



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A ENGENHARIA NO CONTEXTO DA  
MANUTENÇÃO: UMA NOVA METODOLOGIA  
BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DOS ATIVOS**

**Luís Otávio Coelho Nascimento**

Brasília, julho de 2019

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Elétrica

**Luís Otávio Coelho Nascimento**

**A ENGENHARIA NO CONTEXTO DA  
MANUTENÇÃO: UMA NOVA METODOLOGIA  
BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DOS ATIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

**Orientador: Professor Alcides Leandro da Silva, Dr.**

Brasília, julho de 2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

NASCIMENTO, LUÍS OTÁVIO COELHO.

**A engenharia no contexto da manutenção: Uma nova metodologia baseada na classificação dos ativos.** [Distrito Federal] 2019.

xvi, 64 p. (ENE/FT/UnB, Graduação, Engenharia Elétrica, 2019)

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Manutenção

2. Classificação de Ativos

3. Gestão de Ativos

4. Datacenter

I. ENE/FT/UnB

II Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NASCIMENTO, L. O. C. A engenharia no contexto da manutenção: Uma nova metodologia baseada na classificação dos ativos. Trabalho de Conclusão de Curso, 2019, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 64 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Luís Otávio Coelho Nascimento

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: A engenharia no contexto da manutenção: Uma nova metodologia baseada na classificação dos ativos

GRAU/ANO: Graduação em Engenharia Elétrica/2019.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia do Trabalho de Conclusão de Curso e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia do Trabalho de Conclusão de Curso pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Luís Otávio Coelho Nascimento

SHCES Quadra 909 Bloco E Apartamento 403, Cruzeiro Novo, Brasília, Distrito Federal

otavioow@gmail.com

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Elétrica

**A ENGENHARIA NO CONTEXTO DA  
MANUTENÇÃO: UMA NOVA METODOLOGIA  
BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DOS ATIVOS**

**Luís Otávio Coelho Nascimento**

**Banca examinadora**

---

**Prof. Dr. Alcides Leandro da Silva, UnB/ENE**  
Orientador

---

**Prof. MSc. Lélío Ribeiro Soares Junior, UnB/ENE**  
Examinador interno

---

**Mestre em Engenharia Elétrica Francisco Assis Lima**  
Examinador externo

Brasília, julho 2019

*Dedico este trabalho a todos que fazem da engenharia uma ferramenta de transformação para um mundo melhor.*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar meus agradecimentos, em primeiro lugar, à minha família. Agradeço aos meus pais Neusani e Otávio por todo o apoio incondicional, pelo incentivo a cada novo dia e por estarem presentes em todos os momentos, sejam eles agradáveis ou turbulentos. À minha irmã Ana Paula pelo carinho imensurável e por ser uma inspiração durante todo o meu trajeto acadêmico e profissional. Às minhas avós Lourdes e Lidroneta que sempre acreditaram no poder transformador da educação. Meus avôs Otávio e Ibrahim que me ensinam todos os dias a superar os obstáculos que a vida nos apresenta. Agradeço especialmente à minha namorada Thayssa, a qual amo e admiro, por ser minha principal motivação, força e apoio.

Aos meus professores durante a graduação, especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Alcides Leandro da Silva por receber este meu trabalho e me guiar durante o desenvolvimento dele. Ao Prof. Dr. Rafael Shayani por acreditar no potencial deste trabalho desde quando ele era apenas uma proposta. Também ao Prof. Dr. Marco Aurélio de Oliveira por ter me orientado durante um semestre, transmitindo bastante conhecimento e motivação.

Também agradeço aos meus futuros colegas de profissão, os quais convivi durante meu período de estágio. Especialmente Karina, Pedro, Dyego e Perla, que me ensinaram incansavelmente. Não apenas conhecimento técnico, mas também profissional e pessoal, através de seus exemplos práticos, moldando meu perfil como engenheiro. Amigos que sempre serão referências para mim.

