

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ONIAS PEREIRA DE CASTRO NETO

**DETERMINAÇÃO DA PRIORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA
MANUTENÇÃO POR MÉTODO DE CRITICIDADE – ESTUDO DE CASO**

**Alegrete
2017**

ONIAS PEREIRA DE CASTRO NETO

**DETERMINAÇÃO DA PRIORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA
MANUTENÇÃO POR MÉTODO DE CRITICIDADE – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Dr. Gustavo Fuhr Santiago

**Alegrete
2017**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo (a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

C355d Castro Neto, Onias Pereira de
DETERMINAÇÃO DA PRIORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA
MANUTENÇÃO POR MÉTODO DE CRITICIDADE – ESTUDO DE CASO /
Onias Pereira de Castro Neto.
73 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA MECÂNICA, 2017.
"Orientação: Gustavo Fuhr Santiago".

1. Criticidade Equipamentos. 2. Gestão da Manutenção. 3. Engenharia de Manutenção. 4. Método de Classificação. 5. Priorização de Equipamentos. I. Título.

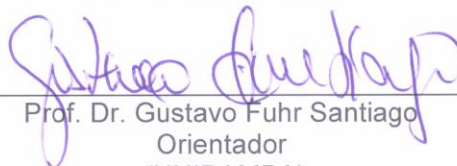
ONIAS PEREIRA DE CASTRO NETO

**DETERMINAÇÃO DA PRIORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA
MANUTENÇÃO POR MÉTODO DE CRITICIDADE – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 30 de Novembro de 2017.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Gustavo Fuhr Santiago
Orientador
(UNIPAMPA)



Prof. Dra. Ana Claudia Costa de Oliveira
(UNIPAMPA)



Prof. Me. Aldoni Gabriel Wiedenhoft
(UNIPAMPA)

Dedico este trabalho à minha família,
especialmente aos meus pais e minhas
irmãs.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus e Nossa Senhora, por toda proteção, especialmente no período acadêmico.

Agradeço imensamente à toda minha família Castro e Magalhães, vocês foram essenciais nessa jornada.

A todos meus amigos e colegas acadêmicos. Especialmente à Deividi Maurenre, Pablo Botton e Willian Barros.

Ao Professor Dr. Gustavo Fuhr Santiago, meu orientador em diversos projetos e estágios, em sua maioria relacionados à Gestão e Engenharia de Manutenção.

“Penso que cumprir a vida seja simplesmente compreender a marcha, e ir tocando em frente”.

Almir Sater e Renato Teixeira.

RESUMO

Este trabalho contempla diversos aspectos relacionados à função Manutenção. O estudo visa a aplicação de um método para a priorização dos equipamentos para a Manutenção de um processo de Geração de Energia e Vapor. Para identificação da criticidade dos equipamentos foi definido um sistema piloto para estudo e aplicação, padronização e realização do tagging dos locais de instalação dos equipamentos, ajuste dos parâmetros dos critérios de acordo com a aplicação específica e elaboração de uma ferramenta para coleta, análise dos dados e definição da criticidade com base no método proposto. A ferramenta também possui como finalidade indicar as técnicas de manutenção consideradas essenciais para cada equipamento analisado. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, diversas atividades complementares foram necessárias e incluídas na metodologia, como o levantamento dos dados técnicos e operacionais destes equipamentos para a estruturação da hierarquia dos processos. Entre as justificativas do trabalho, destaca-se a otimização dos recursos de manutenção da empresa, o aumento da útil dos equipamentos, contribuição básica para gestão integrada da manutenção, aumento da disponibilidade e confiabilidade do processo através da utilização de métodos adequados de gestão da manutenção. Os resultados obtidos permitiram que através da ferramenta elaborada fossem identificados os equipamentos críticos do conjunto analisado, de forma que o procedimento padronizado pode ser aplicado em todas as instalações da unidade.

Palavras chave: Gestão da Manutenção, Criticidade de Equipamentos, Priorização de Equipamentos, Estruturação da Manutenção

ABSTRACT

This work includes several aspects related to the Maintenance function. The study aims at the application of a method for the prioritization of the equipment for the Maintenance of a process of Generation of Energy and Steam. In order to identify the criticality of the equipment, a pilot system was defined for the study and application, standardization and accomplishment of the equipment installation locations, adjustment of the criteria parameters according to the specific application and elaboration of a tool for data collection and analysis. definition of criticality based on the proposed method. The tool also aims to indicate maintenance techniques considered essential for each equipment analyzed. Throughout the development of the work, several complementary activities were necessary and included in the methodology, such as the survey of the technical and operational data of these equipments for the structuring of the hierarchy of the processes. Among the justifications of the work, we highlight the optimization of the company's maintenance resources, the increase of equipment usefulness, base contribution to integrated maintenance management, increased availability and reliability of the process through the use of appropriate methods of maintenance management. The results obtained were considered positive, since the critical equipment of the analyzed set was identified through the elaborated tool, so that the standardized procedure can be applied to all facilities of the unit.

Key Words: Maintenance Management, equipment criticality, prioritization equipment, maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Rastreamento do Tema na Bibliografia.....	16
Figura 02 - Fluxograma da Metodologia do Estudo.....	19
Figura 03 - Evolução das Técnicas de Manutenção.....	21
Figura 04 - Estratégias de Manutenção e a Gestão de Ativos.	23
Figura 05 - Representação estrutura da Manutenção Produtiva Total (MPT)	33
Figura 06 - Processos do Sistema de Geração de Energia e Vapor.	39
Figura 07 - Padrão de Criação da Árvore Lógica das Instalações.	41
Figura 08 - Fluxograma das Etapas da Metodologia à Aplicação do Método.	46
Figura 09 - Gráfico da Quantidade de Atividades de Manutenção por Área.	48
Figura 10 - Tela de Operações da Caldeira-Combustão.....	50
Figura 11 - Representação da Árvore Lógica.....	51
Figura 12 - Características e Rastreamento do Equipamento.....	52
Figura 13 - Definição da Criticidade em Relação às Falhas Críticas.....	53
Figura 14 - Grau de Importância dos Critérios.	55
Figura 15 - Controle do Documento de Criticidade.	55
Figura 16 - Gráfico de Análise de Equipamentos por Processo.	56
Figura 17 - Gráfico de Análise de Equipamentos por Categoria.	57
Figura 18 - Gráfico Análise Global da Critic. dos Equipamentos do Projeto Piloto..	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Critérios de Classificação de Criticidade e Parâmetros.....	42
Tabela 02 - Classificação de Criticidade e Recomendações Estratégicas. ...	45
Tabela 03 - Controle de Manutenção por Classificação.....	46
Tabela 04 - Percentual de Atividade por Área.....	49
Tabela 05 - Quadro Resumo da Classif. dos Equipamentos do Proj. Piloto.	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção.

DIN - *Deutsches Institut für Normung* (Instituto Alemão para Normatização).

ERP - *Enterprise Resource Planning* (Planejamento dos Recursos Corporativo).

IAM - *Institute of Asset Management* (Instituto de Gestão de Ativos).

ISO - *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normatização).

JIT - *Just-in-Time*.

MBA - *Master in Business Administration*.

MCC - Manutenção Centrada em Confiabilidade (ou RCM, em inglês).

MTP - Manutenção Produtiva Total (ou TPM, em inglês).

NBR - Norma Brasileira.

OEE - *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global dos Equipamentos).

PAS - *Publicly Available Specification* (Especificação Publicamente Disponível).

PCM - Planejamento e Programação da Manutenção.

RH - Recursos Humanos.

TAG - Etiqueta de Identificação.

UTE - Usina Termoelétrica.

UTI - Unidade de Terapia Intensiva.

GE - Geração de Energia.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.2	JUSTIFICATIVA	15
1.3	DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.4	OBJETIVOS	17
1.4.1	<i>Objetivo Geral</i>	17
1.4.2	<i>Objetivos Específicos</i>	17
1.5	METODOLOGIA	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	BREVE HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO	20
2.2	GESTÃO DE ATIVOS	23
2.3	MANUTENÇÃO	26
2.4	ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	29
2.5	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - MPT	31
2.6	TIPOS DE MANUTENÇÃO	36
2.6.1	<i>Manutenção Corretiva</i>	36
2.6.2	<i>Manutenção Preditiva</i>	37
2.6.3	<i>Manutenção Preventiva</i>	38
3	METODOLOGIA	39
3.1	ESTUDO DA SELEÇÃO DO SISTEMA PILOTO	39
3.2	HIERARQUIA DAS INSTALAÇÕES E TAGUEAMENTO	40
3.3	MÉTODO DE CRITICIDADE E AJUSTE DE PARÂMETROS	41
3.4	ETAPAS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO	45
4	RESULTADOS	47
4.1	DEFINIÇÃO DO SISTEMA PILOTO	47
4.2	ESTRUTURAÇÃO LÓGICA	48
4.3	FERRAMENTA DE ANÁLISE DE CRITICIDADE	50
4.4	CLASSIFICAÇÃO DE CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS	55
5	CONCLUSÕES	58
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	59
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A – PADRÃO GERENCIAL DE TAGUEAMENTO	63
	APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE ANÁLISE DE CRITICIDADE	68
	APÊNDICE C – EQUIPAMENTO CLASSIFICADO COMO CRITICIDADE A	69
	APÊNDICE D – EQUIPAMENTO CLASSIFICADO COMO CRITICIDADE B	70
	APÊNDICE E – EQUIPAMENTO CLASSIFICADO COMO CRITICIDADE C	71
	APÊNDICE F – MATRIZ GERAL DE CLASSIFICAÇÃO CRITICIDADE	72

1 INTRODUÇÃO

Nesta seção serão apresentadas as considerações iniciais referentes à manutenção, as justificativas, a delimitação do tema, os objetivos e a metodologia do estudo.

1.1 Considerações Iniciais

A intensa competitividade entre as empresas promoveu uma corrida constante pela disponibilidade das operações e confiabilidade dos processos. Com estes termos nos parâmetros ideais, há garantia de produtividade, que por sua vez depende da alta redução de custos e qualidade do produto, Saúde e Segurança dos seus trabalhadores e respeito ao Meio Ambiente. Todos os setores de qualquer organização são responsáveis parcialmente por esses termos, porém, há uma função estratégica nas empresas destinada a garantir todos esses recursos, a Manutenção.

Ultimamente a atividade manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade, afirma Kardec (2010). Estas transformações são decorrentes de diversos fatores como: complexidade dos processos atuais devido à alta tecnologia embarcada, diversidade dos itens físicos das instalações e novas técnicas de manutenção.

Neste âmbito, se faz importante que as empresas que têm a missão de garantir seu produto no mercado altamente competitivo, se portem com postura consciente quanto à importância da estruturação deste setor. Esta conduta deve partir dos níveis mais altos de decisão administrativa, exigindo novas atitudes e habilidades das pessoas de manutenção, desde os gerentes, engenheiros, supervisores, até chegar aos executantes.

Para que haja uma boa estruturação do setor de manutenção de forma a identificar quais estratégias de manutenção aplicar, independente do ramo industrial, é necessário conhecer toda a estrutura da empresa, sistemas, processos, locais de instalação e funções dos seus equipamentos montados. Através deste princípio, se faz possível identificar os itens de manutenção imprescindíveis para o processo, priorizando assim a força do setor no essencial e otimizada. Os parâmetros os quais julgam os equipamentos pela sua importância, devem ser levantados por todas as áreas relacionadas com a gestão destes ativos, como Produção, Qualidade, Manutenção, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente.

1.2 Justificativa

Conforme Costa (2013), com os avanços tecnológicos e sua inserção dentro das indústrias, a função manutenção, considerada essencial para os processos produtivos, passa por constantes exigências no quesito de novas práticas e inovações, como já mencionado nas considerações iniciais. O ciclo desta constante mudança, conforme abordado na contextualização deste trabalho, fez com que este setor fosse identificado como um braço estratégico de suma importância no desenvolvimento do potencial de produtividade dos processos produtivos.

O trabalho propõe a utilização dos conhecimentos adquiridos durante a graduação do curso de Engenharia Mecânica voltados à área de Engenharia de Manutenção, onde através de diversos projetos executados o autor obteve conhecimento da área deste estudo. Somado ao constante contato com a base teórica sobre o assunto, promove-se o interesse em aplicar o conhecimento desenvolvido com as justificativas de aplicar métodos adequados de gestão da manutenção na unidade industrial proposta, bem como otimizar os recursos do departamento, contribuir para o aumento da disponibilidade, confiabilidade, qualidade e segurança deste processo industrial. Aliado aos demais itens citados, também se utiliza da justificativa que o trabalho é fundamental para a implementação de uma boa base da estruturação da gestão da manutenção integrada, a qual visa o aumento da vida útil dos equipamentos incluídos nas instalações da organização.

Pereira (2011) relata que a identificação e classificação dos ativos (equipamentos) de uma organização são primordiais para implantação ou não de sistemas preventivos. Além disso, este estudo de priorização contribui de forma estratégica à diversos outros estudos, como a determinação das peças de reposição ou itens de estoque.

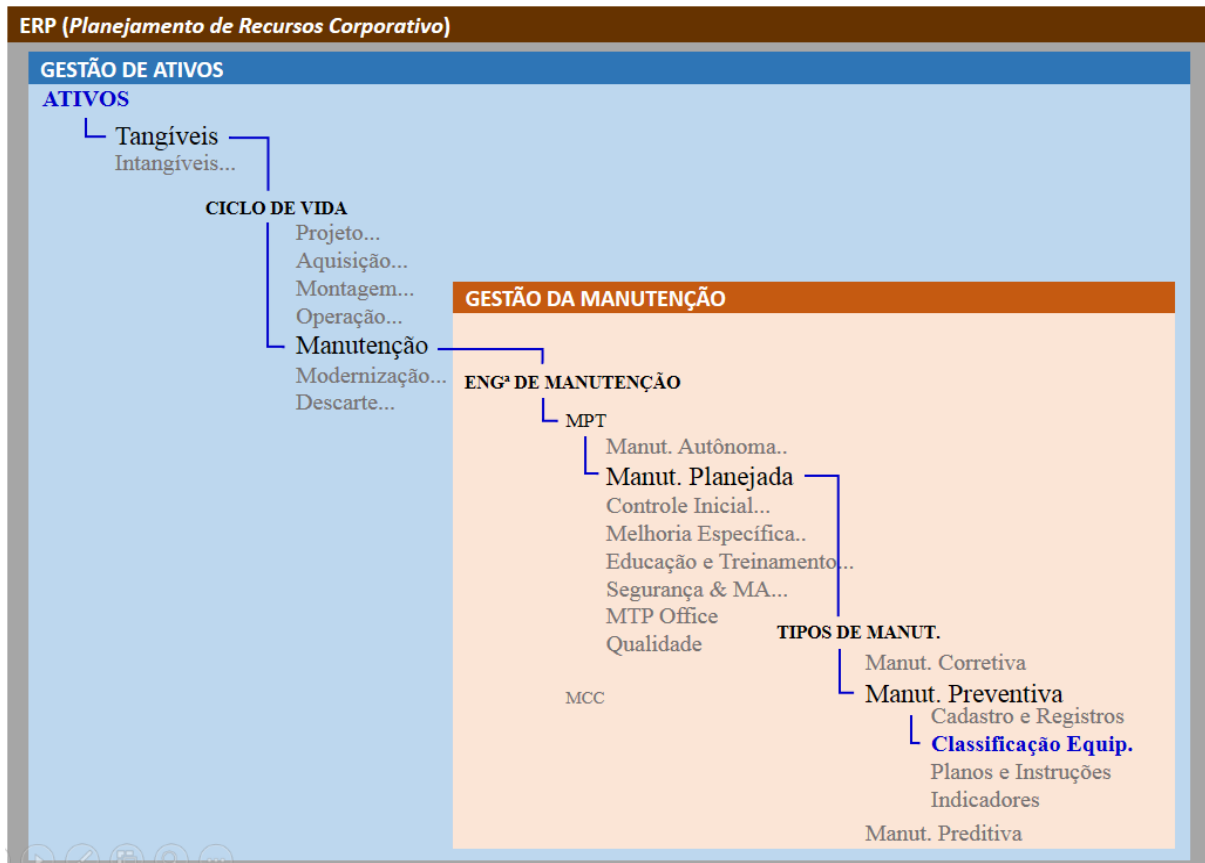
1.3 Delimitação do Tema

Gil (2002) destaca que o delineamento se refere ao planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla. Neste contexto, o mesmo envolve tanto a diagramação quanto a interpretação da coleta de dados, destacando as formas de controle das variáveis envolvidas no estudo.

O trabalho foi delineado a partir do raciocínio lógico presente na Figura 01. A figura apresenta a identificação do tema principal do estudo, criticidade de equipamentos para manutenção que se encontra em última posição na estruturação

apresentada. A partir da identificação do tema na bibliografia, foi realizado um estudo reverso procurando desenvolver um rastreamento do tema.

Figura 01 - Rastreamento do Tema na Bibliografia.



Fonte: Própria

O eixo do estudo está identificado pela linha azul, que aponta os tópicos os quais o delineamento do estudo permeia. Na coluna de cada tópico, os conceitos em fonte fosca, representam os demais itens contidos nas ferramentas, metodologias ou área de estudo/atuação do tópico identificado. Assim, partindo da classificação dos equipamentos, chegou-se à última instância do estudo, os ativos de uma organização.

Os três níveis em forma de pastas em cascata que o eixo transpõe, representam os sistemas de gestão organizacional nos quais estas ferramentas, metodologias ou áreas de estudo atuam. A pasta denominada ERP, representa os sistemas de Gestão integrados da organização, os quais são responsáveis por envolver o controle dos recursos e informações de uma empresa, integrando o gerenciamento de dados e processos de forma a aumentar o poder de tomada de decisão dos gestores organizacionais. Em segundo e terceiro nível, se apresenta a

gestão de ativos e gestão da manutenção, conceitos referentes ao tema abordados no referencial teórico.

1.4 Objetivos

Esta seção do trabalho apresenta o objetivo geral do trabalho bem como os principais objetivos específicos, que agregados resultam na solução geral do problema de pesquisa.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho consiste em identificar a criticidade dos equipamentos de um processo de geração de vapor e energia (termoelétrica), no que se refere à sua manutenção, através de uma análise de Engenharia de Manutenção denominada Método de Criticidade ABC.

1.4.2 Objetivos Específicos

Fragmentando as etapas para atingir o objetivo principal, foram desmembradas seis atividades as quais necessitam ser realizadas, enumerando assim os objetivos específicos. São elas:

1. Identificar um sistema piloto para aplicação do método;
2. Realizar o tagging dos equipamentos inseridos nos processos que o compõe;
3. Definir um método de criticidade de equipamentos aplicável para o estudo de caso, ajustando os parâmetros dos critérios de acordo com a aplicação específica deste processo industrial;
4. Criar uma ferramenta de análise de criticidade de equipamentos a qual seja otimizada e de fácil domínio;
5. Aplicar a ferramenta analítica para classificação da criticidade de equipamentos presentes no projeto piloto.

Para realizar todas estas atividades, se fez necessário propor as etapas gerais do trabalho as quais constituem a metodologia e técnicas fundamentais do estudo.

