC; NASCIF, 2009):

- a) perdas de falha da função: são produzidas quando um sistema ou parte do sistema subitamente perde suas funções específicas causando a parada do equipamento;
- b) perdas de redução da função: são perdas físicas ou reduções do rendimento enquanto o equipamento está em operação.

2.4.2 Perda por *set-up*

De acordo com Kardec e Nascif (2009), as perdas por *set up* são aquelas que ocorrem quando há uma troca de linha de produção ou uma preparação do equipamento para um novo produto a ser produzido. Normalmente se utiliza mais tempo para efetuar a regulagem e os ajustes, do que com a mudança propriamente dita (TONDATO, 2004).

2.4.3 Perda por espera momentânea

Segundo Tondato (2004), as perdas por esperas momentâneas não estão ligadas a quebras ou avarias dos equipamentos, e sim com problemas temporais, que causam pequenas paradas ou operação ociosa. De acordo com Kardec e Nascif (2009), são exemplos de perdas por espera:

- a) trabalho á vazio do equipamento por falta de alimentação ou matéria prima;
- b) detecção de produto não conforme e conseqüente parada do equipamento;
- c) sobrecarga no equipamento, causando seu desligamento.

2.4.4 Perda por queda de velocidade

A perda por redução de velocidade é causada por uma queda de rendimento de operação do equipamento, causando uma diminuição da velocidade de trabalho do equipamento se comparado e a velocidade nominal do mesmo (TONDATO, 2004).

Para Kardec e Nascif (2009), as perdas por queda de velocidade possuem três causas principais:

- a) desgaste dos equipamentos;
- b) superaquecimento do conjunto devido a falhas de refrigeração;
- c) vibração excessiva.

2.4.5 Perda por defeitos de produção

Segundo Pereira (2011), as perdas por produtos defeituosos são aquelas atribuídas a geração e peças a serem descartadas, gerando a necessidade de produzir um novo lote ou

retrabalho para recupera-las. Para Tondato (2004), este tipo de ocorrência gera desperdício, pois os produtos retrabalhados necessitam de horas/homens para corrigi-los.

2.4.6 Perda por queda de rendimento

De acordo com Kardec e Nascif (2009), as perdas por queda de rendimento são resultantes do não aproveitamento da capacidade nominal dos equipamentos, sendo causadas basicamente por problemas operacionais, como instabilidades no processo produtivo, deficiências nos consertos, baixa capacitação técnica dos operadores, dentre outros.

2.5 Sistemas ERP

De acordo com Corrêa (2009), os softwares ERP (Enterprise Resource Planning) surgiram da evolução dos sistemas MRP (Manufacturing Resources Planning). No princípio, os sistemas MRP foram projetados com a finalidade de controlar as quantidades e momentos de fabricação de cada item e planejar os recursos a serem utilizados, como a capacidade de máquina, os recursos humanos e os recursos financeiros necessários para a produção (CORRÊA, 2009). Ainda segundo o autor, agregando certas funções aos softwares, até então chamados de MRP, como cálculo de necessidades de capacidade, controle do chão de fábrica, controle de compras e, mais recentemente, vendas e distribuição, esses softwares evoluíram para o conceito de ERP. Dessa forma, os sistemas MRP deixaram de atender apenas as necessidades de informação referentes ao cálculo de materiais, para atender às necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial sobre outros recursos de produção (CORRÊA, 2009).

Para Zancul e Rozenfeld, (1999), com o objetivo de ampliar a abrangência dos softwares vendidos, os fornecedores de sistemas MRP desenvolveram mais módulos, integrando diversos setores das empresas, mas com escopo que ultrapassa os limites da manufatura. Como exemplo, foram criados os módulos de gerenciamento dos recursos humanos, vendas e distribuição, finanças e controladoria, entre outros. Esses novos sistemas, capazes de suportar as necessidades de informação para todo o empreendimento, são denominados sistemas ERP (ZANCUL; ROZENFELD, 1999).

2.5.1 Definição de ERP

Um sistema ERP pode ser definido como uma arquitetura de software que facilita o fluxo de informações entre todas as atividades de uma empresa, tais como fabricação, logística, finanças e recursos humanos. O ERP é um sistema amplo de decisões, com um banco de dados único, operando em uma plataforma comum que interage com um conjunto integrado de aplicações, centralizando todas as operações em um único ambiente computacional (RAMOS, 2009).

Segundo Carmelito (2008), um sistema ERP tem como objetivo definir os momentos e as quantidades necessárias que cada item deve ser produzido ou comprado, a fim de atender ao planejamento da produção, e para isso, as estruturas do produto devem estar perfeitamente definidas, assim como os tempos de obtenção ou fabricação, e as informações sobre os estoques disponíveis.

Já para Gaspar (2012), ERP pode ser definido como um software que integra os dados e os processos de uma organização em um único sistema, o ERP é uma plataforma de software com a finalidade de integrar os diversos departamentos de uma empresa, possibilitando o armazenamento e automação das informações do negócio, ele permite um fluxo de informações único, contínuo e consistente.

Ainda segundo Gaspar (2012), os ERPs são compostos por módulos integrados entre si, conectados a uma base de dados única, com cada módulo contemplando uma área da empresa, permitindo entender os processos que envolvem o negócio e servindo de apoio à tomada de decisão de todos os setores, e assim, diminuindo as distâncias entre os departamentos. No mercado, os softwares ERP são compostos por estruturas que permitem serem customizadas em função das necessidades de cada cliente.

Para Lima et al. (2000), a adoção de um software ERP pode afetar uma empresa em todas as suas dimensões, desde dimensões culturais dos colaboradores envolvidos no processo, até envolvendo mudanças tecnológicas. Os softwares ERP controlam toda a empresa, da produção às finanças, registrando e processando cada fato novo na engrenagem corporativa e distribuindo a informação de maneira clara e segura, em tempo real.

Para Corrêa (2009), objetivo de um sistema ERP é centralizar e administrar o fluxo de informações durante o desenvolvimento da atividade empresarial, integrando todos os setores envolvidos na produção, dando suporte às decisões gerenciais em todos os níveis do negócio.

2.5.2 Funcionamento de um ERP

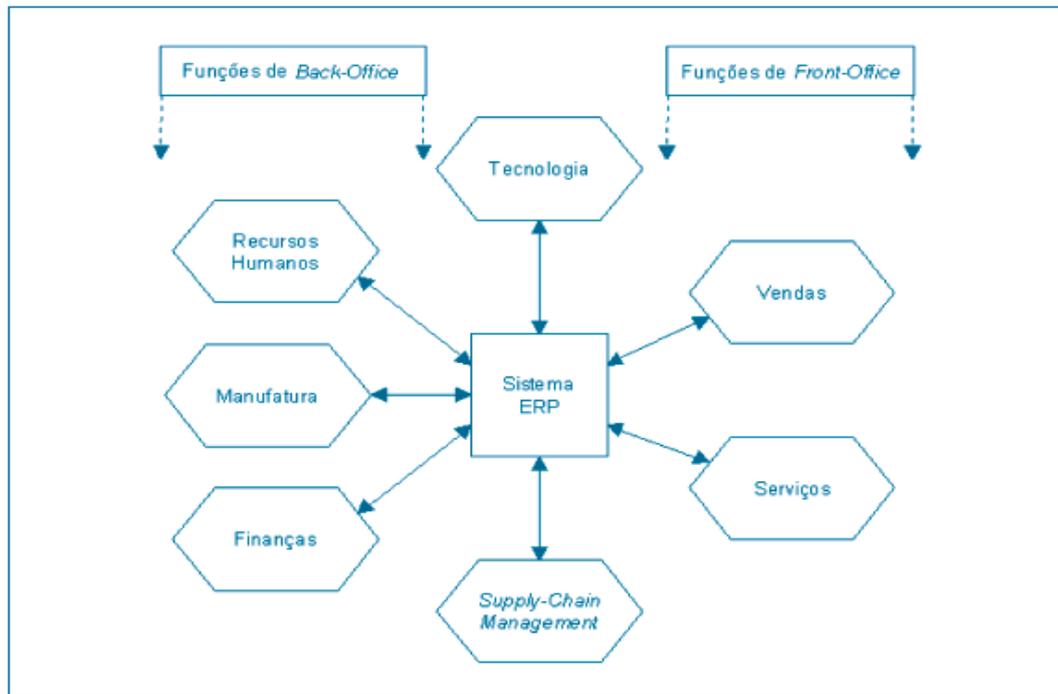
Com o avanço da tecnologia da informação as empresas começaram a utilizar sistemas computacionais para dar suporte as suas atividades. Nesse contexto, vários sistemas foram desenvolvidos para atender os requisitos dos diversos setores das unidades fabris: (ZANCUL; ROZENFELD, 1999).

Entretanto, essa divisão de informações causou uma fragmentação dos dados nas empresas, causando inconsistências ou redundância de dados, dificultando a interligação das atividades internas nas empresas. Os sistemas ERP solucionam esses problemas ao agregar, em um só sistema, funcionalidades que suportam as atividades dos diversos processos de negócio das empresas. (ZANCUL; ROZENFELD, 1999).

Segundo Padilha e Marins (2005), os sistemas ERP's não atuam somente no planejamento, mas também controlam e fornecem suporte a todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. Essa integração facilita o trafego de informações dentro das organizações integrando todos os departamentos da empresa. Isto acontece pelo fato do ERP ser um sistema de informação integrado, dividido por vários módulos que comunicam e atualizam a mesma base de dados.

Os ERP's possibilitam a integração e compartilhamento de informações comuns entre os diversos módulos do sistema, de maneira que cada informação seja alimentada no sistema uma única vez, gerando assim um banco de dados único. A ideia destes sistemas é de cobrir o máximo possível de funcionalidades, atendendo ao maior número possível de processos dentro da cadeia de valor (PADILHA; MARINS, 2005). Na figura 22 é mostrado as funcionalidades de um sistema ERP e suas ligações.