E falando em amigos, agradeço a cada amigo que fiz no decorrer da faculdade. Eles ajudaram a tornar este caminho mais agradável e divertido. Espero encontrá-los novamente ao longo de nossas vidas profissionais.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a Deus, por me guiar em direção aos meus sonhos e ser minha força motriz.

Obrigado.

*Luís Otávio Coelho Nascimento*

*“Com grandes poderes vêm grandes responsabilidades.”*

*Stan Lee*



## RESUMO

A cada dia, a manutenção industrial tem ganhado mais espaço dentro das organizações, visto que ela se mostra um fator decisivo no processo produtivo através do controle da qualidade dos produtos e da continuidade do negócio. Entretanto, uma manutenção de ponta nem sempre é algo fácil de se alcançar. Este trabalho buscou desenvolver uma metodologia aplicável de forma simples, economicamente acessível e sem necessitar muitos recursos, através de um levantamento teórico e prático do estado da manutenção, o que convergiu em um método de classificação dos ativos. Também buscou a comprovação desse método através de um estudo de caso real, que consistiu na implementação da metodologia em um *datacenter* de uma instituição financeira em Brasília, no Distrito Federal. Os resultados obtidos comprovaram a eficiência do método, através de redução de mão de obra e de retrabalho e melhoria da programação da manutenção. Alternativamente, a metodologia também se mostrou uma forte ferramenta direcionadora de esforços aplicável em qualquer contexto que se deseja classificar elementos e se definir criticidades.

**Palavras-Chave:** Manutenção, Classificação de Ativos, Gestão de Ativos, Datacenter.

## ABSTRACT

Every day, industrial maintenance has earned more space within organizations, since it shows as a decisive factor in the production process through the control of product quality and business continuity. However, a better maintenance is not always an easy thing to achieve. This work sought to develop an applicable methodology in a simple and economically accessible way also without needing many resources, through a theoretical and practical research about the state of maintenance, which converged in a method of classifying the assets. It also sought to test this method through study of a real case, which consisted of implementing the methodology in a datacenter of a financial institution in Brasilia in Distrito Federal. The results obtained proved the efficiency of the method, through labor and rework reduction also the improvement of the maintenance schedule. Alternatively, the methodology also proved to be a strong tool for guiding efforts in any context that needs to classify elements and define critical events.

**Keywords:** Maintenance, Asset Classification, Asset management, Datacenter.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1- Características das Gerações da Manutenção .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2.2- Linha do Tempo das Atividades de Manutenção .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2.3- Tipos de manutenção.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2.4- Engenharia de Manutenção .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2.5- Curva da banheira.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3.1 - Metodologia de Classificação.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 4.1 - Organização da Função Manutenção .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 4.2 - Fluxo de classificação .....</b>	<b>36</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1 - Análise de HH – Família de quadros elétricos .....</b>	<b>38</b>
<b>Gráfico 4.2 - Análise de quantidade de OS – Família de quadros elétricos .....</b>	<b>39</b>
<b>Gráfico 4.3 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de fancoils modulares.....</b>	<b>39</b>
<b>Gráfico 4.4 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de fancoils cassetes .....</b>	<b>40</b>
<b>Gráfico 4.5 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de bombas de incêndio .....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 4.6 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de bombas de água pluvial, água fria, e submersas .....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 4.7 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de exaustores e ventiladores</b>	<b>42</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1- Terminologia.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabela 2.2- Comparação sistema manual x informatizado .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabela 2.3- Principais Indicadores de Desempenho Utilizados no Brasil .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabela 4.1 - Critérios da Classificação .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabela 4.2 - Resumo do resultado de HH.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 4.3 - Resumo do resultado de quantidade de OS .....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira da Manutenção
CBM	<i>Condition based Maintenance</i> (Manutenção baseada em condição)
HH	Homem-hora
IF	Instituição Financeira
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i> (Instituto de manutenção industrial Japonês)
KPI	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicadores chave de desempenho)
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
MTBF / TMEF	<i>Mean Time Between Failures</i> / Tempo Médio Entre Falhas
MTTF / TMPF	<i>Mean Time To Failure</i> / Tempo Médio Para Falha
MTTR / TMPR	<i>Mean Time To Repair</i> / Tempo Médio Para Reparo
NBR	Norma Brasileira
NP	Corretiva Não Programada
OS	Ordem de Serviço
P	Corretiva Programada
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
PD	Preditiva
PE	Preventiva por Estado
PT	Preditiva por Tempo
SSHM	Segurança, Saúde, Higiene e Meio Ambiente
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
UnB	Universidade de Brasília
CMMS / SGMC	<i>Computerized maintenance management system</i> (Sistema de Gestão de Manutenção Computadorizado)