1.5 Metodologia

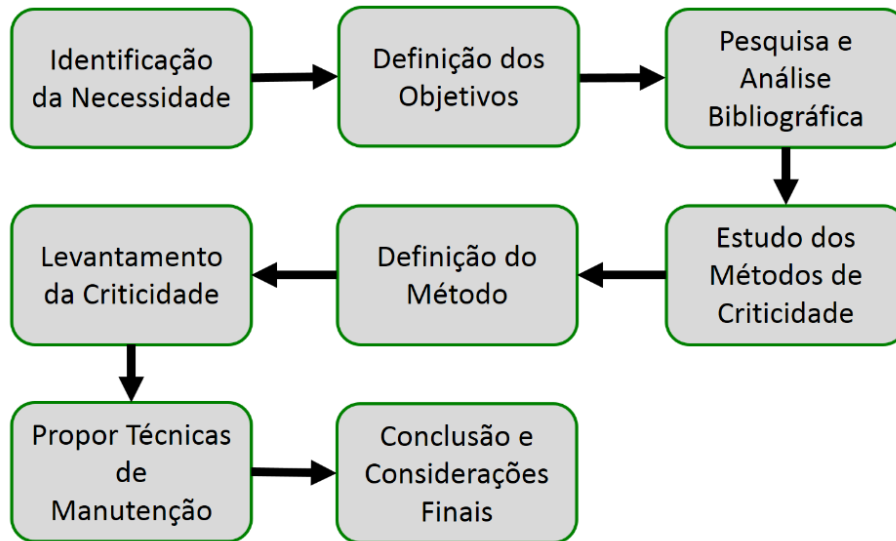
A pesquisa caracteriza-se como de natureza aplicada, sendo proposto que o produto seja utilizado para melhoria do setor de Manutenção da Usina Termoelétrica (UTE) da Cooperativa Agroindustrial de Alegrete (CAAL) como projeto piloto, com potencial expansão nos diversos setores da unidade industrial da Cooperativa.

O trabalho também se configura como uma pesquisa exploratória e participativa. A pesquisa exploratória foi realizada em todo o ciclo de desenvolvimento do trabalho, onde diversos estudos pertinentes à teoria sobre as ferramentas, métodos e seus fundamentos estão explícitos na seção de fundamentação teórica. Para Marconi (2003) a pesquisa exploratória trata-se de sondagens do conteúdo através de leitura dos conceitos relacionados ao tema tendo em vista localizar as informações de interesse do autor.

Gil (2002), define a pesquisa participativa como aquela em que o pesquisador interage entre pesquisadores e membros das situações investigadas. Se define por esta classe, principalmente, a fase de levantamento dos processos, de elaboração dos parâmetros de criticidade, tagueamento, e tomadas de decisões que influenciam nos resultados da empresa, onde o autor participou efetivamente em conjunto com os gestores da empresa.

A Figura 02 apresenta o fluxograma da metodologia do estudo, onde o primeiro passo foi a identificação da necessidade de levantamento da criticidade dos equipamentos para priorização destes pelo seu grau de importância nas estratégias de manutenção das instalações. A seguir, o fluxo apresenta as etapas de definição dos objetivos, pesquisa bibliográfica, estudo e definição dos métodos de criticidade, aplicação do método e proposição das técnicas de manutenção pelos resultados encontrados e, por fim, as análises e conclusões sobre o trabalho.

Figura 02 - Fluxograma da Metodologia do Estudo.



Fonte: Própria

Este projeto piloto limita-se a princípio à Usina Termoelétrica da Cooperativa Agroindustrial de Alegrete-RS. Pós estruturação, padronização e consolidação dos métodos estudados e aplicados, propõe-se que o mesmo seja aplicado à toda unidade industrial, consolidando-o assim como um padrão de domínio gerencial de toda a empresa, tanto para as unidades existentes como para quaisquer outras novas unidades de domínio desta organização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

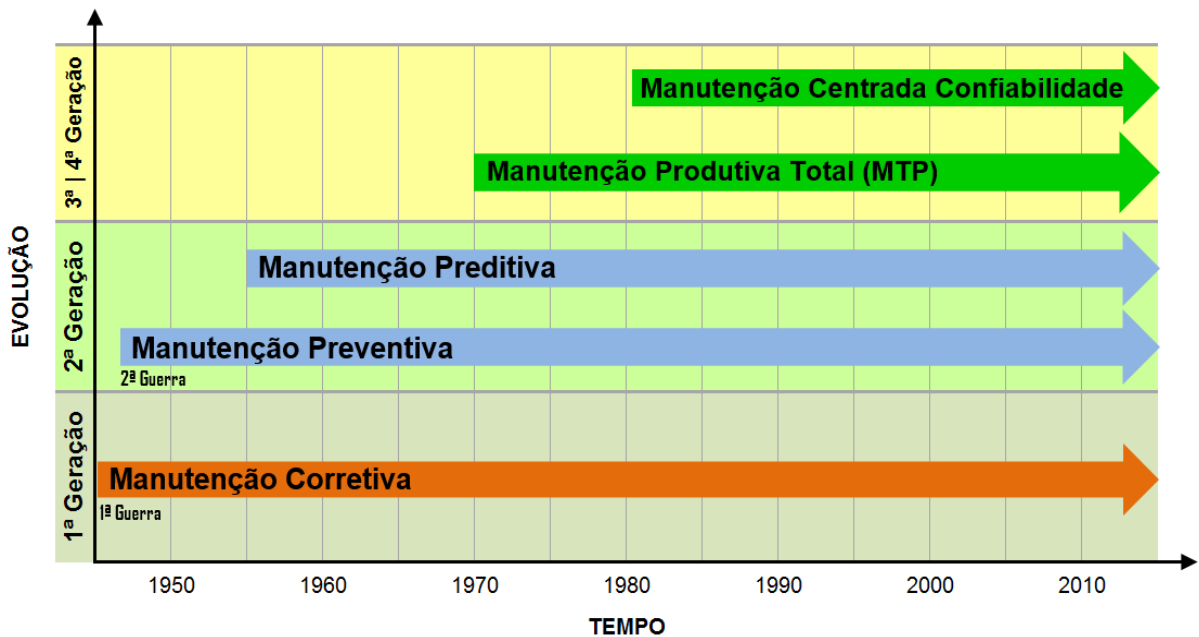
Este capítulo apresenta o embasamento teórico estudado para a inicialização do trabalho. Os conceitos apresentados estão alinhados ao delineamento da pesquisa onde os trabalhos utilizados como fontes principais para o estudo estão referenciados simultaneamente ao desenvolvimento.

2.1 Breve Histórico da Manutenção

De acordo com Trombeta (2017), o termo Manutenção vem do latim *manus tenere*, que significa manter algo que se tem. Ou seja, manter no estado no qual um item possa exercer sua função requerida. A Manutenção industrial surgiu no século XVI, no princípio da aparição dos primeiros teares. Nesta época a responsabilidade em manter os equipamentos destinados a esta operação era dos próprios operadores das máquinas. Com o tempo a manutenção passou a não ser vista como a correção pós falha.

Foram incorporadas diversas metodologias para aprimoramento desta função, tratando dela um setor primordialmente estratégico para os processos produtivos. Desde esta época até os dias atuais a manutenção incorporou diversas tecnologias com o objetivo de aprimorar sua função. Do século XIV ao século XVI, basicamente a tratativa da manutenção se baseava no foco do conserto da falha, eis que surge então a primeira técnica da manutenção, a manutenção corretiva. Após este período os estudos bibliográficos indicam que ela passou por 4 gerações, conforme indicado na Figura 03.

Figura 03: Evolução das Técnicas de Manutenção.



Fonte: Adaptado, Kardec (2013) | Souza (2013).

Na primeira geração da Manutenção a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos simples e, em sua maioria, superdimensionados. Kardec (2013) menciona que, nesta ocasião, não era prioridade ou não se tinha a noção da importância da alta produtividade e a mão de obra necessária para execução das atividades era de baixa especialização. Conseqüentemente, não havia necessidade de possuir um controle de manutenção sistematizado, se baseava simplesmente em reparar as falhas e lubrificar os itens pertinentes. Dessa forma, se caracteriza então um período predominante da manutenção corretiva.

De meados dos anos 30 até os 70 do século XX, pós-guerra, a indústria ganhou um impulso pela demanda de diversos tipos de produtos, assim os setores necessitaram aumentar a mecanização, aumentando assim a complexidade das instalações industriais. Aliado à mecanização, as células evidenciaram a necessidade de aprimorar a produtividade destes sistemas. Com a constante preocupação em produzir, as frequências dos tipos de falhas para manutenção dos equipamentos começaram a despertar a ideia de que elas poderiam ser evitadas se tratadas de forma preventiva, surgindo então a manutenção preventiva e preditiva. Por conseguinte, houve necessidade de aumentar a especialização da mão de obra, sendo necessário o conhecimento de operação e manutenção dos equipamentos e

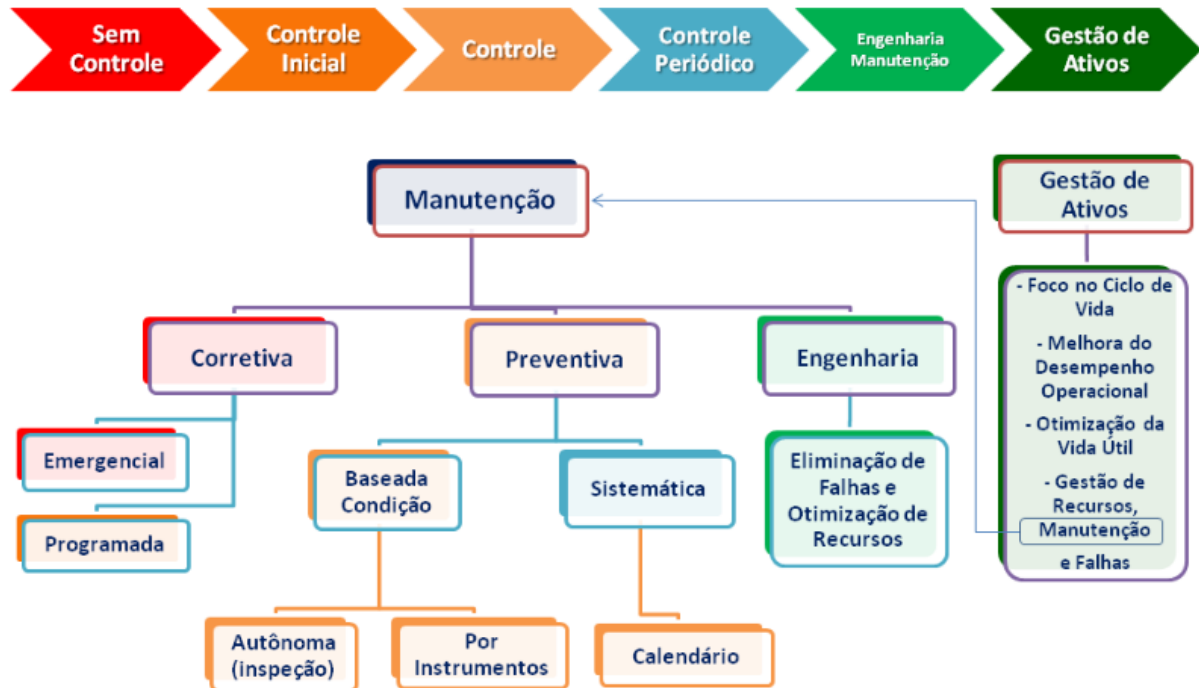
máquinas previamente à execução das atividades, definindo assim a segunda geração da evolução da Manutenção.

Para Souza (2013) na terceira e quarta geração, após anos de experiência, para acompanhar a evolução da indústria várias metodologias foram inseridas no ramo da Manutenção. Nesta geração houve uma constante evolução das indústrias sobre a automação da mecanização dos setores produtivos. Esta dinâmica provocou no setor de Manutenção diversos aperfeiçoamentos, como a alta especialização da mão de obra em virtude da complexidade dos processos automatizados. O controle da função manutenção passa então a ser gerido por software, novas e importantes metodologias amplamente conhecidas como MPT (Manutenção Produtiva Total) e MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade) são criadas com a finalidade conjunta de focar na confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos englobando todos os setores pelo zelo da manutenção dos equipamentos, tratando esta função como de extrema importância para o aumento da produtividade da empresa, com o aumento da competitividade consequentemente.

Com a diversidade de estudos e investimentos no setor, em meados dos anos 80 surge então uma área fundamental e estratégica para a Manutenção, foi criado então um núcleo chamado Engenharia de Manutenção. Este Subsetor tem a responsabilidade de nortear todas as atribuições da manutenção na redução de custos e aplicação otimizada dos seus recursos e metodologias com foco na eliminação das falhas.

Em paralelo, o setor ganha força na esfera mundial despertando assim a necessidade de padronizar e reconhecer alguns métodos adotados. Neste contexto, as normas internacionais buscaram criar os regimentos dos ativos tangíveis industriais, surgindo então em 2002 uma linguagem comum para o gerenciamento destes ativos, a norma PAS 55 (Publicly Available Specification) pelo instituto IAM (Instituto de Gestão de Ativos). A norma foi criada no Reino Unido pela união de diversos gestores de várias indústrias e agências regulatórias. Englobando todo o contexto, conforme a Figura 04, a estrutura da manutenção passou por diversas mudanças, de um período que não havia qualquer controle aos dias atuais onde há um empenho global para controlar e gerir as manutenções das instalações industriais, onde a gestão de ativos engloba todo o ciclo de vida do equipamento, sendo uma das fases deste ciclo a Manutenção, como previamente explicado no estudo da delimitação do tema e no organograma a seguir.

Figura 04 - Estratégias de Manutenção e a Gestão de Ativos.



Fonte: Trombeta (2017).

O trabalho consiste na determinação da criticidade dos equipamentos dos processos de uma termoeletrônica. Para entendimento da importância desta análise e o impacto do seu resultado no contexto geral da organização, se faz necessário o entendimento dos fundamentos da gestão de ativos, da função Manutenção, da importância e atribuições da Engenharia de Manutenção, dos tipos de Manutenção, concluindo a interação entre estes conceitos/áreas.

2.2 Gestão de Ativos

Com o advento da automação e de novas tecnologias, o universo industrial vem sofrendo constantes mutações, tanto no ambiente físico quanto gerencial. Este fenômeno tem aumentado a competitividade entre as empresas, estreitando constantemente a diferença em termos de valores de seus produtos através da captação das boas práticas das empresas consideradas líderes no segmento. Carpinetti (2010) afirma que, por meio da comparação, o homem tem se valido da experiência alheia ao longo do tempo para aperfeiçoar suas atividades com o objetivo de alcançar melhores resultados. No final dos anos 80, esta técnica foi denominada

benchmarking, formalizada como uma prática gerencial visando as melhores práticas com base nos processos ou produtos similares que possuem desempenho superior.

Este aperfeiçoamento tem ramificado modelos de gestão cada vez mais refinados, forçando as empresas a aderirem a diferentes métodos de gestão operacional. Estes métodos auxiliam as empresas a operarem com custos mínimos em seus processos, buscar pelo defeito zero, produção em dia, sem atrasos e interrupções, com a finalidade de garantir, além da qualidade em seus produtos, clientes satisfeitos. Melhorias baseadas nestas técnicas têm ganhado destaque nas organizações, entre elas a gestão de ativos, que vem conquistando notoriedade no universo corporativo. A justificativa deste fato decorre da apresentação de constantes resultados positivos após sua implementação.

Para Pereira (2016), a Gestão de Ativos passa a ser importante no cenário de competitividade, pois possui alto dinamismo e desafios, sendo básica a qualquer outra questão, a compreensão do termo “ativo”. Geralmente os ativos são considerados como os equipamentos, sendo que o termo “ativo” abrange uma definição composta de vários itens, constituindo os equipamentos como um de seus subitens.

Os ativos são divididos em duas classes, sendo elas os Tangíveis e os Intangíveis. Os tangíveis se referem àqueles os quais são concretos ou, de forma geral, bens de permanência. Esta categoria inclui imóveis, equipamentos, estoques, entre outros, ou seja, os bens de propriedade da empresa. Já os ativos intangíveis são àqueles os quais são difíceis de tocar, mas que se percebe, como qualidade da administração, estratégias, capital humano, propriedade intelectual, da informatização, marca, entre outros. Ressalta-se que este trabalho se limita à Gestão dos Ativos Tangíveis, mais especificamente aos equipamentos e instalações.

Alan Kardec (2013), com enfoque na área de Manutenção, considera a Gestão de Ativos de uma planta uma atividade corporativa focada nos ativos tangíveis (equipamentos e sistema). Complementando, outorga a eles uma composição de atividades e de decisões as quais cobrem as fases do ciclo de vida do investimento que incluem o projeto, aquisição, montagem, qualificação das pessoas, pré-operação, operação, manutenção, modernização ou implantação de melhorias e a fase de descomissionamento e descarte. No entanto, através da gestão de ativos é possível produzir o desenvolvimento sustentável pelo desenvolvimento social e ambiental.

Em seu trabalho sobre a Manutenção Industrial, Gonçalves (2015) divide os ativos em duas classes:

“Financeira: Ativo é um termo básico utilizado para expressar o conjunto de bens, valores, créditos, direito e assemelhado que forma o patrimônio de uma pessoa, singular ou coletiva, num determinado momento, avaliado pelos respectivos custos. Técnica: Conjunto de componentes que formam um equipamento capaz de desempenhar uma função dentro do ciclo da cadeia produtiva e de uma organização.” [Gonçalves 2015]

Logo Kaplan (2004) define os ativos tangíveis a curto prazo, as contas a receber e estoques, sendo estes circulantes. Os de longo prazo e permanentes, são considerados os equipamentos, imóveis, goodwill (termo referido à aquisição de uma empresa por outra). Os ativos intangíveis são considerados os capitais humano, da informação e organizacional.

Considerando sua importância a ISO (International Organization for Standardization), no ano de (2014), padronizou este método de gestão com a finalidade das organizações aprimorarem a gestão de seus bens, integrando neste o foco no controle do custo do ciclo de vida dos ativos, agregando valor à situação financeira das organizações, através da norma denominada ISO 55000. Anteriormente à ISO 55000, as empresas poderiam basear a Gestão de Ativos nos requisitos gerais das especificações de gerenciamento de ativos PAS 55. A ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) define a PAS 55 como um procedimento técnico de 28 pontos que visam estabelecer uma gestão abrangente e aperfeiçoar o sistema de gestão para todos os ativos físicos das empresas. Honert (2013), afirma que embora ambos os conjuntos de padrões apresentam uma estrutura similar, a ISO 55000 se destaca como um padrão mais abrangente, sugerindo uma maior efetividade para a padronização do gerenciamento de ativos.

Assis (2010), afirma que a técnica de estudo do custo ciclo de vida dos ativos se trata de uma importante ferramenta de controle que auxilia os engenheiros a pensarem como MBA's (Master in Business Administration), sendo extremamente estratégica para a interface das decisões de Engenharia com as de Gestão.

Na abordagem de Rozenfeld (2006), o autor relata que entre os atributos relacionados a fases do ciclo de vida de um produto a Manutenção consta como uma característica intrínseca entre outras do processo produtivo. Sequencialmente partindo da fase inicial, o ciclo de vida de um equipamento a exemplo, inicia com o projeto, a fabricação, montagem, armazenagem, transporte, venda, compra, uso,

função, manutenção, desativação e descarte como fase final. Outrossim, Kardec (2013) afirma que a Manutenção é apenas uma das fases da Gestão de Ativos.