Figura 22 – Funcionalidades de um ERP



Fonte: Martins (2008)

Segundo Souza (2000), os sistemas ERP's possuem uma série de características que os diferenciam de outros sistemas desenvolvidos internamente nas empresas, dentre os quais se podem citar:

- a) os sistemas ERP são desenvolvidos a partir de modelos-padrão de processos;
- b) os sistemas ERP são integrados;
- c) os sistemas ERP têm grande abrangência funcional;
- d) os sistemas ERP utilizam um banco de dados corporativo;
- e) os sistemas ERP requerem procedimentos de ajuste.

2.5.3 SAP R/3

O sistema ERP SAP R/3 (*Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung* ou Sistema, Aplicações e Produtos em Processamento de Dados) foi desenvolvido em abril de 1972 quando foi fundada por cinco funcionários da IBM a divisão SAP como “*Systemanalyse und Programmentwicklung*” (Sistemas Análises e Desenvolvimento de Programas) em Mannheim na Alemanha (MIÃO, 2007).

De acordo com Almeida (2009), o software SAP R/3 procura contemplar a empresa como um todo, dividindo-a em módulos, onde cada módulo corresponde a uma área específica, fazendo a integração das informações para determinado processo.

Ainda segundo Almeida cada programa é executado através de uma transação separadamente, estes programas são desenvolvidos em ABAP, uma linguagem de programação, na qual a SAP detém os direitos e cada módulo é responsável por mais mil processos de negócios, baseado em práticas do dia a dia de cada empresa, o sistema é configurado para atender a necessidade de cada setor, processando em tempo real as informações que trafegam pela empresa.

Em função da forma que o software é projetado, se torna compatível com todos os seguimentos de negócios e a disponibilidade das informações que ele promove faz dele o software mais bem aceito em todo mundo (MIÃO, 2007).

O sistema SAP R/3 é maleável de forma que aceita ser executado em várias plataformas de hardware. Essa maleabilidade também permite que as telas e relatórios sejam configurados conforme a necessidade da empresa. Vários usuários podem alterar informações simultaneamente. Os relatórios e outras transações são atualizados on-line. Suporta a utilização em vários idiomas e permite transações em várias moedas, possuindo funcionalidades específicas para cada país, tais como as legislações vigentes sobre impostos e relatórios governamentais contábeis (MIÃO, 2007).

2.5.4 Módulos do SAP R/3

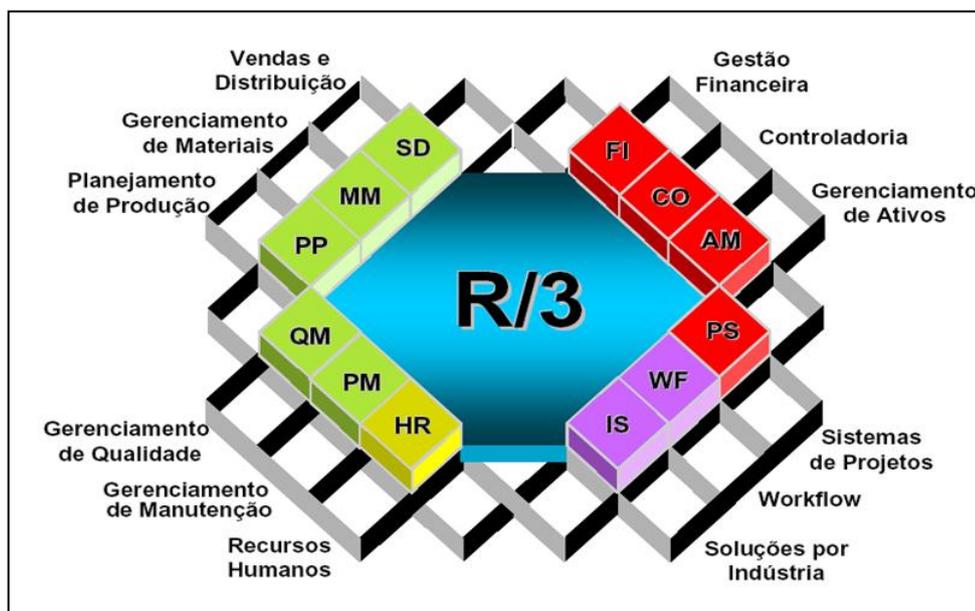
De acordo com Almeida (2009), o sistema SAP/R3 possui doze módulos principais:

- a) SD - *Sales and Distribution* – Vendas e Distribuição;
- b) MM – *Material Management* – Gerenciamento de Materiais;
- c) PP – *Production Planning* – Planejamento da Produção;
- d) QM – *Quality Management* – Gerenciamento de Qualidade;
- e) PM – *Plant Maintenance* – Manutenção da Planta;
- f) HR – *Human Resources* – Recursos Humanos;
- g) FI – *Financial Accounting* - Contabilidade Financeira;
- h) CO – *Controlling* – Controladoria;
- i) AM – *Fixed Assets Management* – Gerenciamento de Ativos Fixos;
- j) PS – *Project System* - Sistema de Projetos;
- k) WF – *Workflow* – Fluxo de Trabalho;

1) IS - *Industry Solutions* – Soluções Industriais.

Na figura 23 são mostrados os módulos do sistema SAP/R3.

Figura 23 – Módulos do sistema SAP R/3



Fonte: Almeida (2009)

- a) SD - *Sales and Distribution* – Vendas e Distribuição: O módulo SD realiza operações para as áreas, comercial e logística, através destas operações a empresa organiza e gerencia sua estrutura comercial possibilitando gerar pedidos de venda através dos cadastros de cliente, materiais, preços, impostos e demais condições comerciais.
- b) MM – *Material Management* – Gerenciamento de Materiais: O módulo MM suporta todas as fases de administração de materiais: planejamento e controle de materiais, compras, recebimento de mercadorias, administração de estoque e verificação de faturas.
- c) PP – *Production Planning* – Planejamento da Produção: O módulo PP realiza a automatização, integração e desenvolvimento de produtos e manufatura. A solução também traz ferramentas de análise para uma melhor tomada de decisões.
- d) QM – *Quality Management* – Gerenciamento de Qualidade: O módulo QM serve para o planejamento, execução e gestão das inspeções e dos certificados. Destinado ao planejamento, controle de qualidade na produção, vendas e compras. Suas principais funcionalidades são: Planejar as inspeções e controlar os resultados das análises (plano

de teste, especificações, aferições, estatística, documentação, certificação de qualidade, etc).

- e) PM – *Plant Maintenance* – Manutenção da Planta: O módulo PM serve para apoiar o planejamento, processamento e a execução das tarefas de manutenção Industrial.
- f) HR – *Human Resources* – Recursos Humanos: O módulo HR é utilizado para processamento de salários, formação, gestão de carreiras, dentre outras atividades do setor de recursos humanos.
- g) FI – *Financial Accounting* - Contabilidade Financeira: A integração de FI com outros módulos assegura que exista o reflexo dos movimentos logísticos de mercadorias (como entradas e saídas de mercadorias) e serviços nas atualizações contábeis baseadas em valor. A área funcional FI tem os seguintes componentes: Livro Razão (FI-GL); Contas a Pagar (FI-AP); Contas a Receber (FI-AR); Ativos Fixos (FI-AA);
- h) CO – *Controlling* – Controle: O módulo CO controla e gerencia todos os custos e receitas numa organização, suas principais funcionalidades são calcular os custos dos produtos, custos indiretos e fazer a análise da rentabilidade.
- i) AM – *Fixed Assets Management* – Gerenciamento de Ativos Fixos: O módulo AM faz a gestão de todo o patrimônio da empresa, avaliando a evolução da apreciação ou depreciação do mesmo.
- j) PS – *Project System* - Sistema de Projetos: O módulo PS destina-se a planejar, controlar e supervisionar os custos e prazos de projetos estratégicos. Suas principais funcionalidades são os gerenciamentos de projetos, controle físico e controle de custos.
- k) WF – *Workflow* – Fluxo de Trabalho: O módulo WF liga os módulos SAP com outras aplicações, ferramentas e serviços, com o objetivo de organizar o fluxo de trabalho de cada empresa.
- l) IS - *Industry Solutions* – Soluções Industriais: O módulo IS liga e combina os módulos de aplicação com funcionalidades específicas dos ramos de cada negócio, como indústria petroquímica, automotiva, varejo, telecomunicações, bancos, entre outros.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para a realização do presente trabalho.

Segundo Marconi e Lakatos (2003), os métodos consistem em sistematizar as atividades em etapas, com o propósito de alcançar o objetivo do trabalho de forma segura, bem como buscar conhecimentos válidos e verdadeiros, indicando o caminho a ser seguido, auxiliando nas decisões do pesquisador. Os métodos científicos são as formas mais seguras para controlar o movimento das coisas que compõe um ou mais fatos e montar formas para a compreensão adequada dos fenômenos (BARROS; LEHFELD, 2007).

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é uma atividade que busca uma resposta ou uma solução para uma dúvida ou um problema, com o emprego de métodos científicos (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007). As pesquisas possuem diferentes possibilidades quanto a classificação.

Segundo Gil (2010) em relação aos objetivos gerais as pesquisas podem ser classificadas em exploratórias, descritivas e explicativas:

- a) pesquisas exploratórias: tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com o objetivo de torna-lo mais explícito ou a construir hipóteses;
- b) pesquisas descritivas: tem como objetivo a descrição das características de determinada população;
- c) pesquisas explicativas: tem como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de um fenômeno.

Assim este trabalho pode ser classificado como exploratório, pois teve o propósito de buscar informações sobre o problema, tendo por objetivo torná-lo mais explícito e, para isso, foram feitos o uso de levantamento bibliográfico e observações de exemplos que estimularam a compreensão dos eventos.

Este tipo de pesquisa possibilitou ao a compreensão das informações relevantes no que diz respeito ao software usado e aos dados que poderiam ser melhorados no processo de planejamento da manutenção na empresa objeto deste estudo.

3.2 Seleção e abordagem

O objeto de pesquisa deste trabalho é o setor de programação da manutenção da Usina Termelétrica Presidente Médici. A Usina Termelétrica Presidente Médici está localizada na cidade de Candiota – RS, localizada na região da campanha, distante 400 km de Porto Alegre.