**Observação: As figuras, gráficos e tabelas sem citação de fonte, foram elaboradas pelo próprio autor.**

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Considerações iniciais .....	1
1.2. Justificativa.....	1
1.3. Objetivo .....	2
1.4. Estrutura do trabalho .....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Conceitos .....	4
2.3. Histórico da manutenção .....	5
2.4. Tipos de manutenção .....	9
2.4.1. Manutenção corretiva .....	9
2.4.1.1. Manutenção corretiva não planejada .....	10
2.4.1.2. Manutenção corretiva planejada .....	10
2.4.2. Manutenção preventiva.....	10
2.4.2.1. Manutenção preventiva por tempo .....	11
2.4.2.2. Manutenção preventiva por estado .....	11
2.4.3. Manutenção preditiva .....	12
2.4.4. Manutenção proativa .....	12
2.5. Metodologias de manutenção .....	12
2.5.1. Manutenção produtiva total ou <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) .....	13
2.5.2. Manutenção centrada em confiabilidade (MCC) ou <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM).....	14
2.6. Engenharia de manutenção .....	16
2.7. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) .....	18
2.8. Indicadores de Manutenção .....	21
2.9. Gestão de Ativos.....	23
2.9.1. Ciclo de vida do ativo .....	24
2.10. Estado da arte.....	26
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
3.1. Materiais Utilizados.....	28
3.1.1. Prisma® .....	28
3.1.2. Excel ® .....	28

3.2. Método Utilizado.....	29
3.2.1. Classificação dos ativos.....	29
3.2.2. MTTR.....	30
3.2.3. MTTF .....	31
3.2.4. MTBF .....	31
<b>4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA (ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA) .....</b>	<b>32</b>
4.1. Contextualização .....	32
4.1.1. Organização da função manutenção .....	33
4.2. Implementação da metodologia.....	34
4.3. Discussão dos resultados .....	38
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
5.1. Aspectos Gerais .....	45
5.2. Conclusões e contribuições .....	45
5.3. Sugestões para trabalhos futuros .....	46
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>50</b>
I- Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos (Parte 1) .....	51
II- Classificação das famílias da IF (Parte 1) .....	60



## **1. INTRODUÇÃO**

Esse capítulo, no intuito de apresentar a pesquisa, traz a motivação, a justificativa, os objetivos e a estrutura do trabalho.

### **1.1. Considerações iniciais**

A tecnologia está constantemente em evolução; a globalização está em crescente expansão. Os recursos naturais estão a cada dia se tornando mais escassos e a exigência dos consumidores e o padrão de qualidade mais rígidos. A sustentabilidade, cada vez mais cobrada das organizações, faz a concorrência entre as organizações se acentuar. Todos esses fatores obrigam o mercado a inovar e melhorar continuamente para acompanhar as necessidades da humanidade.

Com esse cenário de incessante cobrança por melhorias, a engenharia de manutenção se torna uma área chave para o sucesso de qualquer organização. A manutenção deve deixar de ser vista como um mal necessário, elevando-se para um nível estratégico decisivo para o desenvolvimento do negócio e seu êxito. O setor manutenção está diretamente relacionado com a qualidade e produtividade, fatores que podem determinar o sucesso ou fracasso de uma empresa.