Em suma, a gestão de ativos representa as estratégias por meio das quais as empresas aprimoram seu desempenho associado aos seus ativos, tendo em vista os riscos e análises de custos em todo o ciclo de vida. A garantia de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, tem justificado a popularidade desta importante ferramenta no universo corporativo.

Analisando o desenvolvimento deste trabalho, nota-se que o mesmo contempla um caminho pelo qual se estrutura uma linha de raciocínio lógico, partindo de um contexto geral até o item relacionado ao tema proposto. Neste fragmento, foi definida a Gestão de ativos, a definição de Ativos e os tipos. Consequentemente, identificou-se que os equipamentos e máquinas possuem fases as quais formam um conjunto no qual se define o Ciclo de Vida. Entre estas etapas, situa-se a Manutenção, a qual faz parte da próxima abordagem sobre o tema.

2.3 Manutenção

Neste cenário competitivo, a Manutenção se tornou fundamental para a economia globalizada. Em um processo produtivo, torna-se impossível garantir a sua estabilidade sem o pleno funcionamento das máquinas que compõem um determinado sistema de produção. A ausência ou uma manutenção não planejada, pode acarretar danos irreparáveis à saúde financeira de uma empresa, comprometendo assim qualquer estratégia de produção estabelecida pelos seus gestores. Este fato pode acarretar um ponto de fragilidade quanto à sua competitividade.

O dicionário Aurélio define manutenção como a ação ou efeito de manter. Segundo o dicionário, esta palavra pode também ser interpretada como administração, conservação ou gerência. Neste fragmento a Manutenção será abordada no contexto administrativo como o setor da Gerência de Manutenção ou Engenharia de Manutenção e outrora como a função Manutenção, tendo como sentido o ato ou atividades relacionadas a métodos e técnicas para manter um determinado equipamento, máquina ou sistema em pleno funcionamento.

Branco Filho (2008), define a Gerência de Manutenção como uma parte integrante da empresa que tem como finalidade gerir a manutenção no sentido amplo da palavra, ou seja, o setor responsável por determinar as estratégias voltadas à

Gestão da Manutenção como um todo, baseando-se em normas e instruções de procedimentos pertinentes a esta esfera. Respectivamente à manutenção como atividade, Branco Filho a caracteriza como as ações e técnicas necessárias para preservar o estado de um equipamento ou sistema, ou até mesmo recolocar o equipamento ou sistema de volta a um estado no qual ele possa cumprir sua função.

Como mencionado, a Manutenção faz parte das fases pertinentes ao ciclo de vida de um equipamento ou máquina. No entanto, ressalta-se que no meio produtivo há um intenso relacionamento entre os setores de Gerência da Operação e Engenharia de Manutenção, visto que estas duas etapas (operação e manutenção) são desenvolvidas paralelamente, analisando as fases do ciclo de vida destes ativos. Portanto é imprescindível a inclusão do planejamento das manutenções nas estratégias e metas do setor Gerencial da Operação. Diversos autores especializados em sistemas operacionais, contemplam em seus trabalhos a identidade do setor de Engenharia de Manutenção, o qual em conjunto com demais setores responsáveis pela Produção, busca constantemente metodologias e processos de gestão para aprimoramento dos processos industriais, evidenciando a primordial ligação entre estes setores.

Ainda no contexto de sua importância para os processos produtivos, Santos (2009) cita que para muitas empresas a Manutenção é considerada um “*mal necessário*” ao processo de Produção, representando assim um ralo de dinheiro a custo contínuo. Em seguida, conectando ao tema sobre a importância deste setor para a Produção, Santos evidencia que a gerência eficiente da Manutenção está associada à conservação dos equipamentos, logo, contemplada nos 20 fatores chave (item 9) do Just-in-Time (JIT) da fabricação enxuta.

A metodologia JIT foi criada no Japão com a finalidade de reduzir custos no processo produtivo industrial, consistindo esta meta então, num dos principais alvos do departamento de Engenharia de Manutenção. Santos destaca ainda que a principal função da Gerência de Manutenção é garantir o funcionamento de todo hardware (equipamento mecânico necessário para realização de uma determinada atividade). Este departamento tem como responsabilidade manter os recursos produtivos em um alto nível operacional, assegurando a operação máxima a um custo mínimo. Reiterando suas definições, destaca que este setor tem como encargo não somente consertar os equipamentos, mas também analisar as avarias a fim de evitar posteriores falhas.

Corrêa (2011) alega que qualquer operação dependerá sempre de recursos físicos, como máquinas, equipamentos e instalações em geral. Neste sentido, falhas de qualquer magnitude nestes ativos comprometem negativamente o sistema produtivo de alguma forma. Estas influências promovem perdas em proporções catastróficas a rupturas não evidentes ou de fácil mensuração. Neste âmbito, Corrêa destaca que:

“As atividades relacionadas à prevenção de falhas ou ao estabelecimento de capacidades de recuperação após sua ocorrência englobadas pelo termo manutenção. A manutenção refere-se então ao conjunto de atividades organizadas na operação com o objetivo de manter os recursos físicos operacionais em bom estado de funcionamento e prontos para o uso, quando necessários” [Corrêa (2011)]

Slack (2009), aponta que embora nenhuma operação produtiva seja indiferente a falhas, em algumas é crucial que os produtos e serviços não falhem. Como exemplos comuns na literatura sobre o tema, Slack cita a importância da ausência de falha durante um voo, ou até mesmo a interrupção do fornecimento de eletricidade a UTI (Unidade de Terapia Intensiva) de um hospital. Em ocasiões iguais ou semelhantes é indispensável que os equipamentos, máquinas ou serviços relacionados não falhem, garantindo assim confiabilidade nestas operações. Ainda em seu trabalho, define a confiabilidade como a medida da habilidade de um sistema, produto ou serviço ter desempenho como esperado ao longo de um determinado tempo. Slack indica o setor de Manutenção como o responsável por garantir o pleno funcionamento e disponibilidade dos equipamentos pertinentes a estes sistemas, definindo a Manutenção como o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas. Em sintonia com sua importância, cita alguns benefícios da manutenção para a produção quanto à segurança no trabalho, qualidade, custos, conservação das instalações:

- Com a garantia da manutenção correta das instalações, a segurança operacional é melhorada, pois há menor probabilidade de os equipamentos se comportarem de forma imprevisível, ou não padronizada, gerando segurança nas atividades dos operadores. Estes fatores além de influenciar positivamente na segurança no trabalho, padronizam o processo de forma a sustentar a qualidade do produto final.

- Com a menor interrupção dos equipamentos, o tempo “perdido” para reparos corretivos diminui e a confiabilidade do processo aumenta. Nestes termos, conseqüentemente diminui a variação da taxa de produto gerado, garantindo estabilidade operacional.
- Todos os parâmetros positivos acima mencionados, influenciam também positivamente para a redução dos custos operacionais, além de garantir a eficiência operacional e maior produtividade. A razão entre dos custos e a produção, influiu diretamente no poder de competitividade da empresa.

De fato, equipamentos não monitorados tem maior probabilidade de recuo em desempenho comprometendo diretamente a qualidade do produto final do processo, além da diminuição da eficiência global da operação e disposição a riscos, podendo comprometer a segurança do trabalho, qualidade final do produto, ou até mesmo o meio ambiente. Fischer (2009), relata que a norma alemã DIN 31051, “Manutenção – termos e medidas” define que:

“Manutenção: Medidas para conservação e restabelecimento do estado almejado, bem como para a determinação e o julgamento do estado atual de meios técnicos de um sistema”. [DIN 31051]

Dessa forma, as medidas incluem os serviços de conservação, a inspeção e o conserto. Concordando com as estratégias da empresa, a manutenção nos equipamentos, deve estar de acordo com as recomendações dos fabricantes, requisitos técnicos de segurança. Garantir o pleno funcionamento destes ativos em concordância à suas especificações técnicas de regime de operação é a pré-condição para que o processo produtivo esteja de acordo com as normas em termos de segurança, meio ambiente e qualidade desejada do produto, mantendo alta produtividade.

Para estruturar todas essas estratégias da manutenção industrial, comumente as empresas possuem um setor que gerencia a manutenibilidade do processo produtivo, o setor de Engenharia de Manutenção.

2.4 Engenharia de Manutenção

A Engenharia de Manutenção se trata de uma unidade gerencial superior à toda a função manutenção. Este departamento funciona dentro das unidades industriais como o cérebro da manutenção dos equipamentos. Filho (2008), afirma que qualquer

subárea vinculada a atividades de manutenção, está subordinada à Engenharia de Manutenção. Este fato ocorre em função da engenharia possuir profissionais altamente capacitados, especialistas na área de manutenção.

A equipe, normalmente multidisciplinar, é integrada por Engenheiros de Manutenção das áreas Mecânica, Elétrica ou Automação e, dependendo do setor produtivo, também inclui profissionais da área Civil e técnicos administrativos. Todas as estratégias, melhorias, metodologias e seus fluxos, vinculadas à manutenção devem ser analisadas e implementadas pelos profissionais da Engenharia de Manutenção. Não divergente, toda a estruturação da manutenção, métodos a serem aplicados e a determinação da priorização dos equipamentos para implantação ou não de sistemas preventivos, devem ser definidos pelos Engenheiros de Manutenção subordinados à Gerência de Manutenção.

Pereira (2011) ainda destaca que nas etapas de implementação da Manutenção Preventiva é essencial que os cinco passos: classificação dos ativos, criação dos planos e instruções, cadastros em software, definição os itens de controle e Criação do PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) sejam realizados por Engenheiros de Manutenção, visto que todas as fases envolvem estratégias e decisões importantes para o setor. As atividades de rotina inerentes à criação destas fases e à sua continuidade, podem ser realizadas por profissionais técnicos de manutenção, se definido pela Engenharia de Manutenção.

A manutenção dos ativos (equipamentos) é gerenciada por metodologias amplamente conhecidas no ramo industrial. Cada qual, possui suas finalidades como a MCC (manutenção centrada em confiabilidade) onde seu enfoque principal não substitui a manutenção tradicional, gerida pelos tipos básicos de manutenção (preventiva, preditiva, etc.) e sim, complementa o objetivo do setor que é garantir a disponibilidade dos equipamentos. Esta e outras metodologias associadas no cotidiano deste setor, se somam com o objetivo comum e não se sobrepõe uma a outra.

Neste contexto, a Manutenção Produtiva Total, tema da próxima seção do trabalho, se trata de uma metodologia amplamente utilizada pela Engenharia de Manutenção em paralelo às outras demais na indústria, tendo como função englobar todas as áreas de forma a envolver todos os setores na responsabilidade da manutenção dos ativos.

2.5 Manutenção Produtiva Total - MPT

A Manutenção Produtiva Total é uma filosofia japonesa de gestão da manutenção que visa ampliar a disponibilidade total das instalações, a qualidade do produto e a produtividade dos recursos humanos envolvidos nas atividades operacionais. Esta metodologia surgiu através do conceito de Manutenção Preventiva. Segundo Pereira (2011), a Manutenção Preventiva foi iniciada nos Estados Unidos da América (EUA). No Japão, teve sua origem na década de 50, sendo que até este período a indústria trabalhava apenas com o reparo pós falha (Manutenção Corretiva). Pereira destaca que a indústria Toa Nenryo Kogyo em 1951 foi a primeira empresa japonesa a introduzir os primeiros fatores do conceito de Manutenção Preventiva ou PM (Preventive Maintenance) em seus processos.

Neste período surgiram as primeiras observações sobre características qualitativas e quantitativas referentes a projetos, instalações e operações voltadas a estratégias que visam o custo mínimo operacional, conceituada Manutenibilidade e suas consequências para o trabalho. Em seguida, em 1960, surge o conceito de confiabilidade, focado na melhoria do desempenho dos equipamentos. Estes fatores foram fundamentais para a consolidação e ramificação da Manutenção Preventiva. Buscando aprimorar estas práticas e com perspectiva de melhorar a eficiência na área produtiva, surgiu então a metodologia denominada Manutenção Produtiva Total.

Criada por volta de 1970, no grupo Toyota através da empresa Nippon Denso KK, a Manutenção Produtiva Total tem como objetivo alcançar a eficácia da empresa através da disponibilidade e confiabilidade operacional dos equipamentos. Segundo Kardec (2013), além da busca pela eficácia, através da qualificação dos recursos humanos, a MPT também prepara e desenvolve pessoas e organizações para conduzir as “fábricas do futuro”, dotadas de automação.

Além de afirmar também que a MPT teve sua origem a partir da Manutenção Preventiva, a qual foi desenvolvida nos Estados Unidos no período pós-guerra, Souza (2013) também afirma que esta metodologia está voltada a estratégias de gestão dos equipamentos através do envolvimento dos seus operadores, com o objetivo de alcançar a máxima eficiência destes ativos. Esta qualificação certifica-os com habilidades para monitorar seus equipamentos através dos 5 sentidos e a realizar pequenas intervenções.

Ainda nas considerações de Souza, a manutenção preventiva resultou em um salto fantástico quanto à expectativa de vida útil dos equipamentos, cujo objetivo era

evitar as quebras ou interrupções dos ativos em suas funções. Estes resultados se desdobraram em análises como o custo de vida dos ativos industriais, refletindo na preocupação em termos de manutenção (prevenção) desde a concepção dos projetos, até o fim do ciclo o descarte pós vida útil.

Nestes termos, pode-se afirmar que a metodologia MTP é voltada para a obtenção de resultados através da competência profissional tanto gerencial quanto operacional, aliada ao engajamento dos setores operacionais e de reparos. Com a fusão dos setores e pessoas neles envolvidas, as organizações certificam as condições necessárias para os equipamentos realizarem suas funções com desempenho adequado. Considerando este desempenho esperado, Branco Filho (2008) explana que para que a MTP alcance os resultados esperados é essencial a participação e comprometimento de todos:

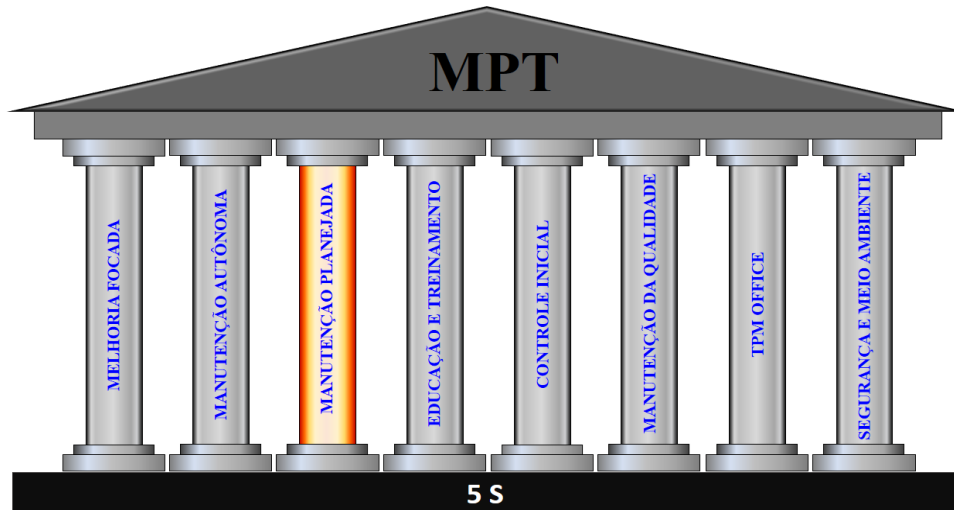
“Baseia-se no fato de que as causas das falhas e má qualidade são interdependentes. Muito treinamento, muita disciplina, muita limpeza e a participação total de todos são os pontos a serem perseguidos. O operador para a ser operador- mantenedor e sua presença deve ser incentivada. O conceito a ser usado é **“da minha máquina cuida eu”** e tem que ser uma realidade.” [Branco Filho (2008)]

Segundo Kardec (2013), a Manutenção Produtiva Total foca no objetivo de minimizar as perdas do processo, sejam elas por: quebras, mudança de linha, operação em vazio e pequenas paradas, queda de velocidade de produção, produtos defeituosos, ou queda no rendimento. Além do conceito “quebra zero”, afirma-se que este é o principal fator que prejudica o rendimento operacional. Gonçalves (2015), afirma que o MTP se trata de um modelo de gestão o qual busca eficiência máxima dos sistemas produtivos através da eliminação das perdas, que envolvem os materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos...) e o desenvolvimento da relação entre o homem e os equipamentos por meio das capacitações pessoais, aprimorando o conhecimento, habilidades, proatividades...

Esta metodologia é sustentada por oito grupos de gestão denominados pilares. Estes grupos estruturam todo o programa de forma a envolver todas as estratégias necessárias para alcançar as metas de defeito zero, estudos de disponibilidade, confiabilidade, lucratividade, qualidade, segurança e meio ambiente, envolvendo para isso todos os departamentos da empresa. A Figura 05, apresenta a estrutura representativa da metodologia MTP. O pilar denominado Manutenção Planejada,

apresentado em realce, pertence à estrutura principal a qual delinea o tema deste trabalho.

Figura 05: Representação Estrutura da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Adaptado, Kardec (2013).

Conforme mencionado, os conceitos da Metodologia MPT foram originados no Japão, com isso a cultura dos orientais foi levada em consideração em sua estruturação. Um deles segundo Souza (2013) é o conceito “5S”, apresentado na Figura 05, como a base principal de sustento de todos os pilares. De fato, este conceito abrange toda a empresa, indiferente do setor. Souza afirma que a aplicação da conscientização e treinamento de todos profissionais da empresa está diretamente ligada aos objetivos do MPT, pois envolve os operários nos cuidados com os equipamentos que eles mesmos manuseiam e seu ambiente de trabalho. Os elementos que constituem o programa 5S são:

1. Seiri: organização; implica em eliminar o supérfluo.
2. Seiton: arrumação; identificar e colocar tudo em ordem.
3. Seiso: limpeza; limpar sempre e evitar sujar.
4. Seiketsu: padronização; manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo.
5. Shitsuke: disciplina; autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.

Após apresentação da base da estrutura MPT, aborda-se os pilares que estabelecem o sustento da Metodologia. Os pilares, os quais não estão no delineamento do trabalho, possuem definições resumidas para que se mantenha o foco no tema proposto. As interpretações dos tópicos a seguir integram interpretações dos trabalhos de Gonçalves (2016), Kardec (2013), Souza (2013) e Pereira (2011).

- **Melhoria Focada**

Este pilar tem como objetivo melhorar ao máximo o desempenho do equipamento. O foco principal para obtenção deste resultado está nas ações constantes para redução de perdas e melhoria contínua para alcançar a máxima eficiência global do equipamento (OEE - Overall Equipment Effectiveness).

- **Manutenção Autônoma**

Como o próprio nome indica, este pilar apoia a MPT focando no desenvolvimento dos operadores para execução de pequenos reparos e inspeções. Os operadores possuem liberdade de ação para identificar as anomalias, tomar rápidas decisões para sua correção com ampla vontade e disciplina.