A escolha da realização desse trabalho na referida empresa se deu pelo fato do autor trabalhar na empresa em questão, e observar que uma melhora nas técnicas de planejamento da manutenção poderia trazer benefícios para o setor e a empresa como um todo.

Também foi escolhido este tema de pesquisa pelo fato do autor entender que o setor de geração de energia é de suma importância para o desenvolvimento da região onde está localizada a empresa e para o país.

3.3 Coleta dos dados

Segundo Barros e Lehfeld (2007), a coleta de dados é a fase da pesquisa em que se indaga a realidade e se obtém dados pela aplicação de técnicas. Para a coleta de dados em campo, pertinente ao estudo em questão se optou pelo método da observação.

De acordo com Gil (2010), a observação nada mais é que o uso dos sentidos para adquirir os conhecimentos necessários para a realização do procedimento científico. Ainda segundo o autor, a observação constitui elemento fundamental para a pesquisa, podendo ser utilizada para a formulação do problema, na construção de hipóteses, coleta, análise e interpretação dos dados.

Na investigação científica são empregadas várias modalidades de observação, possuindo quatro tipos diferentes de abordagens (MARKONI; LAKATOS, 2003):

- a) segundo os meios utilizados:
 - observação estruturada;
 - observação não estruturada.
- b) segundo a participação do observador:
 - observação participante;
 - observação não participante.
- c) segundo o número de observadores:
 - observação em equipe;
 - observação individual.

d) segundo o lugar onde se realiza:

- observação efetuada na vida real (trabalho de campo);
- observação efetuada em laboratório.

De acordo com as modalidades apresentadas, podemos definir a observação realizada neste trabalho em relação aos meios utilizados como uma abordagem não estruturada, pois o autor não utilizou meios técnicos para os registros dos fatos e recolhimento dos dados, porém de acordo com Ander-Egg (1978) apud Marconi e Lakatos (2003), na observação não estruturada, a obtenção dos dados não é totalmente espontânea ou casual, é preciso haver um mínimo de interação entre o autor e os fatos, o pesquisador sempre tem que saber o que observar. Já para a classificação da observação em relação à participação do pesquisador, pode-se classificar esta como uma observação participante, pois o autor faz parte do grupo estudado, exercendo influencia no alvo da investigação. Em relação ao número de observadores pode-se classificar a observação como individual, pois o autor realizou todas as práticas individualmente, fazendo todas as intervenções diretamente no alvo do estudo. Para a classificação referente ao local, esta pode ser qualificada como uma observação de campo, pois todas as intervenções foram realizadas no ambiente real das práticas alvos do estudo.

Segundo Gil (2010), a principal vantagem da observação em relação a outros métodos é que os fatos são percebidos diretamente, sem intermediação, tornando a subjetividade, inerente a todo processo de investigação, reduzida.

De acordo com Markoni e Lakatos (2003) a observação como técnica de coleta de dados apresenta ainda as seguintes vantagens:

- a) possibilita meio direto e satisfatório para estudar uma ampla variedade de fenômenos;
- b) exige menos do observador do que em outras técnicas;
- c) permite a coleta de dados sobre um conjunto de atitudes comportamentais típicas;
- d) depende menos da introspecção ou da reflexão;
- e) permite a evidencia de dados não constantes do roteiro de entrevistas ou de questionários.

Outro método utilizado para a coleta de dados foi a pesquisa bibliográfica, que segundo Cervo (2007), neste método, busca-se o esclarecimento acerca de um problema e a busca de referencias teóricas em artigos, livros, dissertações ou teses.

Entre os diversos softwares de planejamento de manutenção e também sobre os diversos programas ERP's disponíveis atualmente no mercado, foi escolhida a plataforma SAP/R3 para se desenvolver a pesquisa do presente trabalho, pois facilitaria a implantação

das melhorias propostas, devido ao fato de na empresa alvo do estudo, todos os setores usarem o SAP/R3 como plataforma para o tratamento dos dados.

3.4 Limitações do método

Para Gil (2010), o principal inconveniente da observação como método de pesquisa é que a presença do observador pode provocar alterações de comportamento nos observados, comprometendo a espontaneidade dos mesmos e produzindo assim, resultados pouco confiáveis.

A observação como técnica de investigação possui ainda, segundo Markoni e Lakatos (2003), uma série de limitações, entre as quais se destacam as seguintes:

- a) o observado tende a criar impressões favoráveis ou desfavoráveis no observador;
- b) a ocorrência espontânea não pode ser prevista, o que impede, muitas vezes, o observador de presenciar os fatos;
- c) fatores imprevistos podem interferir na tarefa do pesquisador;
- d) a duração dos acontecimentos é variável, pode ser rápida ou demorada, e os fatos podem ocorrer simultaneamente, tornando difícil a coleta dos dados;
- e) vários aspectos da vida cotidiana podem não ser acessíveis ao observador.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Para a compreensão referente ao processo de manutenção na empresa alvo do estudo, buscou-se inicialmente realizar o mapeamento do processo como um todo, começando pela criação da Nota de Avaria e terminando com a finalização desta, no sistema SAP/R3. Para alcançar os objetivos propostos foi definida uma estrutura básica, onde cada etapa do processo foi analisada, possibilitando expor as informações necessárias para realizar as propostas de melhorias contemplando cada atividade estudada, melhoria estas que são expostas para cada atividade usando a ferramenta 5W1H.

4.1 Mapeamento do processo de manutenção

O planejamento da manutenção na Eletrobrás CGTEE tem como início do processo a criação de uma nota de avaria no sistema SAP R/3 pelo setor de operação, e termina quando o serviço depois de executado é finalizado no mesmo sistema pelo setor de manutenção.

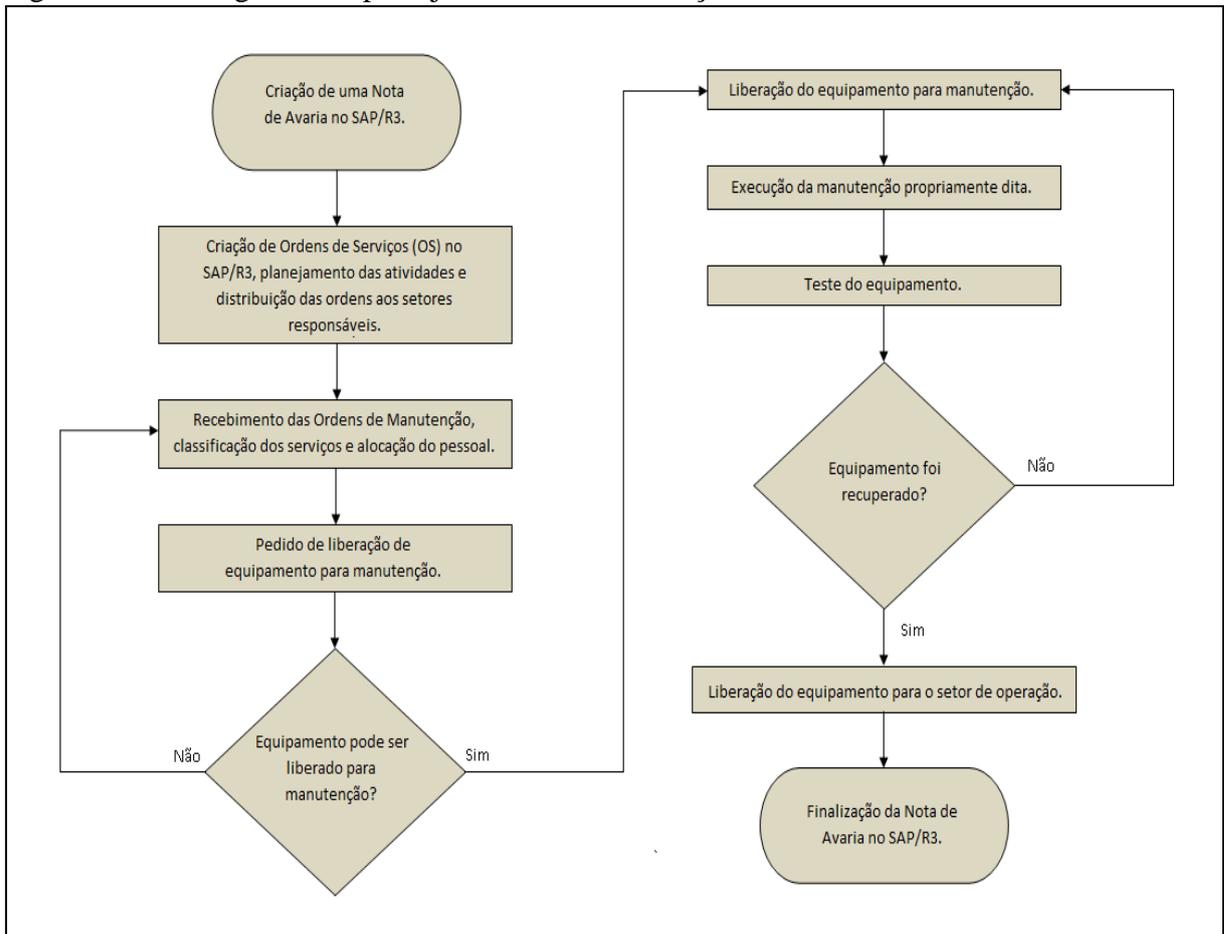
Durante a execução da manutenção existem processos intermediários, cuja finalidade é transformar as notas criadas pela operação em serviços a serem executados de forma sequencial e organizadas para poder-se atingir os objetivos propostos, ou seja, retornar o equipamento avariado para as condições de operação no menor tempo possível, minimizando os custos.

No planejamento da manutenção organizam-se as equipes e programa-se o tempo do serviço da manutenção. Nem sempre a avaria de um equipamento pode ser resolvida com apenas uma equipe de trabalhadores ou com apenas a atuação de um único setor da manutenção. Temos, por exemplo, um serviço muito longo que necessita varias horas ou até dias para a sua execução, nele será necessário que mais de uma equipe de trabalhadores execute o mesmo serviço em revezamento com outras do mesmo seu setor, para isso o setor de planejamento deve antever essa demanda e organizar o pessoal e o tempo necessário para a conclusão. Outro exemplo é de serviços que por sua peculiaridade exija o envolvimento de equipes de setores diferentes, por exemplo, serviços que devem ser executados em alturas maiores que 2 metros, é necessário que uma equipe de trabalhadores monte um andaime para propiciar um acesso ao local da manutenção propriamente dita, para posteriormente a equipe de execução atuar no local.