A engenharia de manutenção, no âmbito estratégico de uma empresa, é responsável pela disponibilidade e confiabilidade dos ativos assim como pela qualidade dos produtos. Desenvolver uma maneira adequada de manutenção para a organização, significa garantir qualidade nos processos, redução de custos e aumento na produção.

Portanto, o setor da manutenção vive em um processo de melhoria contínua, buscando as soluções mais adequadas para seu contexto, a fim de atingir metas e manter a produção em funcionamento.

### **1.2. Justificativa**

“Intervenção do BRT diz que 33% da frota está parada por problema de manutenção”, Rio de Janeiro, 14/05/2019. “Ônibus escolar tem pane elétrica, motorista retira 13 crianças às pressas e veículo é destruído pelo fogo em MT”, Mato Grosso, 13/06/2019. “MPE diz que 90% da frota do transporte escolar tem problemas de manutenção no Tocantins”, Tocantins,

19/06/2019. “Viaturas dos bombeiros estão paradas por falta de manutenção”, Distrito Federal, 19/06/2019. “Falta de manutenção em aparelho de ressonância inviabiliza exames no Hospital Tereza Ramos”, Santa Catarina, 03/05/2019. Mesmo sem perceber, a população está sempre em contato com a manutenção, ou a falta dela, como indicado nas manchetes acima. Na maioria dos casos, a manutenção só é lembrada quando ela foi esquecida, quando o problema já está configurado. Esse é o panorama atual percebido em alguns países.

Para apresentar a manutenção como algo descomplicado e importante, este trabalho vem com a proposta de valorizar a manutenção através de explicações sobre o processo para quem estiver iniciando na área ou ampliar o conhecimento de quem já a conhece.

A grande motivação do trabalho foi a falta de um método eficaz de manutenção que fosse simples, de fácil aplicação e sem custo elevado. Atualmente há muitas organizações tentando atingir uma manutenção de ponta, porém os modelos atuais de MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) e TPM (*Total Productive Maintenance*) são complexos e requisitam uma manutenção bem estruturada.

### **1.3. Objetivo**

O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma metodologia de manutenção que seja acessível, de baixo custo, replicável e o mais importante, eficiente. Assim, serão sugeridas referências, ferramentas de gestão e análise e por fim, o método.

Assim, para alcançar esse objetivo, torna-se necessário:

1. Estudar os princípios da manutenção, sua história e sua evolução até a atualidade;
2. Analisar os modelos e tipos de manutenção, indicando as diferenças, vantagens e desvantagens;
3. Conhecer as estruturas e ferramentas da manutenção e suas contribuições para o processo;
4. Propor uma metodologia baseada na compilação das teorias já consolidadas;
5. Validação da metodologia apresentada através de um estudo de caso.

#### 1.4. Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos e dois apêndices que complementam o texto quando são citados.

No capítulo 1, é apresentada a introdução ao trabalho. Neste capítulo é descrito o problema, a necessidade de solucioná-lo, o objetivo do trabalho e como este está organizado.

O capítulo 2 apresentará a revisão bibliográfica sobre as teorias e conceitos que estão envolvidos no trabalho, consolidando uma base de conhecimentos necessária para o entendimento dos assuntos abordados no trabalho.

O capítulo 3 exporá materiais e os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. Nesse, são apresentados os *softwares* utilizados, o método da classificação dos ativos e como esses foram utilizados.

No capítulo 4 será apresentado um estudo de caso, com o método desenvolvido, como esse foi implementado e seus resultados.

E por fim, o capítulo 5 trará a conclusão do trabalho nos aspectos gerais e validação do método, assim como sugestões para trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta o embasamento teórico utilizado para o desenvolvimento e compreensão do trabalho, onde os conceitos apresentados serão referenciados ao longo de seus respectivos desenvolvimentos.