- **Educação e Treinamento**

O objetivo deste pilar é o desenvolvimento e capacitação de todos os funcionários para que desenvolvam suas atividades com responsabilidade e segurança. Este pilar é fundamental para o crescimento das organizações, pois o investimento nos recursos humanos garante retorno de produtividade, qualidade da mão de obra, e disciplina, eliminando a má operação dos equipamentos. Ademais, esta aplicação garante melhoria profissional e pessoal dos colaboradores, capacitando-os profissionalmente de forma estratégica, com foco na visão, missão e valores da instituição.

- **Controle Inicial**

Este pilar trata-se basicamente da abordagem tecnológica do ciclo de vida do equipamento, onde em todas as fases mencionadas é incorporada a prevenção da manutenção, desde a concepção (especificação) ao descarte. Trata-se então de um gerenciamento com foco e cuidados em termos das estratégias adequadas da manutenção para novos projetos e/ou equipamentos. Afinal, um bom projeto deve prever o conserto de um equipamento com a rapidez e qualidade requeridas.

- **Manutenção da Qualidade**

A manutenção da qualidade indica as ações integradas que se destinam a definir as perfeitas condições dos equipamentos para manter a perfeita qualidade dos produtos processados. Estas condições são monitoradas periodicamente a partir de valores padronizados de forma a prevenir a ocorrência de defeitos.

- **MPT Office**

A administração é uma área fundamental para o gerenciamento das organizações. Para um bom desempenho da organização, é imprescindível a eficácia no desenvolvimento dos processos respectivos a cada setor. O setor administrativo é responsável por conduzir o programa aliando as ferramentas de gestão e metodologias paralelas que se somam para obtenção de resultados concretos. As perdas devem ser contabilizadas e reparadas pelo gerenciamento contínuo da ferramenta. A proposta do Office é alcançar as demais áreas como RH (Recursos Humanos), Segurança, Materiais, financeiro, entre outras.

- **Segurança e Meio ambiente**

Este pilar tem o importante objetivo de manter o indicador de acidentes, saúde ocupacional, e danos ambientais zerados. Também se enquadra nesse pilar a responsabilidade de sustentar o respeito à integralidade das pessoas e do meio onde elas convivem. Todos os indicadores positivos e necessários ao processo já mencionados são importantes, mas cada atividade, seja ela operacional, de manutenção ou administrativa, deve fundamentalmente respeitar as condições de segurança do trabalho e o zelo pelo Meio Ambiente de forma a garantir o cumprimento das exigências internas e das normas e leis específicas para execução de qualquer tarefa ou processo produtivo a eles intrínsecos. Os índices referentes a este pilar devem ser atingidos indispensavelmente.

- **Manutenção Planejada**

Quanto maior a empresa, mais complexo se torna o planejamento, programação e controle da manutenção (PCM). Entre as especificações estabelecidas por Souza (2013) para este pilar, está a formação de uma estrutura com funções e papéis definidos dentro da organização (classificação dos equipamentos). Em consonância, Pereira (2011), assegura que o pilar de manutenção planejada

representa todas as técnicas de manutenção (ações preventivas). As técnicas de manutenção contidas neste contexto são a manutenção corretiva, manutenção preventiva e a manutenção preditiva.

O pilar da manutenção planejada contido na MPT, aponta a necessidade de classificar os equipamentos contidos nos sistemas produtivos. Esta classificação tem como objetivo aderir o tratamento ideal a cada equipamento, com base na sua importância para o processo de geração do produto final. Com isso, a empresa aplica os recursos de manutenção (mão de obra, materiais, técnicas...) de forma otimizada. As metodologias e as principais importâncias para estas ações serão abordadas nos próximos fragmentos deste trabalho. Até este tópico, foi representado o conceito de Gestão de Ativos, Ativos, os Ativos Tangíveis, Manutenção, Engenharia de Manutenção e Manutenção Produtiva Total.

2.6 Tipos de Manutenção

Os tipos de manutenção são caracterizados de acordo com as estratégias definidas pelas formas de intervenção nos sistemas ou equipamentos. Considerando o histórico, existem cinco tipos de manutenção diferentes. Esta variedade se destaca não pela diferenciação entre elas, mas sim pela observação que uma tem a função de englobar parâmetros e estratégias importantes para conservação hoje considerados importantes que as demais existentes até surgimento desta, não existiam.

Neste contexto, pode-se afirmar que não há um tipo de manutenção melhor ou não que o outro, mas sim que por determinação tática, pode-se utilizar um tipo ou outros associados. Considerando as abordagens de diversos autores, os tipos de manutenção são: Manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção centrada em confiabilidade.

2.6.1 Manutenção Corretiva

A Manutenção Corretiva se trata de um método amplamente conhecido no ramo industrial. Mesmo considerado um método não estratégico para os equipamentos principais de qualquer empresa, este tipo de manutenção ainda é vastamente adotado na maioria das organizações.

Os equipamentos considerados principais, são aqueles que não possuem backup (mais de um equipamento para a mesma aplicação que executa a mesma

operação), a falha gera gargalos, alto custo operacional, riscos críticos em termos de segurança do trabalho e impacto ao meio ambiente. A NBR 5462 (Norma Brasileira) define a Manutenção Corretiva como: “Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. A possível adoção ampla deste método, provavelmente se dá em função de sua implantação ser de baixo custo, não sendo necessário nenhum suporte de controle para sua aplicação. Pereira (2011) transcreve que a principal característica deste método é que o conserto se inicia após a ocorrência da falha, dependendo da disponibilidade de mão de obra e material necessário para o conserto.

2.6.2 Manutenção Preditiva

A norma Brasileira de Confiabilidade e Mantenabilidade NBR 5462, define a Manutenção Preditiva como: “Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”. As principais técnicas apresentadas pela norma se referem a análises termográficas e análise de vibração do equipamento.

A Manutenção Preditiva é um método de manutenção baseado pelo princípio da condição, ou seja, se faz necessária o monitoramento periódico do equipamento de forma a captar sintomas de pré-falha. Branco Filho (2008) define a manutenção preditiva como o trabalho de acompanhamento das condições do equipamento, os parâmetros operacionais e sua evolução. Alguns sintomas são: variação considerável de temperatura, magnitude da vibração, alteração da viscosidade do lubrificante quando aplicável, entre outros.

Geralmente, os parâmetros ideais condicionados a operação ideal dos equipamentos são fornecidos pelos fabricantes nos próprios manuais. Qualquer variação alerta o setor de planejamento e programação da manutenção sobre uma possível necessidade de intervenção nos próximos dias após o diagnóstico da não conformidade. Este alerta faz com que esta técnica seja estratégica para o setor de manutenção, pois, na maioria dos casos há tempo hábil para mobilização de uma intervenção planejada dos recursos necessários a curto ou longo prazo.

2.6.3 Manutenção Preventiva

Souza (2013) define a Manutenção Preventiva como a atividade técnica de manutenção que tem como objetivo principal a prevenção da ocorrência de uma falha ou uma parada do equipamento por quebra. Ainda pondera que toda Manutenção Preventiva deve ser planejada e programada sem imprevisto de forma a eliminar a Manutenção Corretiva nos equipamentos em que se adota essa técnica.

A estratégia para o êxito deste método deve-se basear em planos de manutenção previamente definidos com finalidade de reduzir o envelhecimento ou degradação dos equipamentos, garantir ou melhorar o desempenho operacional, atuar antes de ter os custos altos de intervenções não planejadas, eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos de quebras nos equipamentos, normalizar os mesmos, criar dados estatísticos para estratégias de peças sobressalentes em estoque, entre outros.

Para implantação da Manutenção Preventiva, Souza (2013) e Pereira (2011) citam alguns passos são imprescindíveis e de suma importância, como a classificação dos equipamentos. A priorização dos equipamentos tem por objetivo principal identificar os equipamentos essenciais para a geração do produto e rendimento da empresa.

A classificação confere aos equipamentos um grau elevado de cuidado em relação aos demais, direcionando os recursos de manutenibilidade àqueles definitivamente importantes para o processo. A estratégia pode ser considerada um ponto chave para o setor de manutenção, pois além de garantir a confiabilidade da sua função em manter os equipamentos em operação, ainda garante que sua função seja executada de forma eficaz e não eficiente (confiabilidade e disponibilidade a alto custo). Além da classificação dos equipamentos, a Manutenção Preventiva também demanda um software de manutenção para controle e entrada dos dados técnicos dos equipamentos pelo setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), entre outros.

Reconhecida a importância da classificação dos equipamentos para a estruturação da manutenção da empresa escolhida para realizar o estudo de caso, o próximo fragmento trata da metodologia aplicada para realizar este estudo.

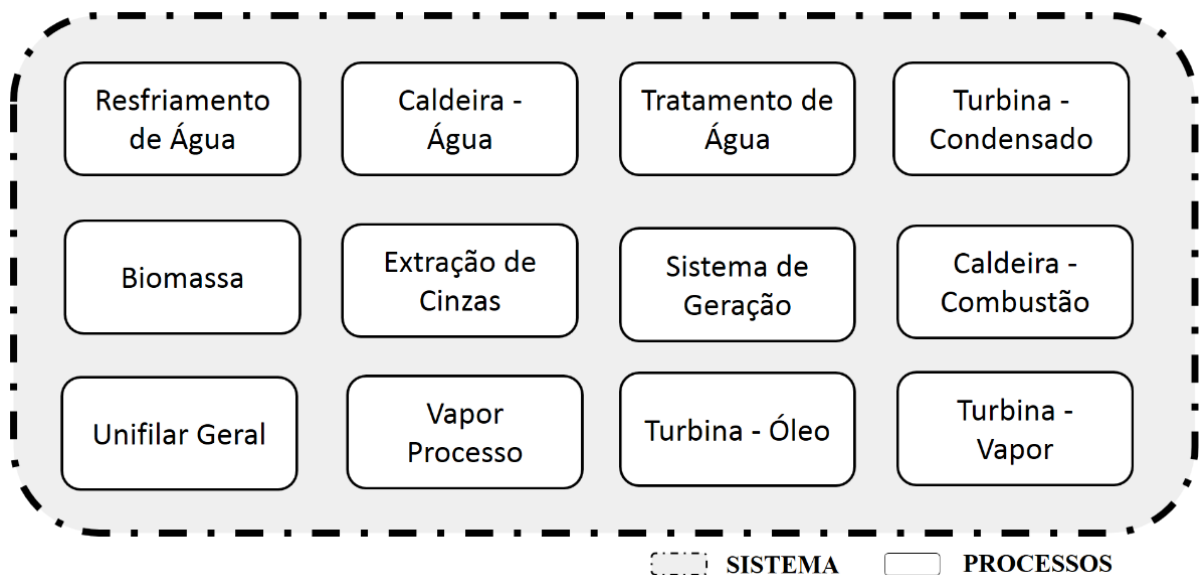
3 METODOLOGIA

Este capítulo do trabalho trata-se das metodologias aplicadas para atingir os objetivos específicos do trabalho, pilares do objetivo geral. O capítulo foi fragmentado com o propósito de esclarecer passo a passo as características de cada sistemática aplicada para conquista dos resultados.

3.1 Estudo da Seleção do Sistema Piloto

Diversos sistemas formam o processo de geração de energia e vapor. A Figura 06, demonstra o conjunto de telas do painel de controle de operações da usina termoeétrica em estudo. Considerando que estas telas possuem processos com centenas de equipamentos e, não havendo necessidade na etapa de validação do método de aplicá-lo em todas as instalações, foi escolhida uma das telas para desenvolvimento do estudo, com o intuito de limitar a quantidade de equipamentos e, após a validação, expandir o trabalho para todo o sistema.

Figura 06 - Processos do Sistema de Geração de Energia e Vapor.



Fonte: Painel de Controle, CAAL

Para definição de qual tela (sistema piloto) utilizar nesta etapa de teste, foi empregado como base um controle primitivo (registro via planilha das avarias) o qual continha algumas informações referentes às manutenções realizadas em um determinado período nos equipamentos do setor. Os locais em que as avarias ocorriam, geralmente eram registrados de acordo com as telas do painel, e quando

não identificado pelo nome da tela de controle, era registrado no controle como se ocorresse no equipamento principal por exemplo, Atividade: Vazamento gaxeta, Equipamento: Bomba de alimentação de água.

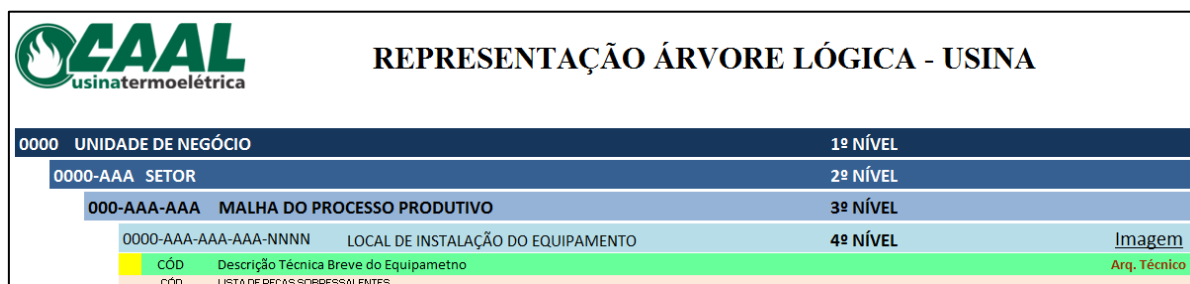
Através deste histórico, foi possível identificar em qual dos conjuntos de equipamentos e processos presentes nas telas ocorreu o maior número de avarias. O tratamento da identificação e o resultado desta análise se encontra no fragmento de resultados deste trabalho. A partir da definição da tela a se aplicar o método, faz-se necessário conhecer as malhas e os equipamentos contidos neste conjunto de equipamentos com a finalidade de construir a árvore lógica do sistema piloto determinado.

3.2 Hierarquia das Instalações e Etiquetagem

A produção de uma empresa é constituída por sistemas que são compostos por diversos processos onde o conjunto de suas funções específicas convergem a um único objetivo, garantir a produção do produto final. Uma manutenção bem estruturada deve atuar de forma sistemática e ágil em toda a estrutura da empresa, garantindo assim que estes processos, os equipamentos e máquinas neles contidos possam executar suas funções sem interrupções não programadas. Para garantir a identificação instantânea e padronizada dos equipamentos de forma sistematizada, se faz necessária a aplicação da norma NBR 8190. Esta padronização trata dos procedimentos para criação das etiquetas dos locais de instalação dos equipamentos, denominadas TAG's.

Para a identificação dos locais de instalação dos equipamentos no processo, foi criado um sistema denominado árvore lógica, o qual estrutura os equipamentos nos processos de forma hierárquica, facilitando a localização destes itens na estrutura geral da organização produtiva. A Figura 07, representa a base principal da árvore lógica, onde por meio da qual se iniciou o estudo para criação do tagueamento dos locais de instalação dos equipamentos.

Figura 07 - Padrão de Criação da Árvore Lógica das Instalações.



Fonte: Própria

O primeiro nível da hierarquia representa a unidade de negócio de aplicação do presente trabalho (nível gerencial). Os níveis seguintes determinam os setores, as malhas dos processos produtivos e locais de instalação dos equipamentos consequentemente. Os equipamentos e as peças pertinentes a estes processos estão no mesmo nível do local de instalação, por entendimento que os equipamentos e as listas técnicas (peças sobressalentes) representam os itens de manutenção móveis nas instalações da produção. Observa-se que há um código específico sendo gerado para cada nível da hierarquia. No nível quatro o código se completa, justamente no campo denominado local de instalação do equipamento, construindo assim o endereço do equipamento no processo produtivo (TAG). Para padronização do tagging da estrutura, foi criado um padrão gerencial (PG-IND-MAN-UTE-001) contido no Apêndice A, o qual rege todo o procedimento para esta atribuição.

3.3 Método de Criticidade e Ajuste de Parâmetros

Um equipamento crítico é aquele que apresenta um grau elevado de complexidade na remoção de suas falhas, pode impor riscos de segurança aos trabalhadores diretamente envolvidos (mantenedores) ou não (operadores), ou quando esta ocorre, pode causar danos ao meio ambiente. Outro parâmetro comumente mensurado para esta definição, são o impacto da sua manutenção no custo do setor. Geralmente são equipamentos que não possuem equipamento reserva instalado (stand-by), ou seja, em caso de falha a produção para. Os equipamentos críticos são definidos pela Engenharia de Manutenção, seguindo a metodologia de classificação de equipamentos.

Não há um método universal de classificação de equipamentos que atenda todos os processos industriais, pois há uma grande diversificação das instalações

industriais, bem como características específicas de cada uma em termos de processos.

O método de criticidade proposto se baseia nos estudos de Stadnicka (2014). O método para classificação adota os critérios que envolvem as áreas de saúde, segurança, meio ambiente, qualidade, produção e manutenção. Estes itens de controle são considerados muito importantes para o processo de geração de vapor e energia. Definido o método de criticidade a aplicar, faz-se necessário realizar o ajuste dos parâmetros para as análises.

A Tabela 01 apresenta os itens de controle do método, sendo eles: a área, os critérios, as características (parâmetros), e a pontuação de cada um.

Tabela 01 – Critérios de Classificação de Criticidade e Parâmetros

Área	Critério	Características do Critério (parâmetros)	Pontos
SAÚDE E SEGURANÇA A DO TRABALHO	Saúde e Segurança S_{Se}	Causa Fatalidade	4
		Acidentes Sérios Incapacitantes	3
		Danos Irreversíveis	2
		Não Impacta Saúde Segurança	1
MEIO AMBIENTE	Impacto Meio Ambiente I_{MA}	Não Cumprimento à Legislação	4
		Danos a Longo Prazo	3
		Perturbação Ecológica de Baixa Duração	2
		Não impacta M.A.	1
QUALIDADE	Qualidade do Produto Q_{Pr}	Alta Instabilidade na G.E.	4
		Média Instabilidade na G.E.	3
		Baixa Instabilidade na G.E.	2
		Não Impacta Qualidade	1
PRODUÇÃO	Rendimento Produção R_{Pr}	Perda Direta de Rendimento (>40%)	4
		Perda Direta de Rendimento (>20%)	3
		Perda Direta de Rendimento (>5%)	2
		Não Há Perda de Rendimento	1
MANUTENÇÃO	Custo de Parada Corretiva C_{PC}	Alta Dissipação de Faturamento (>4h)	4
		Média Dissipação de Faturamento (>3h)	3
		Baixa Dissipação de Faturamento (>1h)	2
		Não Gera Custo de Parada Corretiva	1

Fonte: Adaptado, Stadnicka (2014).

A primeira fase do método é a planificação dos critérios e o levantamento dos seus parâmetros. Esta etapa é validada com cada setor inerente ao impacto que a falha do equipamento pode afetar, sendo eles: O setor de Saúde, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente, o setor de Qualidade, Produção e Manutenção, em comum acordo com a Gerencia. Todos os critérios são subdivididos em quatro parâmetros e atribuídas as pontuações variando de 1 a 4. A pontuação é coerente com o impacto da falha no critério pelo parâmetro atribuído.

O levantamento de todos os critérios e parâmetros tem por base a análise da falha crítica do equipamento ou sistema em avaliação, ou seja, caso houver uma falha neste item, considerando o pior cenário, de que forma esse evento pode atingir os critérios considerados importantes. Todas as análises argumentadas e parâmetros levantados foram criados baseados nesta condição.