O serviço pode ser dado como terminado quando o equipamento, ou conjunto de equipamentos, é testado pelo setor de operação e atende as expectativas de sua finalidade, então, a nota de avaria respectiva ao serviço executado é finalizada no sistema.

O processo de planejamento e execução da manutenção na Eletrobrás CGTEE, possui o fluxograma como mostrado na figura 24.

Figura 24 – Fluxograma do planejamento da manutenção na CGTEE

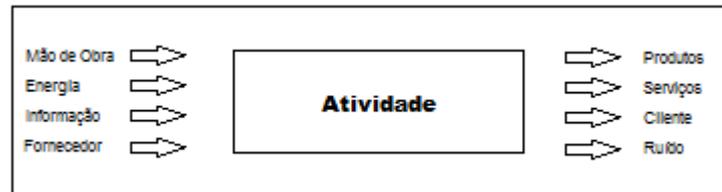


Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

4.2 Detalhamento do planejamento da manutenção

Para o detalhamento do processo de planejamento e execução da manutenção se abordará cada atividade de acordo com a figura 25.

Figura 25 – Modelo de um processo



Fonte: Carvalho, Paladini (2012)

Onde tem-se como entradas:

- a) mão de obra: pessoa ou setor responsável por executar a atividade;
- b) energia: disponibilidade e/ou iniciativa para executar a atividade;
- c) informação: dados necessários para executar a atividade;
- d) fornecedor: pessoa, setor, processos ou atividades que antecedem a atual no fluxo de execução do serviço.

E tem-se as saídas:

- a) serviços: tratamento de dados ou execução de tarefas, dependendo da etapa a ser analisada;
- b) produtos: planilhas, tabelas, documentos, reservas de material e outros documentos necessários para a execução dos serviços;
- c) cliente: pessoa, setor, processos ou atividades que precedem a atual no fluxo de execução do serviço;
- d) ruído: interferências internas no processo de comunicação, como não entendimento da mensagem ou má interpretação dos códigos.

4.2.1 Criação de nota de avaria

4.2.1.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor de operação;

- b) energia: iniciativa de detectar problemas ou avarias nos equipamentos sob sua responsabilidade, iniciativa de informar o defeito ou avaria ao setor responsável (criação da nota de avaria).
- c) informação: conhecimento sobre as condições de operação dos equipamentos e instalações, conhecimento de plantas e diagramas dos processos de operação da usina, conhecimentos de informática para navegar no software SAP/R/3;
- d) fornecedor: condição dos equipamentos.

4.2.1.2 Atividade

A atividade da criação da nota de avaria é realizada pelos funcionários do setor de operação, para qualquer equipamento localizado na área sob sua responsabilidade. Para esta atividade, o operador segue os seguintes passos:

- a) identificar que o equipamento está com um sintoma de avaria;
- b) criar uma nota de avaria no SAP/R3, contendo principalmente os seguintes dados:
 - descrição detalhada da avaria;
 - local de instalação do equipamento;
 - código do equipamento;
 - autor da nota de avaria;
 - prioridade de manutenção, emergência (manutenção imediata), urgente (manutenção em até 48 horas) ou necessária (manutenção quando houver disponibilidade de pessoal).
- c) gravar e enviar a nota de avaria (via SAP/R3) para o planejamento de programação;
- d) anotar o número da nota de avaria que foi gerada pelo sistema no livro correspondente do setor de operação.

4.2.1.3 Saídas

- a) serviço: identificação e comunicação da avaria de algum equipamento da planta;
- b) produto: nota de avaria;
- c) cliente: setor de Planejamento da manutenção;
- d) ruído: avaria identificada incorretamente ou não identificada, equipamento não identificado ou identificado incorretamente, identificação incorreta da prioridade de manutenção, falta de padronização do procedimento de criação de nota de avaria, falta de padronização na linguagem utilizada.

4.2.1.4 Análise crítica do processo

Para esta etapa se identificou algumas melhorias que poderiam ser implementadas no processo para a organização atingir melhores resultados.

Notou-se que os funcionários do setor de operação não possuem uma padronização na linguagem da descrição da avaria dos equipamentos, e tampouco na elaboração das mesmas, aumentando a dificuldade de compreensão nos processos seguintes (criação da ordem de serviço). Nesse contexto, como já mencionado, o pilar da TPM Educação e Treinamento poderia auxiliar nas melhorias, pois tem como objetivo promover um sistema de desenvolvimento dos funcionários, melhorando a sua capacidade técnica, gerencial e comportamental, os tornando aptos para o pleno desempenho de suas atividades. Sendo assim pode-se sugerir a elaboração de um curso interno de curta duração e periodicidade constante para preparação dos operadores e padronização na linguagem das notas de avaria.

Foi constatada a necessidade de se anexar na nota de avaria arquivos de fotos para melhorar a compreensão do defeito do equipamento, pois em muitos casos, há a necessidade de parada emergencial do equipamento, cessando assim a possibilidade de visualização do defeito (tem-se como exemplo vazamento em tubulações).

Pode-se ainda, permitir que os operadores que criam uma nota de avaria tenham acesso no mesmo terminal às plantas e diagramas de processos, para facilitar a pesquisa de registros de equipamentos e assim agilizar o processo de criação da nota de avaria.

4.2.2 Criação de uma ordem de serviço

4.2.2.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor de planejamento da manutenção;
- b) energia: iniciativa de buscar no sistema as notas de avaria criadas no período compreendido entre o último acesso até o momento da consulta atual;
- c) informação: conhecimento sobre os procedimentos para buscar as notas de avarias no sistema e transformá-las em ordens, conhecimento da divisão da manutenção e as atribuições de cada setor, conhecimento de plantas e diagramas dos processos de operação da usina, conhecimentos de informática para navegar no software SAP/R/3.
- d) fornecedor: setor de operação.

4.2.2.2 Atividade

A atividade da criação de ordem de serviço é realizada pelos funcionários do setor de planejamento da manutenção, para qualquer equipamento localizado na área sob sua responsabilidade. Para esta atividade, o funcionário segue os seguintes passos:

- a) realizar uma pesquisa no SAP/R3 das notas de avaria que foram criadas pelo setor de operação em um dado período de tempo (normalmente esta tarefa é realizada no começo do expediente, pela manhã, buscando criar ordens de serviço para as notas de avaria criadas no dia anterior);
- b) criar no sistema uma nova ordem de serviço no SAP/R3 contendo uma lista de atividades que busquem solucionar o problema descrito na nota de avaria. A ordem de serviço deverá obrigatoriamente conter a descrição dos seguintes itens:
 - centro de trabalho: ex. oficina elétrica, Andaime, Lubrificação, etc.;
 - descrição da operação (tarefa a ser executada);
 - tempo estimado do serviço;
 - quantidade de funcionários estimados para a tarefa.
- c) gravar e enviar a ordem de serviço (via SAP/R3) para os setores responsáveis.

4.2.2.3 Saídas

- a) serviços: identificação e comunicação das atividades a serem executadas pelas equipes de manutenção em um determinado período de tempo;
- b) produtos: ordens de serviços;
- c) cliente: equipes responsáveis pela execução de atividades do setor de manutenção (chefes dos setores);
- d) ruído: tarefas identificadas incorretamente, tarefas não identificadas que seriam necessárias para a execução da atividade, identificação incorreta da prioridade de manutenção, falta de padronização do procedimento de criação de ordens de serviço, falta de padronização na linguagem utilizada;

4.2.2.4 Análise crítica do processo

Para esta etapa se identificou alguns problemas no processo de criação de ordens de serviços:

- a) não há o nome do funcionário que executará o serviço, mas somente o centro de trabalho responsável, podendo acarretar uma sobrecarga de serviços alocados para

determinado setor, pois poderá acontecer de dois ou mais serviços serem destinados para os mesmos funcionários;

- b) não são demonstrados na ordem de serviço os horários para as tarefas, podendo causar atrasos de serviços dependentes.
- c) não há uma prioridade dos serviços nas ordens, deixando assim a critério de cada responsável, a ordenação da execução dos mesmos.

De acordo com o pilar da TPM Manutenção Planejada, pode-se adotar um conjunto de ações visando o planejamento e o controle da manutenção, aplicando-se técnicas de planejamento e sistematização da programação diária de manutenção. Poder-se-ia elaborar uma sistemática para desenvolver os mantenedores de forma que se possa estabelecer um sistema de manutenção mais efetivo, com a finalidade de eliminar as perdas relativas às quebras e falhas, retrabalhos de manutenção, falhas de operação, e pequenas paradas. Por exemplo, podemos tomar as seguintes iniciativas.

- a) na ordem de serviço deveria ser descrito juntamente com as atividades a serem realizados, os funcionários responsáveis pela atividade e o período de tempo destinado a ela, evitando assim, que dois ou mais serviços sejam direcionadas para a mesma equipe no mesmo horário.
- b) criar a rotina de se pesquisar no sistema os serviços que **já** foram executados que possuam as mesmas características, facilitando assim a criação das listas de atividades e criando a possibilidade de melhorar as estimativas de tempo destinadas para cada tarefa, analisando a ordem de serviço pesquisada no banco de dados.

4.2.3 Recebimento das ordens, classificação dos serviços necessários, e alocação de pessoal

4.2.3.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor Manutenção (Chefe da Equipe responsável pela execução do serviço);
- b) energia: iniciativa de buscar no sistema as ordens de serviço criadas para o seu setor no período compreendido entre o último acesso até o momento da consulta atual;
- c) informação: conhecimento da quantidade de funcionários disponíveis no seu setor e suas capacidades, conhecimento da complexidade de cada tarefa e a habilidade necessária para executá-la, tempo disponível para cada tarefa;
- d) fornecedor: setor de planejamento da manutenção.