O critério Saúde e Segurança (S_{Se}) é desmembrado em quatro parâmetros. Estes parâmetros são atribuídos de forma qualitativa. O primeiro parâmetro indica que se a falha em análise ocorrer, os colaboradores estarão expostos a um alto potencial de riscos, e o efeito desta falha pode causar fatalidades. O segundo parâmetro, acidentes sérios incapacitantes, danos irreversíveis e o último não atinge critério proposto. Este critério é fundamental para toda a organização, pois, através desta avaliação é possível fazer o levantamento de todos os equipamentos que de alguma forma podem afetar a integridade dos colaboradores da empresa.

Os parâmetros relacionados ao critério Impacto Meio Ambiente (I_{MA}), são levantados considerando os potenciais: descumprimentos à legislação, danos a longo prazo, perturbação ecológica de baixa duração e que anula a possibilidade de impacto no critério, respectivamente. Este critério tem por finalidade ressaltar a empresa de qualquer avaria relacionada ao item de análise o qual possa resultar em um dano a esta área, sendo mais uma ação positiva da sua política de preservação do Meio Ambiente.

O critério de Qualidade do Produto (Q_{Pr}), tem por objetivo levantar os potenciais danos relacionados a estabilidade durante a geração de energia e vapor, produtos da termoelétrica. Os parâmetros definidos são: Nula, Baixa, Média e Alta instabilidade do processo. A definição destes parâmetros é realizada em conjunto com a operação, sendo importante a avaliação do engenheiro eletricitista responsável pelo setor.

Para o critério de Rendimento da Produção (R_{PR}) foram atribuídos os parâmetros que indicam as perdas diretas quando há ocorrência de falha, sendo:

Perda Direta de Rendimento >40% para o parâmetro mais crítico, Perda Direta de Rendimento > 20% para o segundo, >5% e 0% respectivamente. Este parâmetro tem como objetivo detectar os equipamentos nos quais a sua falha de alguma forma atinge a produção.

Por fim, o último item se trata do critério de Custo de Parada Corretiva (C_{PC}). Para este critério, é realizada uma análise da dissipação de faturamento, ou seja, o estudo sobre o custo da hora da produção parada, principalmente em época de safra, período no qual a unidade demanda alto rendimento e um fluxo maior de produção dos setores. Na fase de determinação destes parâmetros, são realizadas as análises de multas de contrato com a concessionária e a perda de produção por tempo parado. Após avaliação, é parametrizado o limite do período máximo para o parâmetro mais crítico (4h), e conseqüentemente para os demais parâmetros (3h/1h). O valor de impacto da falha em termos de custos em função de multas e/ou outras variáveis do processo, crescem exponencialmente a partir de (1h) de parada de produção. Por questões de controle e restrições internas, os detalhamentos destes valores não são divulgados, porém, sabe-se que o impacto financeiro do parâmetro, definido como mais crítico (pontuação máxima), está na faixa de R\$ 10.000,00 de dissipação de faturamento (por evento).

Após a criação dos parâmetros, conforme o método proposto, há necessidade de ponderá-los de forma a elencar a importância deles. Para esta análise, é então realizado o estudo pelo Diagrama de Mudge, com a finalidade de definir o grau de importância entre os critérios criados. Este estudo está presente no fragmento que apresenta os resultados do trabalho a seguir.

Para determinar a categoria do equipamento, o valor do indicador deve ser determinado de acordo com a Equação 1, como segue:

$$IC_{Eq} = w_1 S_{Se} + w_2 I_{MA} + w_3 Q_{Pr} + w_4 R_{Pr} + w_5 C_{PC} \quad (1)$$

Onde:

$$\sum_{i=1}^5 w_i = 1$$

Os valores de S_{Se} , I_{MA} , Q_{Pr} , R_{Pr} , C_{PC} , deverão ser determinados de acordo com a Tabela 01. Contudo, os valores de importância (w_i) poderão ser determinados pelos

setores de acordo com a suas necessidades, ou ainda através da análise dos resultados do Diagrama de Mudge. A soma dos valores de w_i deverá ser igual a 1, uma vez que o coeficiente representa o grau de importância, em porcentagem, de cada critério.

A Tabela 02 exibe as possíveis criticidade de classificação dos equipamentos, bem como as ações de manutenções recomendadas para cada categoria.

Tabela 02 – Classificação de Criticidade e Recomendações Estratégicas.

Índice de Criticidade IC_{Eq}	Criticidade	Características	Ações Recomendadas de Manutenção
Se $IC_{Eq} > 2,5$	A - Alta	Equipamento crítico para a produção; a falha pode gerar grande impacto na segurança, meio ambiente, faturamento, qualidade.	Nível de controle avançado; preditiva, preventiva, inspeções, lubrificação, análise de falhas; monitoramento contínuo.
Se $1,5 \leq IC_{Eq} \leq 2,5$	B - Média	Afeta de forma considerável o faturamento; oferece riscos médios para segurança em caso de falha; impacto médio na produção e meio ambiente.	Nível de controle médio; preventiva, inspeções, lubrificações e preditiva quando conveniente.
Se $IC_{Eq} < 1,5$	C – Baixa	A falha não oferece riscos para a segurança; não impacta na segurança; baixos custos de operação e manutenção.	Corretiva, lubrificações.

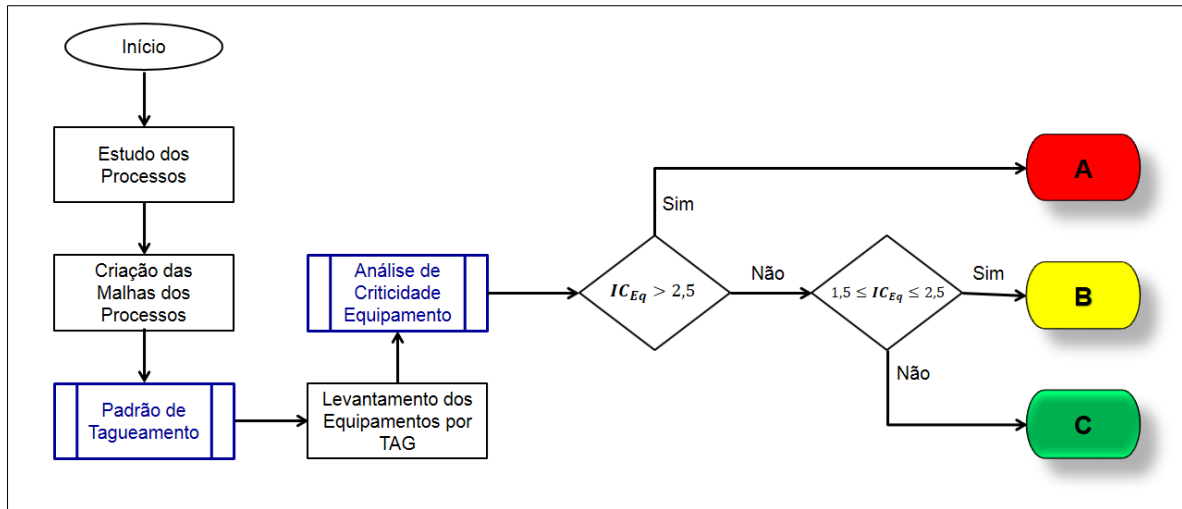
Fonte: Adaptado, Stadnicka (2014).

3.4 Etapas para Aplicação do Método

Após a definição dos critérios e os parâmetros envolvidos cria-se uma padronização do método em uma planilha eletrônica com a finalidade de otimizar as avaliações e gerar bancos de dados para análise. Este processo é fundamental para geração de indicadores para estudo da Engenharia de Manutenção e aplicação do método.

Com as etapas definidas neste fragmento e suas interações, se faz possível apresentar o fluxo padronizado da metodologia de classificação dos equipamentos presente na Figura 08.

Figura 08 – Fluxograma das Etapas da Metodologia à Aplicação do Método.



Fonte: Própria

Uma vez definida a classificação do equipamento, são definidos os tipos de manutenção a serem realizados neste item. Os tipos de manutenção definidos para cada classificação foram atribuídos pela gerência da usina termoeletrica conforme a Tabela 03. Os tipos de manutenção preditiva, lubrificação e a inspeção indicados devem ser utilizados quando aplicável.

Tabela 03 – Controle de Manutenção por Classificação.

Classificação	Controle	Corretiva	Preventiva	Preditiva	Lubrificação	Inspeção
A	Integral		X	X	X	X
B	Parcial			X	X	X
C	Limitado	X			X	

Fonte: Própria

O controle integral representa todas as ferramentas, técnicas e metodologias em conjunto com os tipos de manutenção indicados, ou seja, o máximo cuidado do setor Manutenção. O controle parcial representa um esforço moderado, representando os tipos de manutenção indicados e algumas metodologias e técnicas quando aplicável. O controle limitado refere-se ao regime do tipo de manutenção corretiva.

Após definição da metodologia e ajuste do método é possível então aplicar a ferramenta de avaliação, criar o banco de dados referente à classificação geral dos equipamentos e realizar as análises dos resultados do trabalho.

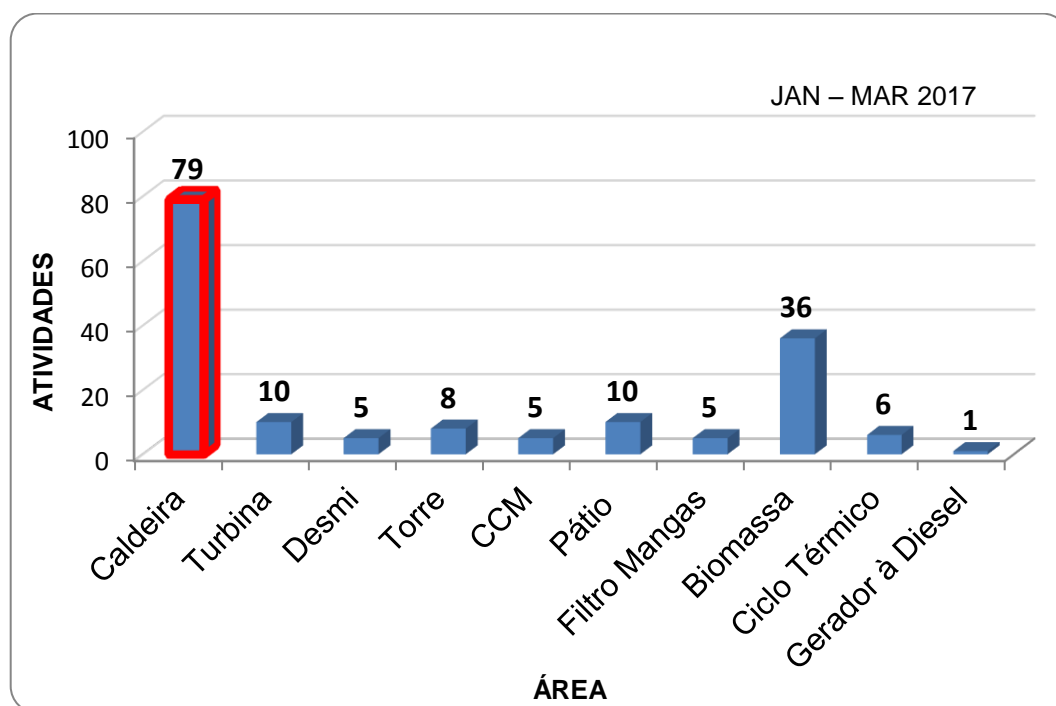
4 RESULTADOS

Este fragmento do trabalho tem como função apresentar os resultados alcançados relacionados aos objetivos propostos.

4.1 Definição do Sistema Piloto

Inicialmente, para definir quais equipamentos serão classificados, foi realizada a análise do histórico de manutenções. A empresa possui um controle primitivo do histórico de atividades. Contudo, foi possível identificar qual o sistema que mais gerou atividades no período. O histórico consultado abrange as atividades de manutenção realizadas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2017. A Figura 09 ilustra a quantidade de atividades de manutenção nas áreas da Usina Termoelétrica.

Figura 09 – Gráfico da Quantidade de Atividades de Manutenção por Área.



Fonte: Autoria própria.

Através da Figura 09 é possível constatar que o Sistema da Caldeira foi o que mais gerou atividades de manutenção neste período. A Tabela 04 mostra o percentual de atividades realizadas em cada área da Termoelétrica.

Tabela 04 – Percentual de Atividade por Área.

Área	Quantidade Atividades	%
Caldeira	79	48%
Turbina	10	6%
Desmineralização	5	3%
Torre de Resfriamento	8	5%
Centra de Comando	5	3%
Pátio	10	6%
Filtro de Mangas	5	3%
Biomassa	36	22%
Ciclo Térmico	6	4%
Gerador à Diesel	1	1%
Total	165	100%

Fonte: Autoria própria.

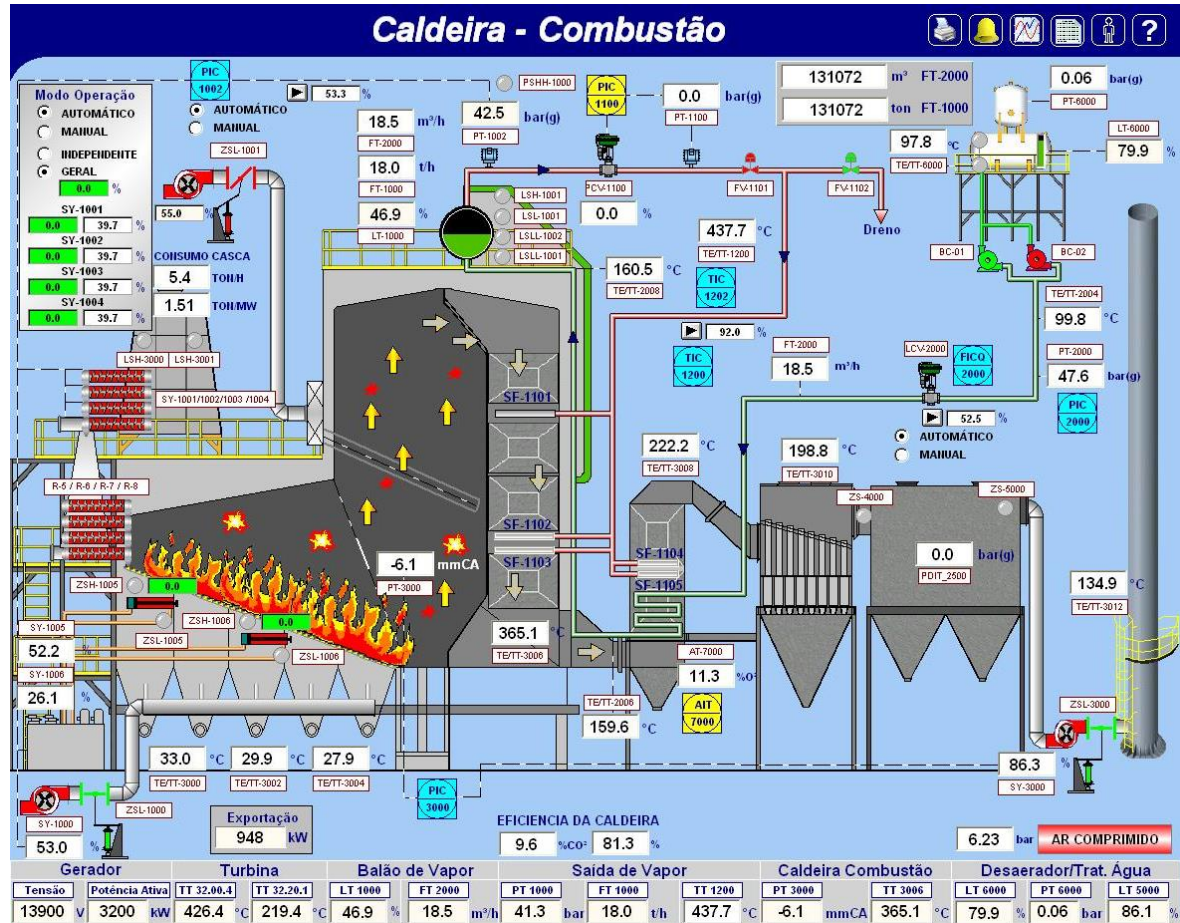
Analisando a Figura 09 e a Tabela 04, ficou evidenciado um maior volume de atividades de manutenção na área da caldeira, logo o Sistema da Caldeira foi tomado como piloto para análise de classificação da criticidade de seus equipamentos. Assim, foi considerado importante que os equipamentos da área da caldeira fossem classificados nesta fase do projeto.

4.2 Estruturação Lógica

Conforme descrito no item 3.2, a estruturação lógica e identificação dos locais de instalação são necessários para a condução organizada das atividades de manutenção. Quando existe uma estruturação lógica dos equipamentos e, o endereçamento exclusivo para cada equipamento ou grupo de equipamentos destinados a realizar uma função requerida, a manutenção pode atuar de forma organizada e pontual. A estruturação lógica permite visualizar rapidamente quais os equipamentos estão contidos em determinado local de instalação, dessa forma é possível garantir o histórico de atividades de manutenção para cada equipamento e para cada local de instalação. Esta abordagem permite aumentar o nível de controle dos equipamentos da planta, pois facilita a implementação e gerenciamento das informações de custos e desempenho para cada equipamento, ao longo do seu ciclo de vida.

Inicialmente, com o auxílio dos operadores da Usina, são identificados os processos que compõe o sistema da Caldeira de Combustão. Tais processos podem ser vistos na Figura 10, apresentada a seguir.

Figura 10 – Tela de Operações da Caldeira-Combustão.