4.2.3.2 Atividade

A atividade de recebimento das ordens, classificação dos serviços necessários, e alocação de pessoal são realizadas pelo chefe do setor responsável pela execução do serviço. Para esta atividade, o funcionário segue os seguintes passos:

- a. realizar uma pesquisa no SAP/R3 buscando as Ordens de Serviços criadas pelo setor de Planejamento da Manutenção em um dado período de tempo (normalmente esta tarefa é realizada no começo do expediente, pela manhã, buscando as ordens de serviços criadas no dia anterior);
- b. abrir a descrição de todas as Ordens de Serviços que foram selecionadas na busca afim de que todas as atividades planejadas para o dia fiquem á mostra no sistema;
- c. copiar todas as atividades selecionadas para o dia, e então, colar em uma planilha do Microsoft Excel;
- d. realizar um filtro das atividades para que fique á mostra na tela somente as atividades que são de responsabilidade do setor desejado;
- e. escolher as tarefas que se julguem mais importantes para o dia e então imprimir as ordens de manutenção, preenchendo os seguintes dados:
 - data de começo das atividades;
 - material necessário para a execução do serviço.
- f. entregar a ordem de manutenção para os funcionários responsáveis para a execução da manutenção e direciona-los ao setor de operação para o pedido de liberação do equipamento.

4.2.3.3 Saídas

- a) serviços: identificação e seleção das atividades que serão executados durante o expediente de trabalho;
- b) produtos: ordens de manutenção;
- c) cliente: equipes responsáveis pela execução de atividades do setor de manutenção;
- d) ruído: tarefas identificadas incorretamente, identificação incorreta da prioridade de manutenção, falta de padronização do procedimento de seleção de ordens de serviço, falta de padronização na linguagem utilizada, desconhecimento da tarefa pelo chefe do setor, ocasionando má alocação de recursos.

4.2.3.4 Análise crítica do processo

Para esta etapa se identificou alguns problemas no processo de criação de ordens de serviços:

- a) não há na ordem de serviço o horário planejado para a execução da atividade, nem a sua priorização, ficando para o chefe do setor responsável a escolha do horário da execução do serviço;
- b) não há na ordem de serviço se a tarefa em questão depende da conclusão de outra, ou se há uma tarefa subsequente no processo que depende da atual.

Para esta etapa pode-se aplicar o pilar TPM Office estabelecendo metas para melhorias nos processos de classificação dos serviços, para isso sugere-se que os chefes dos setores participem juntamente com o pessoal do planejamento na programação das atividades, evitando assim o descompasso entre as atividades programadas e as que podem ser executadas. É importante ressaltar que os funcionários que irão executar o serviço também participem nas atividades de treinamentos em TPM que venham a ser oferecidas.

4.2.4 Pedido de liberação de equipamento para manutenção

4.2.4.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor manutenção (funcionários que irão executar o serviço);
- b) energia: recebimento da ordem de manutenção impressa em seu setor de origem, deslocamento até o setor de operação;
- c) informação: conhecimento da complexidade da tarefa e a habilidade necessária para executá-la, tempo disponível para tarefa;
- d) fornecedor: setor de planejamento da manutenção (chefe do setor).

4.2.4.2 Atividade

A atividade de pedido de liberação de equipamento para manutenção é realizada pelos próprios funcionários que executarão a manutenção. Para esta atividade, os funcionários seguem os seguintes passos:

- a. recebimento da OM impressa em seu setor de origem;
- b. pegar as ferramentas que se julga necessário para executar o serviço;

- c. dirigir-se ao setor de operação para solicitar a liberação do equipamento para manutenção.

4.2.4.3 Saídas

- a) serviços: pedido de liberação de equipamento;
- b) produtos: ordens de manutenção entregue para o setor de operação;
- c) cliente: setor de operação;
- d) ruído: identificação incorreta de equipamentos, identificação incorreta de tarefas a serem realizadas.

4.2.4.4 Análise crítica do processo

Para esta etapa se identificou alguns problemas, como por exemplo:

- a) funcionário ao pedir a liberação do equipamento não sabe onde o mesmo se encontra;
- b) muitas vezes ao chegar ao setor de operação, os funcionários do setor de manutenção descobrem que o equipamento não pode ser liberado, causando um tempo ocioso de tais funcionários;

Nesse contexto, o pilar da TPM Educação e Treinamento poderia auxiliar nas melhorias, pois esse pilar tem como objetivo promover um sistema de desenvolvimento dos funcionários, melhorando a sua capacidade técnica, e comportamental, tornando-os aptos para o pleno desempenho de suas atividades. Sendo assim pode-se sugerir a elaboração de cursos ou seminários para preparação dos funcionários de manutenção a respeito da localização de equipamentos na planta, condição de operação dos equipamentos e isolamentos elétricos e mecânicos requeridos pelos mesmos.

4.2.5 Liberação de equipamento para manutenção

4.2.5.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor de operação;
- b) energia: preenchimento da ordem de manutenção e cartões de segurança, locomoção até o equipamento para realizar o seu isolamento elétrico e/ou mecânico;
- c) informação: conhecimento sobre o funcionamento do equipamento e sistemas interligados a ele, conhecimento de como executar as manobras de isolamento elétrico e mecânico do equipamento ou sistema que sofrerá a intervenção, conhecimento de

preenchimento de cartões de segurança e ordens de manutenção, conhecimento da possibilidade de liberação do equipamento para manutenção;

d) fornecedor: setor de manutenção.

4.2.5.2 Atividade

A atividade de liberação de equipamento para manutenção é realizada pelos funcionários do setor de operação. Para esta atividade, os funcionários seguem os seguintes passos:

- a. recebimento da ordem de manutenção do pessoal da manutenção;
- b. análise da ordem de manutenção para verificar qual equipamento ou sistema que sofrerá a intervenção;
- c. verificar a possibilidade de liberação do equipamento para manutenção. Caso haja a possibilidade, prosseguir com o processo, se não, encaminhar novamente a OM para o planejamento para uma reprogramação de serviço;
- d. caso o equipamento possa ser liberado para a manutenção, preencher a ordem de Manutenção e cartões de segurança juntamente com o pessoal que executará o serviço;
- e. realizar o isolamento elétrico e/ou mecânico do equipamento;
- f. neste momento o equipamento está entregue para a manutenção.

4.2.5.3 Saídas

- a. serviços: isolamento elétrico e mecânico de equipamentos, preenchimento de Ordens de Manutenção e cartões de segurança;
- b. produtos: equipamento liberado para manutenção;
- c. cliente: setor de manutenção (funcionários que executarão o serviço);
- d. ruído: má interpretação do serviço a ser executado pela manutenção, isolamento equivocado de um equipamento ou sistema, desconhecimento dos processos e equipamentos pelo pessoal da operação, desconhecimento/não cumprimento dos procedimentos de isolamento de equipamentos ou sistemas por parte do pessoal da operação.

4.2.5.4 Análise crítica do processo

Neste processo foram detectados os seguintes problemas:

- a) o isolamento a ser efetuado para um determinado serviço fica a cargo somente do conhecimento do operador responsável, ou seja, quem realmente irá executar o serviço

não conhece os procedimentos de isolamento do equipamento, ficando sujeito a eventuais erros do pessoal da operação;

- b) não há um procedimento específico de liberação para cada equipamento, permitindo interpretações na melhor forma de efetuar tal liberação, possibilitando para o mesmo serviço no mesmo equipamento, procedimentos de isolamentos diferentes.
- c) não há uma padronização no preenchimento de Ordens de Manutenção e cartões de segurança para liberação de equipamentos.

O pilar da TPM Educação e Treinamento pode auxiliar nas melhorias, pois esse pilar tem como objetivo promover o desenvolvimento dos funcionários, melhorando a sua capacidade técnica, gerencial e comportamental, tornando-os aptos para o pleno desempenho de suas atividades. Sendo assim pode-se sugerir a elaboração de um curso interno e criação de grupos de trabalho com o objetivo de estabelecer procedimentos e padronização na execução das tarefas de liberação de equipamentos para manutenção e também sanar dúvidas tanto de operadores como do pessoal de manutenção no que tange aos procedimentos de liberação de equipamentos.

4.2.6 Execução da manutenção

4.2.6.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor manutenção;
- b) energia: deslocamento até o local da atividade, execução da atividade, entrega do equipamento para o teste;
- c) informação: conhecimento sobre o funcionamento do equipamento e sistemas interligados a ele, conhecimento de como executar a manutenção no equipamento, conhecimento do uso das ferramentas necessárias para o serviço;
- d) fornecedor: setor de manutenção.

4.2.6.2 Atividade

A atividade de manutenção nos equipamentos é realizada pelos funcionários do setor de manutenção. Para esta atividade, os funcionários seguem os seguintes passos:

- a) aguardar a liberação do equipamento pelos funcionários do setor de operação;
- b) deslocar-se até o local onde o equipamento que sofrerá a intervenção se encontra;
- c) observar se os serviços que deveriam ser feitos anteriormente foram realmente executados (exemplo: montagem de andaime, desligamento elétrico de motores, etc.);

- d) realizar a manutenção;
- e) deslocar-se até o setor de operação e entregar o equipamento para teste.

4.2.6.3 Saídas

- a) serviços: manutenção no equipamento;
- b) produtos: equipamento disponível para teste;
- c) cliente: setor de operação;
- d) ruído: má interpretação do serviço a ser executado pela manutenção, serviço feito inadequadamente.

4.2.6.4 Análise crítica do processo

Para esse processo pode-se aplicar as ações do pilar da TPM Manutenção da Qualidade, pilar esse que busca promover a obediência a padrões dos programas de qualidade vigentes na empresa, tendo como objetivo estabelecer e manter as condições básicas dos equipamentos, e através desse conceito obter a qualidade na manutenção dos equipamentos.

4.2.7 Teste do Equipamento

4.2.7.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor de manutenção e funcionários do setor de operação;
- b) energia: disponibilidade dos operadores de ligar o equipamento, iniciativa dos funcionários de operação e manutenção em acompanhar o bom funcionamento ou detectar anormalidades no equipamento em teste;
- c) informação: conhecimento dos funcionários do setor de operação sobre o procedimento de como ligar equipamentos ou sistemas para testes, conhecimento dos funcionários de manutenção e operação sobre a condição normal de trabalho dos equipamentos e seus componentes, juntamente com os sistemas, o qual ele faz parte;
- d) fornecedor: funcionários do setor de manutenção.