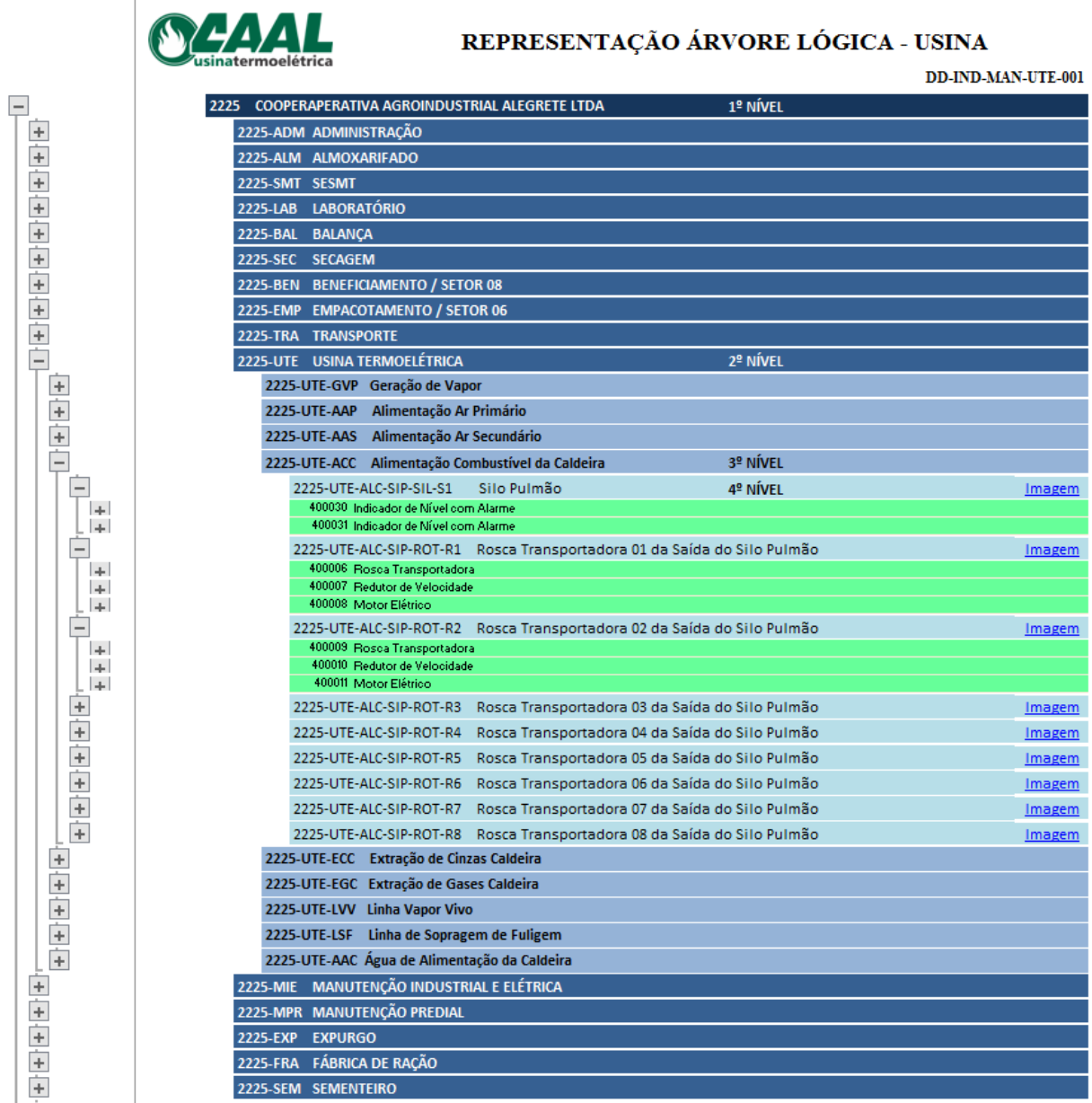


Fonte: Painel de Controle, CAAL (2017).

Após a identificação dos processos, é necessário levantar na área os equipamentos e os locais de instalação dos mesmos. O levantamento foi realizado através de um registro fotográfico de cada equipamento e local de instalação. Estas fotos foram vinculadas a seus respectivos locais de instalação.

A Figura 11 mostra, simplificadamente, a estruturação lógica obtida dos locais de instalação e seus equipamentos. A árvore lógica é um documento de dados que servirá para expandir o trabalho para os demais setores da Usina e da Indústria como um todo. A elaboração desta estrutura foi realizada em software para desenvolvimento de planilhas eletrônicas.

Figura 11 – Representação da Árvore Lógica.



Fonte: Própria.

4.3 Ferramenta de Análise de Criticidade

Após a definição dos parâmetros do método, foi iniciado o trabalho de elaboração da ferramenta, a qual tem como finalidade por meio dos responsáveis pelo setor de Engenharia de Manutenção aplicar o método de forma padronizada e otimizada em todas as instalações da unidade. A ferramenta padronizada possibilitou a aplicação do método de forma sistematizada, onde o usuário em conjunto com os responsáveis pelos setores indicado no procedimento, avaliou os critérios de forma simplificada.

Uma vez realizadas as avaliações, a planilha denominada formulário de criticidade de equipamentos realiza o cálculo fornecendo a classificação do equipamento instantaneamente. O formulário foi padronizado como um documento padrão de dados (DD-IND-MAN-UTE-002), conforme verifica-se no Apêndice B. A ferramenta possui uma estrutura composta por três partes principais. De acordo com a Figura 12, a primeira seção de informações requeridas se trata do rastreamento do equipamento no processo.

Para facilitar o entendimento dos campos nesta contextualização, foi implementado um sistema de cores nestes campos para explanação das importâncias no contexto do trabalho.

Na cor verde, encontram-se os campos relacionados à localização do equipamento no processo. Durante a elaboração do trabalho, foi criado um banco de dados para o levantamento de todos os dados técnicos dos equipamentos contidos no projeto piloto, bem como o registro da imagem destes em seus respectivos locais de instalação. Dessa forma, para estes campos, através das funções da planilha eletrônica, quando o usuário insere no primeiro campo o número do equipamento, os demais campos relacionados à localização já são preenchidos automaticamente.

Figura 12 – Características e Rastreamento do Equipamento.

	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE	Código:	DD-IND-MAN-UTE-002
		Revisão:	1.0 (07/11/2017)
	Documento de Dados	Área:	Manutenção
	Título: Criticidade de Equipamento	Página:	1/1

RASTREAMENTO		
Núm. Equip.	Descrição Técnica	TAG
Classe	Descrição Operacional	Malha
Associação à Atividades com Riscos Críticos (SESMT)		Técnicas Propostas
<input type="checkbox"/> NR10 Instalações Elétricas	<input type="checkbox"/> NR17 Ergonomia	<input type="checkbox"/> Preventiva
<input type="checkbox"/> NR11 Cargas Suspensas	<input type="checkbox"/> NR18 Soldagem e Corte a Quente	<input type="checkbox"/> Preditiva
<input type="checkbox"/> NR35 Trabalho em Altura	<input type="checkbox"/> NR33 Espaço Confinado	<input type="checkbox"/> Lubrificação
<input type="checkbox"/> NR13 Caldeiras e Vasos de Pressão	<input type="checkbox"/> NR12 Proteção Máquinas e Equipamentos	<input type="checkbox"/> Inspeção
Sugestão de Fornecedores		Registro Fotográfico
1º	Contato	
2º		
Falhas Críticas		
1	3	4
2	4	6

Fonte: Própria.

Em cor azul, apresenta-se o campo relacionado à área de segurança do trabalho. O campo tem como objetivo identificar os riscos críticos (normas) envolvidos pelos executantes nas atividades relacionadas à manutenção do equipamento. Este campo, além de ser importante para análise do critério de Saúde e Segurança, também deve ser utilizado para o rastreamento destas informações no detalhamento das atividades relacionadas à rotina de manutenção, planos de manutenção, listas de tarefas... etc.

Em preto, estão relacionadas as informações importantes para a Engenharia de Manutenção, onde se apresentam as sugestões de fornecedores do equipamento, as técnicas propostas de manutenção e as principais falhas críticas que o equipamento possa apresentar durante sua operação. O campo de propostas de manutenção é preenchido automaticamente pela planilha de acordo com a classificação resultante do equipamento pós avaliação, e o campo falhas críticas é considerado como o eixo de avaliação do método, ambos dispostos anteriormente na seção metodologia.

A Figura 13 apresenta a segunda parte do formulário. Neste fragmento, os critérios são julgados conforme as falhas críticas do equipamento, relacionadas na primeira etapa de preenchimento do formulário (rastreamento).

Figura 13 – Definição da Criticidade em Relação às Falhas Críticas.

DEFINIÇÃO CRITICIDADE (Falha Crítica)																									
1. Custo de Parada Corretiva (C_{PC})		Ponto	Engenharia																						
1.1 Alta Dissipação de Faturamento (>4h)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4	Item de Lubrificação?																						
1.2 Média Dissipação de Faturamento (>3h)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não																						
1.3 Baixa Dissipação de Faturamento (>1h)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	Enquadra a Preditiva?																						
1.4 Não Gera Parada	<input type="checkbox"/> Sim	1	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não																						
			Stand-by																						
			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não																						
			IC_{Eq} :																						
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">RESUMO ENQUADRAMENTO</th> </tr> <tr> <th>Afeta Segurança?</th> <th>Afeta M.A.?</th> <th>Afeta Qualidade?</th> <th>Afeta Produção?</th> <th>Custo de Parada?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,5</td> <td>2,0</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">PREENCHER FORMULÁRIO</td> </tr> </tbody> </table>			RESUMO ENQUADRAMENTO					Afeta Segurança?	Afeta M.A.?	Afeta Qualidade?	Afeta Produção?	Custo de Parada?	2,5	2,0	1,0	2,0	2,5	PREENCHER FORMULÁRIO				
RESUMO ENQUADRAMENTO																									
Afeta Segurança?	Afeta M.A.?	Afeta Qualidade?	Afeta Produção?	Custo de Parada?																					
2,5	2,0	1,0	2,0	2,5																					
PREENCHER FORMULÁRIO																									
2. Saúde e Segurança do Trabalho (S_{Se})		Ponto	3. Impacto Meio Ambiente (I_{MA})																						
2.1 Causa Fatalidade	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4	3.1 Não Cumprimento à Legislação	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4																				
2.2 Acidentes Sérios Incapacitantes	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3	3.2 Danos a Longo Prazo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3																				
2.3 Condição de Saúde Irreverssível	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	3.3 Perturbação Ecológica de Baixa Duração	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2																				
2.4 Não Impacta S.S.T.	<input type="checkbox"/> Sim	1	3.4 Não Impacta M.A.	<input type="checkbox"/> Sim	1																				
4. Qualidade do Produto (Q_{Pr})		Ponto	5. Rendimento Produção (R_{Pr})																						
4.1 Alta Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4	5.1 Perda Direta de Rendimento (>40%)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4																				
4.2 Média Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3	5.2 Perda Direta de Rendimento (>20%)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3																				
4.3 Baixa Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	5.3 Perda Direta de Rendimento (>5%)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2																				
4.4 Não Impacta Qualidade	<input type="checkbox"/> Sim	1	5.4 Não Impacta Rendimento	<input type="checkbox"/> Sim	1																				

Fonte: Própria.

O Engenheiro de Manutenção ou Analista, deve avaliar o equipamento em comunhão com os responsáveis técnicos da área pertinente ao critério. Nesta fase, é considerada uma simulação da ocorrência dos tipos de falhas críticas apontadas na primeira etapa, sendo uma resposta verdadeira para cada parâmetro. Os critérios apresentam os parâmetros definidos pelo método, onde cada parâmetro possui uma pontuação a ser utilizada para desenvolvimento dos cálculos para classificação.

Na cor preta, a Figura 13 apresenta algumas questões importantes para a Engenharia, como: se o equipamento necessita de lubrificação, se ele se enquadra em itens que se pode utilizar o tipo de manutenção preditiva e se existe no processo no qual ele atua, um outro equipamento reserva. No conjunto dessas informações está o Índice de Criticidade do Equipamento (IC_{Eq}) em avaliação, o qual gera o valor correspondente ao cálculo em conformidade com a Equação 1 do método proposto.

Conforme os critérios são julgados, automaticamente é gerado no campo destacado em verde, o resumo do enquadramento dos critérios, de onde são retirados os dados para base de cálculo do Índice de Criticidade do Equipamento (IC_{Eq}). Os pesos correspondentes à variável (w_i) da Equação 1, estão dispostos abaixo de cada critério (na vertical). Para definição do valor de cada peso (w_i), foi utilizado o Diagrama de Mugde.

A Figura 14 apresenta os resultados da aplicação da ferramenta diagrama de Mugde para definição o grau de importância entre os critérios de classificação. Através destes resultados, a gerência da usina determina os pesos conforme a coluna (w_i) da matriz de avaliação.

Figura 14 – Grau de Importância dos Critérios.

CRITÉRIOS EM ANÁLISE	
A	Custo da Parada Corretiva
B	Impacto ao Meio Ambiente
C	Qualidade do Produto
D	Rendimento da Produção
E	Segurança e Saúde

Grau de Importância dos Critérios de Criticidade	
1	Critério com pouca importância a mais que o critério precedente
3	Critério moderadamente mais importante que o critério precedente
5	Critério muito mais importante que o critério precedente

B	Peso	C	Peso	D	Peso	E	Peso	Soma	Wi	%
A	1	A	5	D	5	A	1	6	2,5	27%
B		B	1	B	3	E	1	4	2	18%
		C		C	1	E	3	1	1	5%
				D		E	1	5	2	23%
						E		6	2,5	27%
								22		100%

Fonte: Própria.

A Figura 15 representa a última fase de preenchimento do formulário. Esta seção contém o registro de controle individual da análise. Entre os controles está o registro da data de avaliação, o responsável técnico das instalações (engenheiro ou analista) e abaixo, os participantes da avaliação de cada setor mencionado na metodologia. Após o preenchimento destes dados o formulário se torna um documento de registro, sendo então impresso e arquivado em conjunto às demais avaliações de equipamentos do processo.

Figura 15 – Controle do Documento de Criticidade.

CONTROLE				
Data	Revisão	Responsável Técnico	Ramal	Função
It.	Participantes	Função	Contribuição (Parâmetros)	
1				
2				
3				
4				
5				
Observações				

ELABORADA POR: ONIAS NETO

Fonte: Própria.

Após a elaboração da ferramenta, foi possível aplicá-la nos equipamentos do sistema piloto. Para análise da aplicação, os Apêndices C, D e E, apresentam as

avaliações de alguns equipamentos que foram classificados como criticidade A, B e C, respectivamente.

4.4 Classificação de Criticidade dos Equipamentos

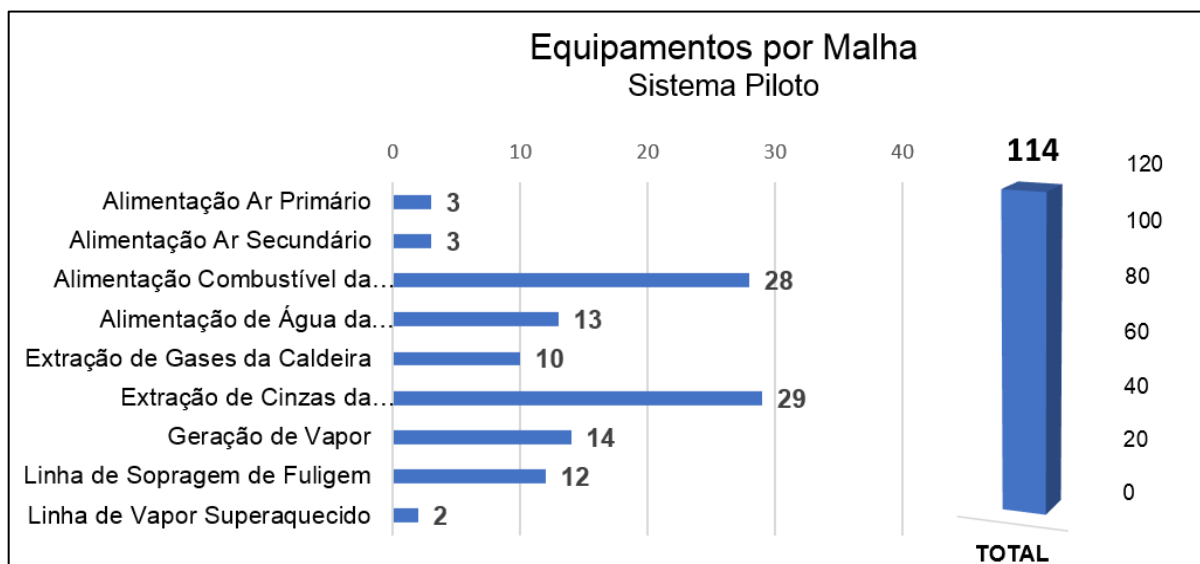
Após a conclusão do estudo dos processos, criação das malhas, padronização e levantamento do tagging e a construção da ferramenta de análise, é possível realizar a classificação de todos os equipamentos pertinentes ao sistema piloto.

Os equipamentos são analisados individualmente por processo. Para esta etapa foram realizadas diversas reuniões entre os setores envolvidos. A medida que a planilha de criticidade DD-IND-MAN-UTE-002 era preenchida, um banco de dados denominado Mapa Global de Classificação de Equipamentos (DD-IND-MAN-UTE-003) era preenchido automaticamente.

A planilha de dados tem o objetivo de reunir todas as classificações para elaboração dos indicadores para estudo sobre os equipamentos avaliados. Este banco de dados para análises pode ser verificado no Apêndice F.

A Figura 16 apresenta o gráfico de análise quantitativa de equipamentos estudados por processo, os quais pertencem ao sistema piloto.

Figura 16 – Gráfico de Análise de Equipamentos por Processo.



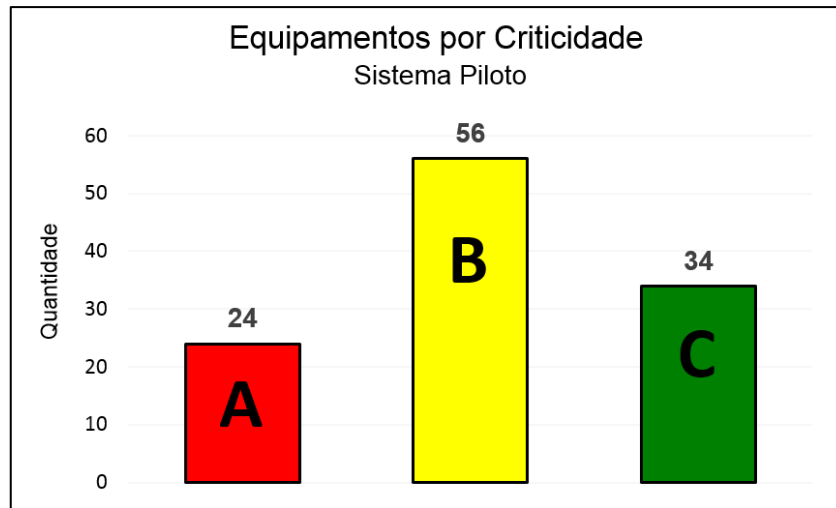
Fonte: Própria.

Com a análise, verifica-se que foram estudados 114 equipamentos nesta etapa. Entre os 9 processos, pode-se observar o destaque das malhas Extração de Cinzas

e Alimentação da Caldeira, com 28 e 29 equipamentos, que somados, representam 50% do total analisado.

A Figura 17, apresenta o resultado ilustrado em forma gráfica, da quantidade de equipamentos obtidos para cada criticidade da classificação.

Figura 17 – Gráfico de Análise de Equipamentos por Categoria.

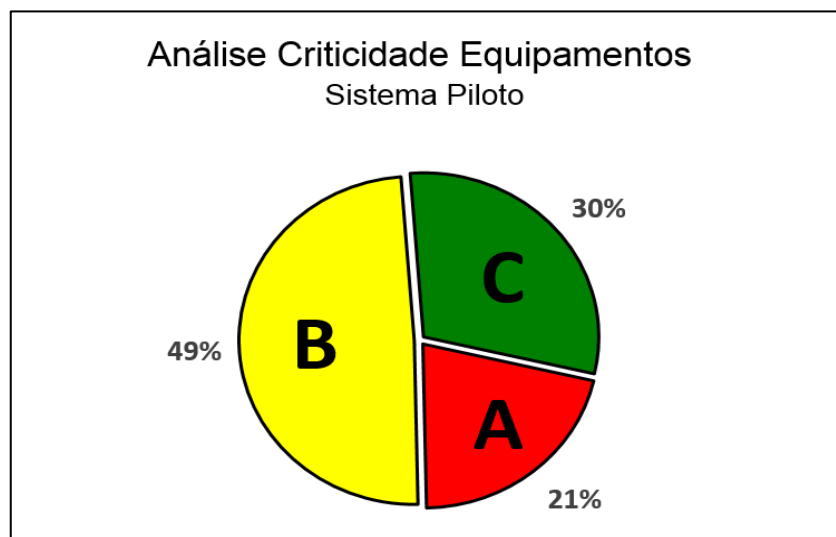


Fonte: Própria.

Verifica-se que a “criticidade B”, representa o maior número de equipamentos (56), seguido pela “criticidade C” com 34 equipamentos e “criticidade A” com 24 equipamentos, respectivamente.

Para análise da proporção dos dados, é exposto na Figura 18 o resultado global dividido entre as criticidades A, B e C.

Figura 18 – Gráfico Análise Global da Criticidade dos Equipamentos do Projeto Piloto.



Fonte: Própria.

Nota-se que os equipamentos classificados como “criticidade B” representam cerca de 50% dos equipamentos analisados, seguido “da criticidade C” com 30% e “criticidade A” com 21%. Os dados resumidos são dispostos na Tabela 05.

Tabela 05 – Quadro Resumo da Classificação dos Equipamentos do Projeto Piloto.

Classificação	Percentual	Qtd
A	49%	56
B	30%	34
C	21%	24
TOTAL	100%	114

Fonte: Própria.

Após os dados coletados e analisados, foi possível realizar os apontamentos de análise do estudo, presente no próximo capítulo deste trabalho.

5 CONCLUSÕES

Este capítulo trata das análises e conclusões do trabalho realizado e as sugestões e considerações para futuros trabalhos relacionados ao tema.

5.1 Considerações Finais

Considerando a diversidade e quantidade de equipamentos, afirma-se que a definição de um sistema piloto (crítico) para aplicação do método, foi um importante passo dado no início do trabalho, visto que esta ação delimitou o fluxo de trabalho, sem comprometer os resultados. O projeto piloto possui algumas características importantes, como a análise de vários processos distintos atingindo assim diversas classes de equipamentos para o estudo e a aplicação da análise no setor que possui histórico de maior quantidade de avarias. Dessa forma, foi possível construir uma interessante base estrutural da árvore lógica, por englobar diversas malhas, principalmente as pertinentes ao processo de geração de vapor, realizar a elaboração do padrão de tagging e simultaneamente obter a análise dos parâmetros críticos deste sistema que está demandando atualmente um esforço maior do setor de Manutenção da Termoelétrica.

A construção da ferramenta de análise se destaca entre os trabalhos, pois ela padroniza o método evitando falhas na realização dos cálculos e otimiza muito o tempo de análise, visto que além do preenchimento automático via banco de dados atualizado só pelo fornecimento do código do equipamento, foi estruturada de forma que ao definir cada parâmetro dos critérios com apenas um clique em cada, a mesma já fornece a classificação da criticidade do item em análise e indica os tipos de manutenção a aplicar pertinentes a criticidade do equipamento identificada pelo cálculo do método. Outro aspecto importante, é que com sua utilização será possível aplicar o estudo em todo o sistema de geração de vapor e energia, bem como para os demais setores da indústria onde o estudo foi realizado.

Dentre todos os benefícios mencionados da ferramenta elaborada, ressalta-se ainda que ela transmite as informações da avaliação para o mapa geral de classificação, responsável pela geração dos indicadores supracitados nos resultados deste trabalho. Sobre os resultados, aponta-se que se obteve maior quantidade de equipamentos de “criticidade B”. Considerando que o estudo foi limitado ao sistema mais crítico em termos de falhas, é possível que haja no mesmo uma faixa maior de equipamentos com criticidade elevada entre equipamentos A e B, o que pode justificar

o resultado. Porém, esta análise só poderá ser concluída quando aplicada a todos os sistemas da Usina Termoelétrica.

Considera-se, portanto, que foram alcançados todos os objetivos traçados para este trabalho, visto que a ferramenta aplica o método para qualquer equipamento do processo, indica a criticidade individual do equipamento em análise e propõe os tipos de manutenção a implantar para garantir a confiabilidade do item no processo e disponibilidade para operação.

5.2 Recomendações para Futuros Trabalhos

Considerando os resultados obtidos com a pesquisa e algumas dificuldades sobre o pequeno fluxo de informações disponíveis sobre os métodos de criticidade de equipamentos e os resultados destes pós implantação nas indústrias, recomenda-se o rastreamento de trabalhos semelhantes, com a finalidade de realizar análises comparativas e a extração dos possíveis equívocos na fase de implantação.

Relevante também seria realizar um levantamento de todos os equipamentos que tem potencial de redução de criticidade com base nos seus parâmetros considerados críticos. Com essas informações, pode-se aplicar ferramentas de Engenharia de Confiabilidade com objetivo de reduzir a criticidade destes itens. Esta ação otimiza mais ainda o setor e garante um processo mais seguro.

Outra consideração importante observada é que o método não inclui na análise a diferenciação ou ponderação dos equipamentos que possuem reserva no processo (stand-by). Para este caso, seria interessante que os equipamentos com reserva no processo tenham a criticidade reduzida, pois entende-se que em alguns casos, quando há falha no equipamento com estas características, o seu par entra em operação instantaneamente. Neste caso, sugere-se que a equação do método seja alterada de forma a incluir esta análise.

Considerando que a falha crítica se trata do eixo da análise, duas importantes sugestões são propostas como trabalhos futuros. Primeiramente após o levantamento das falhas consideradas críticas, propõe-se o estudo via Diagrama de Mugde para definição do grau de importância entre elas. Outra consideração seria, após um período de geração de dados para análise, implementar via estudo de Engenharia de Confiabilidade, da probabilidade das falhas críticas consideradas nas análises ocorrerem. Estas ponderações, somadas ao quesito sobre inclusão da análise de

casos de equipamentos que possuem reservas no processo, podem reduzir a quantidade ou criticidade dos equipamentos, otimizando assim ainda mais os recursos da Manutenção.

Como sugestão de continuidade deste estudo, recomenda-se a continuação da Estruturação da Manutenção com base nos estudos realizados via software específico para Manutenção, sendo prioridade entre as demais etapas: implantar o controle das atividades via Ordem de Serviço e planificar os planos de manutenção para as instalações via criticidade indicada. Após a implantação destes itens considerados principais, recomenda-se o estudo do impacto desta estruturação no custo da Manutenção via histórico.

REFERÊNCIAS

ASSIS, Rui; JULIÃO, Jorge. **Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos**. Lidel–edições técnicas, Lda., Lisboa, 2010.

Associação Brasileira de Manutenção-ABRAMAN. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/sidebar/pas55>>. Acesso em 02 de Maio de 2017, 01:15:00.

CARPINETTI, Cesar R. Luiz. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 1. Ed. São Paulo, Editora Atlas, 2010.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.; **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. 6 reimpr. São Paulo: Editora Atlas, 2011. pg. 641-664.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão Estratégica da Manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Dissertação TCC. São Paulo-SP. UFJF, 2013.

BRANCO FILHO, B. Gil; **A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ: Editora Ciência Moderna, 2008.

FISCHER, Georg; KIRCHNER, Arndt; KAUFMANN, Hans. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009. pg. 141-154.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo, SP. All Print Editora, 2002.

GONÇALVES, Edson. **Manutenção Industrial: Do estratégico ao Operacional**. Rio de Janeiro: Editora Moderna, 2015.

HORNERT, Van Den A. F.; SHOERMAN, J.S.; Vlok, P.J. **Correlating the content and context of PAS 55 with the ISO 55000 series**. South African Journal of Industrial Engineering, v. 24, n. 2, p. 24-32, 2013.

KAPLAN, Robert S; NORTON, David P. **Mapas estratégicos: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, Gulf Professional Publishing, 2004.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

MARCONI, Mariana de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PEREIRA, Pinho Maria Luciana. **Gestão de Ativos: Estudo de caso em Empresa de Telecomunicações**. Rio de Janeiro: PUC, 2016.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando A.; AMARAL, Daniel C.; TOLEDO, José C.; SILVA, Sergio L.; ALLIPRANDINI, Dário H. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**: Uma referência para a melhoria do processo. Editora Saraiva, 2006.

SANTOS, Javier; WYSK, Richard A.; TORRES, M. **Otimizando a Produção com a Metodologia Lean**. 1. ed. São Paulo: Leopardo Editora, 2009. pg. 89-110.


SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. 10 reimpr. São Paulo: Editora Atlas, 2009. pg. 640-652.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção**: Planejamento, programação e controle da manutenção. 5 ed. São Paulo-SP. All Print Editora, 2013.

STADNICKA, D.; ANTOSZ, K.; RATNAYAKE, R. M. C. **Development of an empirical formula for machine classification: Prioritization of maintenance tasks**. Safety Science 63 (2014) 34–41.

TROMBETA, Alexandre. **Manutenção e Gestão de Ativos – Qual a Diferença**. Disponível em: < <https://www.linkedin.com/pulse/manutenção-e-gestã-de-ativos-qual-diferença-trombeta-mba/> Acesso em: 17 de novembro de 2017, 12:46:00.

APÊNDICE A – Padrão Gerencial de Tagueamento.

	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE Padrão Gerencial	PG-IND-MAN-UTE-001	
	TAGUEAMENTO	ÁREA: PÁGINAS	MANUTENÇÃO 5
Análise Crítica	Nome	Assinatura	Data
Elaboração	Onias Pereira de Castro Neto	<i>Onias Neto</i>	13/11/2017
	Willian dos Santos de Barros	<i>Willian dos Santos de Barros</i>	13/11/2017
Revisão	Anderson Dalenogare	<i>Anderson Dalenogare</i>	13/11/2017
Aprovação	Eng. Eletr. Átila Poll Menezes	<i>Átila Poll Menezes</i>	13/11/2017

1. OBJETIVO

O objetivo do PG-IND-MAN-UTE-001 é conceituar descrever o processo de Tagueamento dos locais de instalação dos equipamentos.

2. APLICAÇÃO

Aplica-se à Usina Termoelétrica da CAAL, tomando-se como piloto a Caldeira de Combustão e seus sistemas.

3. REFERÊNCIAS

DD-IND-MAN-UTE-001 Hierarquia dos Equipamentos;

4. DEFINIÇÕES

4.1. TAG

É o local que ocupa um equipamento ou um conjunto de equipamentos. Também pode ser explicado como o endereço, na planta, do equipamento ou o conjunto de equipamentos.

4.2. Tagueamento

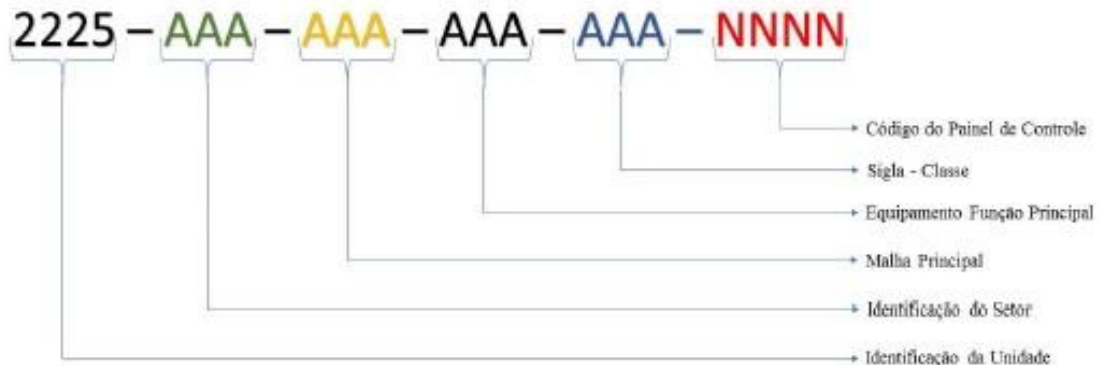
O tagueamento dos ativos representa a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos. Tal localização é necessária para se obter um maior controle dos setores e permitir a atuação organizada da manutenção. Dessa forma, será possível a extração de informações estratificadas para cada local de instalação, fornecendo os indicadores de performance mais importantes para a Gestão de Ativos. Assim sendo, o tagueamento é o mapeamento da planta industrial, identificando a localização de processos e de equipamentos para receber futuras manutenções e melhorias.

VERSÃO: 00	PÁGINA: 1 DE 05
------------	-----------------

	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE Padrão Gerencial		PG-IND-MAN-UTE-001	
	TAGUEAMENTO		ÁREA:	MANUTENÇÃO
			PÁGINAS	5

Não havendo exigências setoriais ou normativas internas pode-se adotar a seguinte regra para tagueamento, conforme mostra a Fig. (1).

Figura 1 – Regra para Tagueamento.



Onde:

- **Identificação da Unidade** – Código numérico destinado a identificar a Planta Industrial;
- **Identificação do Setor** – São letras que identificam os setores que compõe a Planta Industrial (Ex.: UTE – Usina Termoeletrica; BEN – Beneficiamento);
- **Malha Principal** – Identificação da linha do processo produtivo (Ex.: ECC – Extração de Cinza da Caldeira);
- **Equipamento com a Função Principal** – Letras que identificam o equipamento com a função principal dentro da malha. (Ex.: SIP – Silo Pulmão na malha ACC – Alimentação de Combustível da Caldeira);
- **Sigla de Classe** – Representa as letras iniciais das classes de equipamentos independentemente do tipo (Ex.: MOT – Motor; BOM – Bomba; VAL – Válvula);
- **Código do Painel de Controle** – Utiliza dos códigos de identificação presentes nos painéis de controles;

5. LEGENDAS

A Identificação da Unidade tem por finalidade indicar a unidade gerencial macro do negócio. Identifica-se a Cooperativa Agroindustrial de Alegrete LTDA com a referência 2225, correspondente à sigla CAAL em teclados alfanuméricos. A partir disso, sugere-se que a

VERSÃO: 00	PÁGINA: 2 DE 05
------------	-----------------

	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE Padrão Gerencial	PG-IND-MAN-UTE-001	
	TAGUEAMENTO	ÁREA: PÁGINAS	MANUTENÇÃO 5

identificação de futuras unidades de negócio siga a sequência numérica a partir da unidade principal 2225.

Na Tab. (1) apresentam-se as legendas utilizadas no tagueamento da Identificação dos Setores da Planta Industrial.

Tabela 1 – Siglas identificação dos setores.

Sigla	Significado
UTE	Usina Termoelétrica
BEN	Beneficiamento/Setor 08
SEC	Secagem
EMP	Empacotamento/Setor 06
TRA	Transporte
ADM	Administração
SMT	Sesmt
LAB	Laboratório
BAL	Balança
MIE	Manutenção Industrial e Elétrica
MPR	Manutenção Predial
EXP	Expurgo
FRA	Fábrica de Ração
SEM	Sementeiro

Para a identificação dos setores é conveniente que o mesmo seja abreviado para as três primeiras letras, ou para as três letras mais representativas, para o caso de nomes compostos. Na identificação da malha principal, ou seja, do processo produtivo, é conveniente abreviar para as três letras mais representativas dos nomes compostos. Assim sendo, a Tab. (2) compila as siglas utilizadas na identificação das malhas de processos na Usina Termoelétrica.

	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE Padrão Gerencial	PG-IND-MAN-UTE-001	
	TAGUEAMENTO	ÁREA: PÁGINAS	MANUTENÇÃO 5

Tabela 2 – Siglas identificação da Malha Principal.

Sigla	Significado
CALDEIRA DE COMBUSTÃO	
AAP	Alimentação Ar Primário
AAS	Alimentação Ar Secundário
ACC	Alimentação de Combustível da Caldeira
ECC	Extração de Cinzas da Caldeira
EGC	Exaustão de Gases da Caldeira
LVS	Linha de Vapor Superaquecido
LAF	Linha de Assopramento da Fuligem
AAC	Alimentação de Agua da Caldeira
GVP	Geração de Vapor

A identificação das classes de equipamentos possui grande importância na identificação nas falhas críticas do equipamento, uma vez que as classes agrupam os tipos mais comuns de falhas típicas. As falhas típicas das classes são agrupadas com as falhas operacionais e do processo, logo as mesmas determinarão o conjunto de tipos de falhas necessárias para a realização da Análise de Criticidade dos Equipamentos. Uma vez identificadas as possíveis causas e efeitos das falhas, as mesmas podem ser eliminadas ou minimizadas com a aplicação do FMEA. Dessa forma, a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos podem ser aumentadas. A Tab. (3) apresenta as siglas das classes dos equipamentos mais comuns utilizados na Usina Termoeletrica.

	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE Padrão Gerencial	PG-IND-MAN-UTE-001	
	TAGUEAMENTO	ÁREA: PÁGINAS	MANUTENÇÃO 5

Tabela 3 – Siglas de identificação das classes dos equipamentos.

Sigla	Significado	Sigla	Significado
MOT	Motores	GER	Geradores
BOM	Bombas	SIL	Silos
VAL	Válvulas	ELE	Elevadores
ATU	Atuadores	ROS	Roscas Transportadoras
VEN	Ventiladores	RED	Redutores
TUR	Turbinas	TOR	Torres
RES	Reservatórios	DES	Desaeradores
CON	Controladores	IND	Indicadores
FOR	Fornos/Fomalhas	UNH	Unidades Hidráulicas
FIL	Filtros	ECO	Economizadores
CAL	Caldeiras	TAN	Tanques
SOP	Sopradores	TAV	Tambores Vapor
RAD	Radiadores	TRA	Transmissores
TRC	Trocadores de Calor	COM	Compressores
BAL	Balanças	TRF	Transformadores
CIL	Cilindros		


6. ORIENTAÇÕES

Em construção

Versão	Data	Alterações

VERSÃO: 00	PÁGINA: 5 DE 05
------------	-----------------

APÊNDICE B – Formulário de Análise de Criticidade.