4.2.7.2 Atividade

A atividade de teste nos equipamentos é realizada pelos funcionários do setor de operação. Para esta atividade, os funcionários seguem os seguintes passos:

- a) depois de concluída a manutenção no equipamento, o funcionário do setor de Manutenção desloca-se até o setor de operação para entregar o equipamento para teste;

- b) o operador ao ser informado da liberação do equipamento para teste, retira os cartões de segurança que foram colocados para a execução do serviço, bem como desfaz o isolamento elétrico e mecânico do equipamento;
- c) o operador, na presença dos funcionários que realizaram a manutenção, liga o equipamento;
- d) o operador e os funcionários da manutenção analisam a condição normal de trabalho dos equipamentos e seus componentes, juntamente com os sistemas o qual ele faz parte;
- e) no caso do equipamento não apresentar problemas, o serviço pode ser dado como concluído na ordem de serviço, se não, o equipamento é entregue novamente para manutenção, devendo ser realizadas novamente as manobras de isolamento elétrico e mecânico do equipamento e a colocação dos cartões de segurança.

4.2.7.3 Saídas

- a) serviços: teste do equipamento em que foi realizada a manutenção;
- b) produtos: equipamento em condições de operação (funcionamento normal);
- c) cliente: setor de operação;
- d) ruído: equipamento entregue para operação com problemas. Problemas tais que os funcionários não identificaram nos testes.

4.2.7.4 Análise crítica do processo

Para esse processo foram detectados os seguintes problemas:

- a) não há um procedimento de teste para todos os equipamentos que estão sendo entregues para operação;
- b) há problemas que não são identificados nos testes tanto pelo pessoal de operação como pelo pessoal da manutenção, ocasionando a necessidade de uma nova intervenção, gerando retrabalho para as equipes de manutenção e causando um aumento no tempo de indisponibilidade do equipamento.

E são propostas as seguintes soluções:

- a) elaboração de procedimentos para testes de equipamentos, evitando que cada operador ou equipe de manutenção avalie o equipamento de acordo com sua opinião;
- b) disponibilizar treinamento para os operadores apresentando os princípios do pilar da TPM Manutenção Autônoma, cujo objetivo é capacitar os operadores para efetuarem a limpeza, inspeção e pequenos reparos nos equipamentos. Como resultado do

treinamento dos operadores, não se procurará que estes realizem algum tipo de manutenção nos equipamentos, pois isto fica proibido pelas normas em vigor da empresa, o treinamento dos operadores terá como objetivo a melhora na detecção dos defeitos dos equipamentos em testes bem como a melhoria da identificação dos problemas nos equipamentos em operação.

Podem-se listar ainda algumas vantagens em proporcionar aos operadores treinamentos no pilar da TPM Manutenção Autônoma:

- a) operação correta de máquinas e equipamentos;
- b) aplicação dos programas de qualidade;
- c) inspeção autônoma;
- d) monitoramento com base nos sentidos humano;
- e) execução de regulagens simples;
- f) execução de testes simples.

4.2.8 Liberação do equipamento para o setor de operação

4.2.8.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor de operação;
- b) energia: iniciativa de preencher o livro de conclusão de serviços, retirada de cartões de segurança e desfazer o isolamento elétrico e mecânico do equipamento;
- c) informação: conhecimento da existência de normas ou práticas de preenchimento do livro de conclusão de serviços, conhecimento da existência de normas ou práticas de retirada de cartões de segurança e conhecimento para desfazer o isolamento elétrico e mecânico do equipamento;
- d) fornecedor: funcionários do setor de manutenção.

4.2.8.2 Atividade

A atividade de liberação do equipamento para o setor de operação é realizada pelos funcionários do setor de operação juntamente com os funcionários do setor de manutenção que executaram o serviço no equipamento. Para esta atividade, os funcionários seguem os seguintes passos:

- a) depois de concluído o teste do equipamento e observado o bom funcionamento do mesmo, os funcionários do setor de manutenção juntamente com os operadores se dirigem até o setor de operação;

- b) preenchimento da ordem de manutenção com os seguintes dados:
- c) nome do funcionário da Manutenção responsável pela retirada dos cartões de segurança:
 - data do término do serviço;
 - horário do término do serviço.
- d) retirada dos cartões de segurança;
- e) desfazer o isolamento elétrico e mecânico do equipamento;
- f) o Equipamento está liberado para a operação.

4.2.8.3 Saídas

- a) serviços: liberação do equipamento que sofreu manutenção para a operação;
- b) produtos: equipamento em condições de operação;
- c) cliente: setor de operação;
- d) ruído: equipamento com problemas (avarias), mas liberado para operação.

4.2.8.4 Análise crítica do processo

Para esse processo foram detectados os seguintes problemas:

- a) não há um procedimento específico de liberação para cada equipamento, dando margem a interpretações da melhor forma de efetuar tal liberação, possibilitando para o mesmo serviço no mesmo equipamento, procedimentos de liberação diferentes;
- b) não há uma padronização no preenchimento de Ordens de Manutenção e cartões de segurança para liberação de equipamentos.

O pilar da TPM Educação e Treinamento poderia auxiliar nas melhorias, pois esse pilar tem como objetivo promover um sistema de desenvolvimento dos funcionários, melhorando a sua capacidade técnica, gerencial e comportamental, os tornando aptos para o pleno desempenho de suas atividades. Sendo assim pode-se sugerir a criação de grupos de trabalho com o objetivo de estabelecer procedimentos e padronização na execução das tarefas de liberação de equipamentos para operação e criar a rotina de reuniões no começo do horário de serviço visando sanar dúvidas tanto de operadores como do pessoal de manutenção no que tange aos procedimentos a serem realizados no dia em questão

4.2.9 Finalização da Nota de Avaria no sistema.

4.2.9.1 Entradas

- a) mão de obra: funcionários do setor de manutenção;
- b) energia: iniciativa de alimentar o sistema com os dados referentes a execução da manutenção;
- c) informação: conhecimento de como alimentar o sistema com os dados pertinentes;
- d) fornecedor: funcionários do setor de manutenção.

4.2.9.2 Atividade

A atividade de finalização da nota de avaria no sistema SAP/R3 é realizada pelos funcionários do setor de da manutenção, para qualquer equipamento localizado na área sob sua responsabilidade. Para esta atividade, o funcionário segue os seguintes passos:

- a. entrar no sistema SAP/R3 munido das informações (Ordens de Manutenção) geradas nas execuções dos serviços.
- b. digitar o número da Ordem de Manutenção que se deseja finalizar o serviço;
- c. escolher qual ou quais serviços se deseja finalizar no sistema (quais operações);
- d. para cada operação que se deseja finalizar deverá ser informado nos seus respectivos campos:
 - data e hora do inicio das atividades;
 - data e hora do fim das atividades;
 - tempo gasto na operação;
- e. digitar um texto breve a respeito da confirmação;
- f. gravar no sistema os serviços que estão sendo finalizados.

4.2.9.3 Saídas

- a) serviços: alimentação do SAP/R3 com os dados referentes á conclusão do serviço;
- b) produtos: nota de Avaria encerrada no SAP/R3;
- c) cliente: setor de programação da manutenção;
- d) ruído: erros de preenchimento na alimentação dos dados no sistema, ou erro do serviço que será dada a conclusão no sistema.

4.2.9.4 Análise crítica do processo

Para esse processo, foi detectado que muitas vezes o responsável por alimentar o sistema com os dados referentes á execução do serviço não possui os dados reais, como tempo

gasto e hora real do começo das atividades. Para isso, de acordo com o pilar da TPM Educação e Treinamento, poder-se-ia ministrar cursos para aperfeiçoar a comunicação e a habilidade dos funcionários na transmissão dos dados dos serviços executados.

4.3 Análise dos resultados

O trabalho de pesquisa de cada atividade teve embasamento teórico e prático, onde se constatou em observações realizadas em campo as principais necessidades de cada atividade e como cada uma delas poderia ser melhorada individualmente e em conjunto. No decorrer da pesquisa observou-se que há vários pontos nas execuções de cada atividade que merecem atenção para que a empresa busque melhores práticas de planejamento de manutenção do que os obtidos atualmente.

Através dos dados obtidos, observou-se que há deficiências que se repetiram em quase todas as atividades do processo. O primeiro aspecto que se evidenciou deficiente foi a falta de procedimentos operacionais padrão (POP) para a maioria das atividades abordadas, possibilitando a interpretação pessoal na realização das atividades. Embora cada trabalhador certamente busque realizar as tarefas sob sua responsabilidade de maneira eficiente, certamente a padronização das atividades entre todos os setores e seus funcionários traria melhores resultados para a organização.

Outro resultado positivo que a adoção de POP's traria para a empresa, será a difusão do conhecimento entre os funcionários, melhorando a realização das atividades, e caso algum funcionário com experiência venha a deixar a empresa, seu conhecimento não se perderá.

Um aspecto que se percebeu deficiente nas observações efetuadas foi a falta de treinamento formal dos funcionários, treinamento este que não é oferecido pela empresa, o que ocasiona de os funcionários mais novos acabarem aprendendo a execução das atividades com os mais experientes, tornando os vícios ou a falta de conhecimento dos mais antigos um problema sistêmico na empresa. A falta de troca de informações, seja no modo verbal ou em dados impressos, é outro quesito que se evidenciou como deficiente, pois nas observações realizadas constatou-se que em algumas atividades, pela falta de fornecimento de dados, exige-se que para a execução das atividades os funcionários se guiem pela experiência pessoal, o que certamente causa um descompasso na realização das tarefas. Nas figuras 26 até 34 estão listadas as atividades, as melhorias propostas e os responsáveis por executá-las.

Figura 26 – Melhorias na criação de Nota de Avaria

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Criação de nota de avaria.	A Nota de Avaria, por exemplo, é uma atividade que se mal executada dificulta o processo de manutenção, dado que, nos relatos dos operadores constatou-se que estes não recebem treinamento para a execução, e assim, aprendem com os colegas do setor empiricamente.	Criação de um procedimento operacional padrão para a criação de Notas de Avaria no SAP/R3.	Grupo de funcionários do setor de Operação criado para tal fim.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de criação de Notas de Avaria.	Escritório de Apoio ao Setor de Operação.	Até Julho de 2015.
		Criação de uma linguagem comum entre os setores de Operação e Manutenção visando melhorar a identificação das avarias nos equipamentos.	Grupo de funcionários dos setores de Operação e Planejamento da Manutenção criado para tal fim.	Criar uma lista contendo os termos (e seus significados) que são comumente usados na criação de uma Nota de Avaria.	Escritório de Apoio ao Setor de Operação.	Até Julho de 2015.
		Ao criar a Nota de Avaria anexar uma foto do equipamento enquanto este está em operação.	Autor da Nota de Avaria.	Anexar foto do equipamento com defeito, conforme POP.	Local da Criação da Nota de Avaria.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 27 – Melhorias na criação de uma Ordem de Serviço

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Criação de uma Ordem de Serviço (OS).	A ordem de serviço se mal elaborada acarreta desde a alocação indevida de pessoal e ferramentas para a execução de serviços até a incapacidade da manutenção de resolver os problemas nos equipamentos.	Criação de um procedimento operacional padrão para a criação de Ordens de Serviço no SAP/R3.	Grupo de funcionários do setor de Planejamento da Manutenção criado para tal fim.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de Ordens de Serviço no SAP/R3	Escritório de Planejamento da Manutenção.	Até Julho de 2015.
		Criar Ordens de Serviços com um número maior de informações pertinentes às atividades.	Grupo de funcionários do setor de Planejamento da Manutenção criado para tal fim.	Realizar um levantamento das informações que são importantes para a execução das atividades de Manutenção e fornecê-las ao SAP R/3	Escritório de Planejamento da Manutenção.	Até Julho de 2015.
		Criar Ordens de Serviços com dados relativos a interdependência de atividades	Grupo de funcionários do setor de Planejamento da Manutenção criado para tal fim.	Anexar à OS quais serviços devem estar concluídos para possibilitar a execução da atual.	Escritório de Planejamento da Manutenção.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 28 – Melhorias no recebimento das ordens, classificação dos serviços necessários, e alocação de pessoal

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Recebimento e Classificação das Ordens de Serviço e alocação de Pessoal.	Uma alocação de funcionários mal elaborada acarreta desde necessidades de tempo maiores para execução de serviços até uma queda de qualidade na execução dos mesmos.	Criar um procedimento operacional padrão para a atividade de recebimento de Ordens de Serviço.	Grupo de funcionários do setor de Manutenção (cada setor executante) criado para tal fim.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de recebimento Ordens de Serviço no SAP/R3.	Escritórios de cada setor da Manutenção.	Até Julho de 2015.
		O chefe de cada setor da Manutenção deve participar do processo de planejamento das atividades de manutenção.	Chefe de cada setor da Manutenção.	Criar canais para possibilitar a troca de informações entre os setores (Reuniões, telefone, vídeo conferencia).	Escritório de Planejamento da Manutenção.	Até Julho de 2015.
		O chefe de cada setor da Manutenção deve realizar o feedback das informações ao planejamento.	Chefe de cada setor da Manutenção.	Criar canais para possibilitar a troca de informações entre os setores (Reuniões, telefone, vídeo conferencia).	Escritório de Planejamento da Manutenção.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 29 – Melhorias no pedido de liberação de equipamento para manutenção

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Pedido de liberação de equipamento para manutenção.	Um pedido de liberação de equipamento sem os dados necessários ou sem a localização deste na área pode acarretar o atraso no começo das atividades ou a não localização do local do serviço, impedindo a execução do serviço.	Instruir os funcionários que irão executar a manutenção sobre a localização dos equipamentos e sobre os seus funcionamentos.	Chefe de cada setor da Manutenção.	Criar cursos e seminários informando a localização dos equipamentos na planta e o objetivo de cada sistema.	Escritórios de cada setor da Manutenção.	Até Julho de 2015.
		Ao sair do seu setor de origem, o funcionário já ter a informação se o equipamento pode ser liberado para manutenção.	Criar um canal de comunicação (telefone, SAP/R3 ou outros) entre os setores de Operação e Manutenção para troca de dados sobre equipamentos disponíveis para manutenção.	Criar canais para possibilitar a troca de informações entre os setores (Reuniões, telefone, vídeo conferência).	Escritórios de cada setor da Manutenção e Sala de Comando.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 30 – Melhorias na liberação de equipamento para manutenção

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Liberação de equipamento para manutenção.	Uma liberação indevida de equipamentos para manutenção pode acarretar acidentes durante o procedimento da manutenção ou no retorno do equipamento à operação, ou o funcionamento do sistema fora dos padrões operacionais devido a problemas nos equipamentos.	Criar um POP para a liberação de cada equipamento.	Grupo de funcionários do setor de Manutenção (cada setor executante) criado para tal fim.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos para liberação de equipamentos.	Escritório de Apoio ao Setor de Operação.	Até Julho de 2015.
		Criar um POP para preenchimento de Ordens de Manutenção e cartões de segurança.	Chefe de cada setor da Manutenção.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de preenchimento de OM's.	Escritório de Apoio ao Setor de Operação.	Até Julho de 2015.
		Instruir os funcionários sobre os isolamentos necessários para a execução da manutenção.	Chefe de cada setor da Manutenção.	Criar cursos e seminários informando a localização dos equipamentos e os respectivos isolamentos necessários.	Escritórios de cada setor da Manutenção.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 31 – Melhorias na execução da manutenção

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Execução da Manutenção.	Na execução da manutenção em equipamentos os funcionários devem zelar pela aplicação das normas da empresa no que tange aos programas de qualidade e conceitos de bom funcionamento dos sistemas.	Criação de um POP para o preenchimento da OM acerca das ferramentas e mão de obra estipulados no planejamento da atividade correspondem com o necessário para a realização da mesma.	Grupo de funcionários do setor de Manutenção (cada setor executante).	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de preenchimento de OM's.	Escritórios de cada setor da Manutenção.	Até Julho de 2015.
		Promover treinamento periódico para a realização de manutenção nos equipamentos e obediência aos padrões de qualidade vigente na empresa.	Setor de Recursos Humanos juntamente com o setor de Manutenção.	Criar cursos e seminários informando a localização dos equipamentos e os padrões corretos de funcionamento.	Escritórios de cada setor da Manutenção.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 32 – Melhorias nos testes dos equipamentos

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Teste de equipamentos.	É durante os testes nos equipamentos que possíveis falhas de componentes ou condições não satisfatórias de operação devem ser detectadas pelo pessoal de Manutenção e Operação, sob a pena de o equipamento ser entregue sem condições totais de funcionamento.	Criação de um procedimento operacional padrão para a realização de testes em cada equipamento.	Grupo de funcionários do setor de Operação criado para tal fim.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de testes em equipamentos.	Escritório de apoio ao setor de Operação.	Até Julho de 2015.
		Promover treinamento para o pessoal de operação e Manutenção acerca das condições de funcionamento dos equipamentos.	Setor de Recursos Humanos juntamente com o setor de Manutenção.	Criar cursos e seminários informando as condições de operação dos equipamentos e os padrões corretos de funcionamento.	Escritórios de cada setor da Manutenção.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 33 – Melhorias na liberação do Equipamento para o setor de operação

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Liberação do equipamento para o setor de Operação.	Nesta etapa, qualquer falha poderá acarretar um mal funcionamento dos equipamentos, não satisfazendo as condições operacionais ou o não funcionamento dos mesmos, e em casos mais graves, acidentes envolvendo funcionários.	Criar um procedimento operacional padrão para o recebimento específico para cada equipamento.	Grupo de funcionários do setor de Operação criado para tal fim.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de liberação de equipamentos para operação.	Escritório de Apoio ao Setor de Operação.	Até Julho de 2015.
		Criar um procedimento operacional padrão para preenchimento de Ordens de Manutenção e retirada de cartões de segurança.	Grupo de funcionários do setor de Operação criado para tal fim.	Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de liberação de equipamentos para operação.	Escritório de Apoio ao Setor de Operação.	Até Julho de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 34 – Melhorias na finalização da Nota de Avaria no sistema

Atividade	Why?	What?	Who?	How?	Where?	When?
	Por quê?	O que fazer?	Quem fará?	Como fará?	Onde?	Quando?
Finalização da Nota de Avaria no Sistema.	Caso a Nota de Avaria de algum serviço executado não seja finalizada, corre-se o risco das atividades serem planejadas novamente para uma data futura, e também impede que os dados reais e planejados sejam confrontados no SAP/R3.	<p>Criar um procedimento operacional padrão para o fornecimento de dados ao SAP/R3, no que diz respeito à finalização de Notas de Avaria.</p>	<p>Grupo de funcionários do setor de Planejamento da Manutenção criado para tal fim.</p>	<p>Listar as melhores práticas executadas atualmente e criar o POP visando padronizar os procedimentos de finalização de Notas de Avarias no SAP/R3.</p>	<p>Escritório de Planejamento da Manutenção.</p>	<p>Até Julho de 2015.</p>
		<p>Criar a rotina de confrontar se os dados dos serviços realizados realmente estão de acordo com os planejados, fazendo os ajustes pertinentes, se necessário.</p>	<p>Grupo de funcionários do setor de Planejamento da Manutenção criado para tal fim.</p>	<p>Listar as melhores práticas executadas atualmente e incluir no POP a rotina de confronto de dados no SAP/R3.</p>	<p>Escritório de Planejamento da Manutenção.</p>	<p>Até Julho de 2015.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões da pesquisa

Em uma usina termelétrica, as práticas que são adotadas em relação à manutenção tem importante destaque na obtenção do desempenho esperado dos equipamentos que compõe os processos da planta. Visando a eficiência nestes processos, este estudo buscou identificar como se dá o planejamento da manutenção na empresa, bem como os modelos de manutenção que são adotados e as atividades que são desempenhadas nos processos de planejamento e execução da manutenção.