	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE	Código:	DD-IND-MAN-UTE-002
	Documento de Dados	Revisão:	1.0 (07/11/2017)
	Título: Criticidade de Equipamento	Área:	Manutenção
		Página:	1/1

RASTREAMENTO		
Núm. Equip.	Descrição Técnica	TAG
Classe	Descrição Operacional	Malha
Associação à Atividades com Riscos Críticos (SESMT) <input type="checkbox"/> NR10 Instalações Elétricas <input type="checkbox"/> NR17 Ergonomia <input type="checkbox"/> NR11 Cargas Suspensas <input type="checkbox"/> NR18 Soldagem e Corte a Quente <input type="checkbox"/> NR35 Trabalho em Altura <input type="checkbox"/> NR33 Espaço Confinado <input type="checkbox"/> NR13 Caldeiras e Vasos de Pressão <input type="checkbox"/> NR12 Proteção Máquinas e Equipamentos		Técnicas Propostas <input type="checkbox"/> Preventiva <input type="checkbox"/> Preditiva <input type="checkbox"/> Lubrificação <input type="checkbox"/> Inspeção
Sugestão de Fornecedores 1º _____ 2º _____		Registro Fotográfico <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
Falhas Críticas		
1	3	4
2	4	6

DEFINIÇÃO CRITICIDADE (Falha Crítica)																				
1. Custo de Parada Corretiva (C_{PC})			Ponto	Engenharia	RESUMO ENQUADRAMENTO															
1.1	Alta Dissipação de Faturamento (>4h)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4	Item de Lubrificação? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Enquadra a Preditiva? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Stand-by <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não IC_{Eq}: _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Afeta Segurança?</td> <td style="text-align: center;">Afeta M.A.?</td> <td style="text-align: center;">Afeta Qualidade?</td> <td style="text-align: center;">Afeta Produção?</td> <td style="text-align: center;">Custo de Parada?</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,5</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center; color: red;">PREENCHER FORMULÁRIO</td> </tr> </table>	Afeta Segurança?	Afeta M.A.?	Afeta Qualidade?	Afeta Produção?	Custo de Parada?	2,5	2,0	1,0	2,0	2,5	PREENCHER FORMULÁRIO				
Afeta Segurança?	Afeta M.A.?	Afeta Qualidade?	Afeta Produção?			Custo de Parada?														
2,5	2,0	1,0	2,0			2,5														
PREENCHER FORMULÁRIO																				
1.2	Média Dissipação de Faturamento (>3h)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3																	
1.3	Baixa Dissipação de Faturamento (>1h)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2																	
1.4	Não Gera Parada	<input type="checkbox"/> Sim	1																	
2. Saúde e Segurança do Trabalho (S_{Se})			Ponto	3. Impacto Meio Ambiente (I_{MA})																
2.1	Causa Fatalidade	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4	3.1	Não Cumprimento à Legislação	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4													
2.2	Acidentes Sérios Incapacitantes	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3	3.2	Danos a Longo Prazo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3													
2.3	Condição de Saúde Irreversível	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	3.3	Perturbação Ecológica de Baixa Duração	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2													
2.4	Não Impacta S.S.T.	<input type="checkbox"/> Sim	1	3.4	Não Impacta M.A.	<input type="checkbox"/> Sim	1													
4. Qualidade do Produto (Q_{Pr})			Ponto	5. Rendimento Produção (R_{Pr})																
4.1	Alta Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4	5.1	Perda Direta de Rendimento (>40%)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4													
4.2	Média Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3	5.2	Perda Direta de Rendimento (>20%)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3													
4.3	Baixa Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	5.3	Perda Direta de Rendimento (>5%)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2													
4.4	Não Impacta Qualidade	<input type="checkbox"/> Sim	1	5.4	Não Impacta Rendimento	<input type="checkbox"/> Sim	1													

CONTROLE				
Data	Revisão	Responsável Técnico	Ramal	Função
It.	Participantes		Função	Contribuição (Parâmetros)
1				
2				
3				
4				
5				
Observações				

APÊNDICE C – Equipamento Classificado como Criticidade A.


	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE	Código:	DD-IND-MAN-UTE-002
	Documento de Dados	Revisão:	1.0 (07/11/2017)
	Título: Criticidade de Equipamento	Área:	Manutenção
		Página:	1/1

RASTREAMENTO			
Núm. Equip.	Descrição Técnica	TAG	
400007	Cilindro Hidraulico Rexroth CDT3 M5	2225-UTE-GVP-CAL-ATU-ZSH1005	
Classe	Descrição Operacional	Malha	
CON	Atuador Hidraulico do Grelhado Alto	Geração de Vapor	
Associação à Atividades com Riscos Críticos (SESMT)		Técnicas Propostas	Registro Fotográfico
<input checked="" type="checkbox"/> NR10 Instalações Elétricas	<input checked="" type="checkbox"/> NR17 Ergonomia	<input checked="" type="checkbox"/> Preventiva	
<input type="checkbox"/> NR11 Cargas Suspensas	<input type="checkbox"/> NR18 Soldagem e Corte a Quente	<input checked="" type="checkbox"/> Preditiva	
<input type="checkbox"/> NR35 Trabalho em Altura	<input type="checkbox"/> NR33 Espaço Confinado	<input checked="" type="checkbox"/> Lubrificação	
<input checked="" type="checkbox"/> NR13 Caldeiras e Vasos de Pressão	<input checked="" type="checkbox"/> NR12 Proteção Máquinas e Equipamentos	<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção	
Sugestão de Fornecedores		Contato	
1º	Racisul Automação LTDA	(51) 33491155	
2º			
Falhas Críticas			
1	Rompimento Mangueiras	3	Quebra de acionador
2	Vazamento Óleo	4	Desalinhamento
		6	


DEFINIÇÃO CRITICIDADE (Falha Crítica)														
1. Custo de Parada Corretiva (C_{PC})		Ponto	Engenharia											
1.1	Alta Dissipação de Faturamento (>4h)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4											
1.2	Média Dissipação de Faturamento (>3h)	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	3											
1.3	Baixa Dissipação de Faturamento (>1h)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	2											
1.4	Não Gera Parada	<input type="checkbox"/> Sim	1											
			Item de Lubrificação? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Enquadra a Preditiva? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Stand-by <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não											
			RESUMO ENQUADRAMENTO <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Ateta Segurança?</td> <td>Ateta M.A.?</td> <td>Ateta Qualidade?</td> <td>Ateta Produção?</td> <td>Custo de Parada?</td> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; color: white; background-color: red;">A</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>2,0</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> </tr> </table>	Ateta Segurança?	Ateta M.A.?	Ateta Qualidade?	Ateta Produção?	Custo de Parada?	A	2,5	2,0	1,0	2,0	2,5
Ateta Segurança?	Ateta M.A.?	Ateta Qualidade?	Ateta Produção?	Custo de Parada?	A									
2,5	2,0	1,0	2,0	2,5										
			IC_{Eq}: 2,85											
2. Saúde e Segurança do Trabalho (S_{Se})		Ponto	3. Impacto Meio Ambiente (I_{MA})											
2.1	Causa Fatalidade	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4											
2.2	Acidentes Sérios Incapacitantes	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3											
2.3	Condição de Saúde Irreversível	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2											
2.4	Não Impacta S.S.T.	<input type="checkbox"/> Sim	1											
3.1	Não Cumprimento à Legislação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4											
3.2	Danos a Longo Prazo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3											
3.3	Perturbação Ecológica de Baixa Duração	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2											
3.4	Não Impacta M.A.	<input type="checkbox"/> Sim	1											
4. Qualidade do Produto (Q_{Pr})		Ponto	5. Rendimento Produção (R_{Pr})											
4.1	Alta Instabilidade na G.E.	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4											
4.2	Média Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3											
4.3	Baixa Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	2											
4.4	Não Impacta Qualidade	<input type="checkbox"/> Sim	1											
5.1	Perda Direta de Rendimento (>40%)	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	4											
5.2	Perda Direta de Rendimento (>20%)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3											
5.3	Perda Direta de Rendimento (>5%)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	2											
5.4	Não Impacta Rendimento	<input type="checkbox"/> Sim	1											

CONTROLE				
Data	Revisão	Responsável Técnico	Ramal	Função
07/11/2017	0.0	ÁTILA POLL MENEZES	1258	Gerente UTE
It.	Participantes		Função	Contribuição (Parâmetros)
1	Átilla Poll Menezes		Engenheiro Eletricista	Todos
2	Eduardo Safons		Coordenador Produção	Todos
3	Anderson Dalenogare		Analista de Manutenção	Manutenção
4	Éder R. Rios Silva / Igor S. R. Pinheiro		Téc. Segurança Trabalho	Segurança
5	Onias Neto / Willian Barros		Estagiários	Elaboradores
Observações				

APÊNDICE D – Equipamento Classificado como Criticidade B.


	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE	Código:	DD-IND-MAN-UTE-002	
		Revisão:	1.0 (07/11/2017)	
	Documento de Dados		Área:	Manutenção
	Título: Criticidade de Equipamento		Página:	1/1

RASTREAMENTO			
Núm. Equip.	Descrição Técnica	TAG	
400025	Motor Elétrico Trifásico WEG 3CV 90L	2225-UTE-ACC-SIP-ROS-R1	
Classe	Descrição Operacional	Malha	
MOT	Motor da Rosca Transportadora 01 Saída do Silo Pulmão	Alimentação Combustível da Caldeira	
Associação à Atividades com Riscos Críticos (SESMT)		Técnicas Propostas	Registro Fotográfico
<input checked="" type="checkbox"/> NR10 Instalações Elétricas	<input checked="" type="checkbox"/> NR17 Ergonomia	<input checked="" type="checkbox"/> Preventiva	
<input type="checkbox"/> NR11 Cargas Suspensas	<input type="checkbox"/> NR18 Soldagem e Corte a Quente	<input checked="" type="checkbox"/> Preditiva	
<input type="checkbox"/> NR35 Trabalho em Altura	<input type="checkbox"/> NR33 Espaço Confinado	<input checked="" type="checkbox"/> Lubrificação	
<input type="checkbox"/> NR13 Caldeiras e Vasos de Pressão	<input checked="" type="checkbox"/> NR12 Proteção Máquinas e Equipamentos	<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção	
Sugestão de Fornecedores		Contato	
1º	WEG S.A	(47) 32767017	
2º			
Falhas Críticas			
1	Integridade Rolamento	3	Sobrecarga
2	Queima	4	Queima Bobinado/Estator
		4	Curto Circuito
		6	

DEFINIÇÃO CRITICIDADE (Análise em Caso de Falha Crítica)																			
1. Custo de Parada Corretiva (C_{PC})		Ponto	Engenharia	RESUMO ENQUADRAMENTO															
1.1	Alta Dissipação de Faturamento (>4h)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4																
1.2	Média Dissipação de Faturamento (>3h)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3																
1.3	Baixa Dissipação de Faturamento (>1h)	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2																
1.4	Não Gera Parada	<input type="checkbox"/> Sim	1																
			IC_{Eq}: 1,80	<table border="1"> <tr> <td>Alerta Segurança?</td> <td>Alerta M.A.?</td> <td>Alerta Qualidade?</td> <td>Alerta Produção?</td> <td>Custo de Parada?</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>2,0</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </table>	Alerta Segurança?	Alerta M.A.?	Alerta Qualidade?	Alerta Produção?	Custo de Parada?	2,5	2,0	1,0	2,0	2,5	2	1	2	2	2
Alerta Segurança?	Alerta M.A.?	Alerta Qualidade?	Alerta Produção?	Custo de Parada?															
2,5	2,0	1,0	2,0	2,5															
2	1	2	2	2															
2. Saúde e Segurança do Trabalho (S_{Se})		Ponto	3. Impacto Meio Ambiente (I_{MA})																
2.1	Causa Fatalidade	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4	3.1 Não Cumprimento à Legislação															
2.2	Acidentes Sérios Incapacitantes	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3	3.2 Danos a Longo Prazo															
2.3	Condição de Saúde Irreversível	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	3.3 Perturbação Ecológica de Baixa Duração															
2.4	Não Impacta S.S.T.	<input type="checkbox"/> Sim	1	3.4 Não Impacta M.A.															
4. Qualidade do Produto (Q_{Pr})		Ponto	5. Rendimento Produção (R_{Pr})																
4.1	Alta Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4	5.1 Perda Direta de Rendimento (>40%)															
4.2	Média Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3	5.2 Perda Direta de Rendimento (>20%)															
4.3	Baixa Instabilidade na G.E.	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	5.3 Perda Direta de Rendimento (>5%)															
4.4	Não Impacta Qualidade	<input type="checkbox"/> Sim	1	5.4 Não Impacta Rendimento															

CONTROLE				
Data	Revisão	Responsável Técnico	Ramal	Função
07/10/2017	0.0	ÁTILA POLL MENEZES	1258	Gerente UTE
It.	Participantes		Função	Contribuição (Parâmetros)
1	Átilla Poll Menezes		Engenheiro Eletricista	Todos
2	Eduardo Safons		Coordenador Produção	Todos
3	Anderson Dalenogare		Analista de Manutenção	Manutenção
4	Éder R. Rios Silva / Igor S. R. Pinheiro		Téc. Segurança Trabalho	Segurança
5	Onias Neto / Willian Barros / Dimas Schuetz / Wagner Grundemam		Estagiários	Elaboradores
Observações				

APÊNDICE E – Equipamento Classificado como Criticidade C.

	CAAL – USINA TERMOELÉTRICA – ALEGRETE	Código:	DD-IND-MAN-UTE-002
	Documento de Dados	Revisão:	1.0 (07/11/2017)
	Título: Criticidade de Equipamento	Área:	Manutenção
		Página:	1/1

RASTREAMENTO				
Núm. Equip.	Descrição Técnica	TAG		
400054	Redutor Geremia 1CV GD30/3R	2225-UTE-ECC-CAL-ROS-M18		
Classe	Descrição Operacional	Malha		
MOT	Redutor da Rosca Transportadora M18 da Extração de Cinzas da Caldeira	Extração de Cinzas da Caldeira		
Associação à Atividades com Riscos Críticos (SESMT)		Técnicas Propostas	Registro Fotográfico	
<input checked="" type="checkbox"/> NR10 Instalações Elétricas <input type="checkbox"/> NR17 Ergonomia <input type="checkbox"/> NR11 Cargas Suspensas <input type="checkbox"/> NR18 Soldagem e Corte a Quente <input type="checkbox"/> NR35 Trabalho em Altura <input type="checkbox"/> NR33 Espaço Confinado <input type="checkbox"/> NR13 Caldeiras e Vasos de Pressão <input checked="" type="checkbox"/> NR12 Proteção Máquinas e Equipamentos		<input type="checkbox"/> Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Preditiva <input checked="" type="checkbox"/> Lubrificação <input type="checkbox"/> Inspeção		
Sugestão de Fornecedores		Contato		
1º	Geremia Redutores Ltda	(54) 21053211		
2º				
Falhas Críticas				
1	Ruptura Corrente Transmissora	3	Vazamento Oleo	
2	Rompimento Eixo	4	Avaria Rolamentos	

DEFINIÇÃO CRITICIDADE (Análise em Caso de Falha Crítica)																						
1. Custo de Parada Corretiva (C_{PC})			Engenharia		RESUMO ENQUADRAMENTO																	
1.1	Alta Dissipação de Faturamento (>4h)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4	Item de Lubrificação? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Enquadra a Preditiva? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Stand-by <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não IC_{Eq}: 1,45	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Afeta Segurança?</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Afeta M.A.?</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Afeta Qualidade?</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Afeta Produção?</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Custo de Parada?</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; background-color: green; color: black;">C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,5</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">2 1 1 2 1</td> <td style="text-align: center; background-color: green; color: white;">CRITICIDADE BAIXA</td> </tr> </table>	Afeta Segurança?	Afeta M.A.?	Afeta Qualidade?	Afeta Produção?	Custo de Parada?	C	2,5	2,0	1,0	2,0	2,5	2 1 1 2 1					CRITICIDADE BAIXA
Afeta Segurança?	Afeta M.A.?	Afeta Qualidade?	Afeta Produção?			Custo de Parada?	C															
2,5	2,0	1,0	2,0			2,5																
2 1 1 2 1						CRITICIDADE BAIXA																
1.2	Média Dissipação de Faturamento (>3h)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3																			
1.3	Baixa Dissipação de Faturamento (>1h)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	2																			
1.4	Não Gera Parada	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	1																			
2. Saúde e Segurança do Trabalho (S_{Se})			3. Impacto Meio Ambiente (I_{MA})																			
2.1	Causa Fatalidade	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4	3.1	Não Cumprimento à Legislação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4															
2.2	Acidentes Sérios Incapacitantes	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3	3.2	Danos a Longo Prazo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3															
2.3	Condição de Saúde Irreversível	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2	3.3	Perturbação Ecológica de Baixa Duração	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	2															
2.4	Não Impacta S.S.T.	<input type="checkbox"/> Sim	1	3.4	Não Impacta M.A.	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	1															
4. Qualidade do Produto (Q_{Pr})			5. Rendimento Produção (R_{Pr})																			
4.1	Alta Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4	5.1	Perda Direta de Rendimento (>40%)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	4															
4.2	Média Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3	5.2	Perda Direta de Rendimento (>20%)	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	3															
4.3	Baixa Instabilidade na G.E.	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	2	5.3	Perda Direta de Rendimento (>5%)	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	2															
4.4	Não Impacta Qualidade	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	1	5.4	Não Impacta Rendimento	<input type="checkbox"/> Sim	1															

CONTROLE				
Data	Revisão	Responsável Técnico	Ramal	Função
07/10/2017	0.0	ÁTILA POLL MENEZES	1258	Gerente UTE
It.	Participantes		Função	Contribuição (Parâmetros)
1	Átila Poll Menezes		Engenheiro Eletricista	Todos
2	Eduardo Safons		Coordenador Produção	Todos
3	Anderson Dalenogare		Analista de Manutenção	Manutenção
4	Éder R. Rios Silva / Igor S. R. Pinheiro		Téc. Segurança Trabalho	Segurança
5	Onias Neto / Willian Barros		Estagiários	Elaboradores
Observações				

APÊNDICE F – Matriz Geral de Classificação Criticidade.



Mapa Global de Classificação da Criticidade de Equipamentos

DD-IND-MAU-LITE-003
Documento de Dados

Código: DD-IND-MAU-LITE-003
Versão: 0.0
Ativo: MANU

Participantes: Especialistas de manutenção (Espenhau) ou Analista, especialistas de operação, especialistas de processo, especialistas de SGMIA
Produtividade de revisão: Anual ou em análise de balanço quando aplicável, em estudos de engenharia, mudanças e implementação de projetos.

Mapa de Classificação da Criticidade de Equipamentos

MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Table with columns: EQUIPAMENTO, TAGS, DESCRIÇÃO TÉCNICA, DESCRIÇÃO OPERACIONAL, MAUUA, CLASSE, SETOR, and a grid of 'M' and 'A' markers. Includes a legend for 'ICRq' (Classificação) and a note: 'Fluxo de: Se não é Manual ou se não é Inspeção por amostragem, ver índice 5.1'.



Profissionais participantes: Especialistas de manutenção, Engenheiros ou Analistas, especialistas de operação, especialistas de processo, especialistas de O&M.
Periodicidade de revisão: Anual ou em análises de linhas quando aplicável, em estudos de engenharia, mudanças e implementação de projetos.

Mapa Global da Classificação da Criticidade de Equipamentos

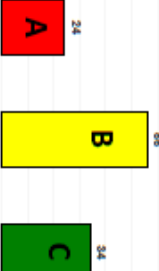
Documento de Dados	DD-IND-DMAN-UTE-003
Revisão	010
Atualização	MAN
Mapa de Classificação de Equipamentos	MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
Índice de Criticidade	IC _{Eq}
Classificação	Classificação

EQUIPAMENTO	TAG	DESCRIÇÃO TÉCNICA	DESCRIÇÃO OPERACIONAL	MANUA	CLASSE	SECTOR	Área de Responsabilidade?	Área de Manutenção Preventiva?	Área de Operação?	Área de Planejamento?	Área de Execução?	Área de Monitoramento?	Área de Avaliação?	Área de Treinamento?	Área de Segurança?	Área de Qualidade?	Área de Meio Ambiente?	Área de Saúde e Segurança?	Área de Outros?
40007	2225-UT-1-4-QOC-CAL-119A-11-112008	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura	Medidor de Temperatura de Temperatura

Análise Criticidade Equipamentos Sistema Prodo



Equipamentos por Criticidade Sistema Prodo



Equipamentos por Manifa Sistema Prodo



Elaborador: Otilia Pinheiro de Castro Neto | Verimar dos Santos Barros

Aprovador: Alben Venâncio