O primeiro objetivo específico visava identificar os tipos de manutenção que são empregados na empresa, este objetivo foi alcançado por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre a caracterização dos métodos de manutenção, e então, a realização de uma comparação do material teórico com as práticas desenvolvidas na empresa. O segundo objetivo específico procurava apresentar o sistema, ou software, que é empregado nas atividades de planejamento da manutenção da empresa, este objetivo foi alcançado através da pesquisa bibliográfica sobre o software através da web, livros e materiais fornecidos pela própria empresa. O terceiro objetivo, analisar como são realizados os processos de planejamento de manutenção na empresa, foi alcançado através de observações realizadas em campo e também através da interação com os funcionários dos setores envolvidos no processo. Em relação ao quarto objetivo específico proposto, sugerir melhorias no processo de gerenciamento da manutenção, este foi alcançado através da análise do autor em cada atividade específica, listando os dados necessários para a execução das mesmas e sugerindo melhorias que visam melhorar todo o processo e em cada atividade individualmente.

Com base na bibliografia pesquisada foi possível selecionar os dados e as informações mais pertinentes para a realização do estudo. Com o auxílio da ferramenta 5W1H e com as observações efetuadas em campo foi possível alcançar o objetivo proposto no trabalho, propor melhorias no processo do planejamento de manutenção por meio do sistema SAP/R3, através do detalhamento de cada atividade pertencente ao processo, para posterior explicitação das informações necessárias para a realização das atividades, das sugestões de melhorias para cada atividade e as responsabilidades de cada setor.

Foi constatado durante a realização deste trabalho que há um grande potencial de melhoria na realização das atividades relacionadas à manutenção se as práticas relacionadas à TPM forem adotadas, pois, muitas atividades não contemplam as premissas deste método, que foi abordado no referencial teórico. Também pode ser analisada a possibilidade de se adotar as práticas do método de engenharia da manutenção, pois foi observado que em muitos casos, as tarefas são executadas com o objetivo apenas de passá-la a diante, e não visando a conclusão do processo. O autor acredita que criando um setor com o propósito de executar as atividades da manutenção como um todo, gerenciando os recursos e atividades e adotando as práticas de engenharia de manutenção como descrito no referencial teórico, há a possibilidade de melhorias na empresa.

Acredita-se no valor deste estudo, tanto no âmbito acadêmico, como para a empresa em questão, uma vez que, no decorrer do trabalho foram ressaltados aspectos importantes no que diz respeito à sugestão de melhorias para atividades internas da empresa, sendo assim, uma pesquisa inédita no local de aplicação.

5.2 Limitações da pesquisa

No que se refere a limitações, esta pesquisa possui restrições de natureza amostral, pois nem todos os funcionários dos setores que fazem parte deste estudo foram abordados, dado a grande quantidade de pessoas integrantes na empresa e, com isto, tem-se a possibilidade que alguma informação que poderia ser usada no trabalho tenha deixado de ser consultada.

Em relação aos dados do presente estudo, pode-se concluir que há a possibilidade de alguma não ter sido totalmente divulgada, visto que o autor trabalha na empresa alvo do estudo e, desta forma, ter gerado receio de divulgação de alguns dados de forma involuntária por parte de algumas pessoas.

5.3 Sugestões para pesquisas futuras

Pode-se destacar para pesquisas futuras a quantificação do tempo entre a criação da Nota de Avaria e o momento da realização da manutenção propriamente dita no equipamento,

e como a dificuldade da troca de informações relatadas no decorrer deste trabalho interfere no processo.

Da mesma maneira, propõe-se o estudo de melhorias implantado o sistema de Manutenção Produtiva Total (TPM) com enfoque em cada atividade, e a verificação de como tais modificações poderia melhorar a estrutura da manutenção na empresa.

Outra abordagem possível seria a investigação se a implantação de um sistema de manutenção com ênfase em disponibilidade de equipamentos, em detrimento ao método de atividades concluídas, o qual acontece atualmente, traria melhores resultados para a organização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas da energia elétrica no Brasil**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2008.

ALMEIDA, José T. **Implementação do sistema SAP R/3 no grupo Martifer**: acompanhamento e estudo do seu impacto. 2009. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental) – Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009.

BARBOSA, Joaquim et al. Geração de energia elétrica. In: JORNADA DE PESQUISA E EXTENSÃO, 2013, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2013.

BARROS, Aidil; LEHFELD, Neide. **Fundamentos de metodologia científica**. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2007.

BUENO, Giovatan de Souza et al. **Gestão estratégica do conhecimento**. Revista FAE, Curitiba, v.7, n.1, p.89-102, jan./jun. 2004. Disponível em: <http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v7_n1/rev_fae_v7_n1_07_giovatan.pdf>. Acesso em 07 fev. 2014.

BURATTINI, Maria Paula T. de Castro. **Energia: Uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

CARMELITO, Ricardo. **Conceitos Básicos do MRP**. 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/conceitos-basicos-do-mrp-material-requirement-planning/26507/>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2014.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CASTRO, Claudio. **Implantação de um sistema integrado de gestão empresarial**. Dissertação (Especialista em Logística Empresarial) - Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2012.

CAVALCANTI, André M.; CARDOSO, William Zarley. **Aplicação do conceito de manutenção como função estratégica em uma empresa de transporte aéreo**. In 23º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Salvador. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_011_22041.pdf>. Acesso em: 12 fev 2014.

CERVO, Amado; BERVIAN, Pedro; DA SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson, 2007.

CHIPP, Hermes. **Matriz elétrica do Brasil e o papel das fontes não renováveis**. 2013. Disponível em: <<http://www.cpfcultura.com.br/2013/07/25/matriz-eletrica-do-brasil-e-o-papel-das-fontes-nao-renovaveis-hermes-chipp/>> Acesso em 02 fev 2014.

CORRÊA, Henrique; GIANESI, Irineu; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

DIAS, Rubens Alves; BALESTIERI, José Antônio Perella; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. **Uso racional de energia**. São Paulo: UNESP, 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Projeção da Demanda de Energia Elétrica para os Próximos Dez Anos**. Nota técnica DEA 22/12. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **Anuário estatístico da energia elétrica 2013**. Rio de Janeiro, 2013.

GASPAR, Heloísa. **O que é sistema ERP**, 2012. Disponível em: <<http://www.pwi.com.br/blog/o-que-e-sistema-erp/>>. Acesso em: 11 fev 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas , 2010.

KARDEC, Alan; CARVALHO, Claudio. **Gestão estratégica e terceirização**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LIMA, Alexandre D. et al. **Implantação de pacotes de gestão empresarial em médias empresas**.2008. Disponível em: <<http://www.kmpress.com.br/portal/artigos/preview.asp?id=147>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

MARCONI, Marina de Andrade. LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas 2003.

MARTINS, Fernando R. et al. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 1, 2008. Disponível em: [Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301304.pdf>](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301304.pdf). Acesso em: 10 fev. 2014.

MIÃO, Rodolfo. **Implementação de sistemas ERP SAP R/3 e suas tecnologias middleware**. 2007. 85 f. Dissertação (MBA em Tecnologia de Software) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa v. 04, n. 02: p. 01-16, 2008. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/revistagi/article/view/16>>. Acesso em 08 jan. 2014.

OLIVEIRA, Edmar Antunes de. **Perspectivas da geração termelétrica a carvão no Brasil no horizonte 2010-2030**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PADILHA, Thaís; MARINS, Fernando. **Sistemas ERP: características, custos e tendências**. Revista Produção, São Paulo, v 15 n 1 Jan/Abr 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132005000100009 Acesso em: 04 mar 2014.

PEREIRA, Mário . **Engenharia de manutenção – teoria e prática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

PRADO, Hayrton Rodrigues. **Quais os impactos das usinas termelétricas**, 2012. Disponível em: <http://qualidadeonline.wordpress.com/2012/04/10/suspensa-a-licenca-ambiental-para-a-construcao-de-uma-termeletrica-em-canas-sp/>>. Acesso em: 28 jan. 2014.

RAMOS, Ricardo Argenton. **O Que é Sistema ERP?** Disponível em: http://www.univasf.edu.br/~ricardo.aramos/disciplinas/TSI2009_1/aula6.pdf>. Acesso em 11 fev 2014.

RIBEIRO, Celso R. **Processo de implementação da manutenção produtiva total na indústria Brasileira**. 2003. 84 f. Dissertação (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2003.

SANTOS, Décio B. **Planejamento da expansão de sistemas de transmissão usando a metaheurística de busca em vizinhança variável**. 2013. 126 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2013.

SOUZA, César. **Sistemas integrados de gestão empresarial:** estudos de casos de implementação de sistemas ERP. 306 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Geração de energia elétrica no Brasil.** Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

TONDATO, Rogério. **Manutenção Produtiva Total:** estudo de caso em uma indústria gráfica. 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

VENTURA, Altino. **Energia elétrica no Brasil:** contexto atual e perspectivas. Revista Interesse Nacional, São Paulo, v. 6 n. 21, abr. jun 2013. Disponível em: <<http://interessenacional.uol.com.br/index.php/edicoes-revista/energia-eletrica-no-brasil-contexto-atual-e-perspectivas/>>. Acesso em: 01 fev 2014.

WENDLAND, Leonardo S.; TAUCHEN, Joel. **Gestão Estratégica da Manutenção.** In: 1ª SEMANA ACADÊMICA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA FAHOR, 2010, Horizontina. **Anais eletrônicos...** Horizontina FAHOR, 2010. Disponível em: http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_gestao_estrategica_manutencao.pdf>. Acesso em: 21 fev 2014.

WYREBSKI, Jerzy. **Manutenção produtiva total:** um modelo adaptado. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997

XENOS, Harilaus Georgius D'Philippus . **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Nova Lima, INDG, 2004.

ZANCUL, Eduardo; ROZENFELD, Henrique. **Sistemas ERP.** São Paulo: NUMA, 1999. Disponível em: <http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/ERP_v2.html>. Acesso em 04 mar 2014.