### 2.1. Conceitos

Manutenção, palavra originada do latim *manus tenere*, que significa, manter o que se tem. “Manutenção são as medidas necessárias para a conservação ou permanência de alguma coisa ou de uma situação ou ainda como os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas.” Essa é a definição de manutenção encontrada nos dicionários. De acordo com Monchy (1987), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo material num nível constante de aceitação”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da norma TB-116, definia manutenção como todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada. A TB-116 foi substituída pela NBR 5462 em 1978, essa afirma que manutenção é a “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT, 1994).

As definições de manutenção são diversas e sempre envolvem os aspectos preventivos, corretivos e conservativos do equipamento, mas recentemente o conceito de manutenção passou por uma mudança que incluiu entre seus conceitos os aspectos humanos, de custos, confiabilidade e disponibilidade. Como consequência, a manutenção ganha mais importância, inclusive com a inserção da engenharia, mudando sua imagem dentro das organizações, deixando de ser um custo para passar a ter um papel estratégico, com metas e objetivos.

### 2.2. Terminologia

Para dar prosseguimento ao trabalho, alguns termos precisam ser apresentados com seus respectivos significados. Segundo Tavares (1999), houve diversas tentativas de definição de uma terminologia padrão de manutenção. Órgãos de normalização técnica como as associações

nacionais de manutenção e a Organização das Nações Unidas propuseram alternativas de caracterização dos termos de manutenção, entretanto não obtiveram sucesso. Com isso, a terminologia apresentada a seguir, seguirá a norma da ABNT NBR 5462.

*Tabela 2.1- Terminologia*

<b>Termo</b>	<b>Significado</b>
<b>Confiabilidade</b>	Capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo.
<b>Defeito</b>	Qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos.
<b>Disponibilidade</b>	Capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.
<b>Falha</b>	Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida.
<b>Função requerida</b>	Função ou combinação de funções de um item que são consideradas necessárias para prover um dado serviço.
<b>Indisponibilidade</b>	Estado de um item caracterizado por uma pane ou por uma eventual incapacidade de desempenhar uma função requerida durante a manutenção preventiva.
<b>Item</b>	Qualquer parte componente, dispositivo, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente.
<b>Mantenabilidade</b>	Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.
<b>Pane</b>	Estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos.
<b>Redundância</b>	Existência, em um item, de mais de um meio de desempenhar uma função requerida.

*Fonte: ABNT NBR 5462*

### **2.3. Histórico da manutenção**

“A atividade de manutenção é uma especialidade antiga, conforme descrito na Bíblia, em Gênesis – Eclesiastes, seguindo a primeira grande civilização (4000 A.C.), [...]” (ALMEIDA e VIDAL, 2007). Desde os primórdios das civilizações a manutenção se fazia presente, no entanto apenas em uma forma rudimentar. O homem primitivo já desenvolvia

formas de conserto ou substituição das suas ferramentas e utensílios. Essa atitude, por mais simples que possa parecer, já pode ser considerada uma prática de manutenção.

A partir deste momento, Siqueira (2005) indica que a evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações, a Mecanização, a Industrialização e a Automação, também chamados de 1ª, 2ª e 3ª Gerações.

Com a vinda da Revolução Industrial no século XVIII, a função manutenção emergiu na indústria como uma maneira para manter a continuidade do trabalho. Neste caso o responsável pela manutenção era o operador, que recebia treinamento para reparos. Esse panorama predominou até a I Guerra Mundial, na qual as linhas de montagens iniciadas através de Henry Ford necessitaram de sistemas mais ágeis e eficazes de manutenção que caminharam para o que hoje se denomina manutenção corretiva. Com isso, a área manutenção já se encontrava dentro das indústrias, porém ela era subordinada à função operação, e executava apenas manutenções corretivas emergenciais, o que envolvia a indisponibilidade da máquina. Esse período até o final da década de 30 ficou conhecido como Mecanização, ou 1ª Geração.

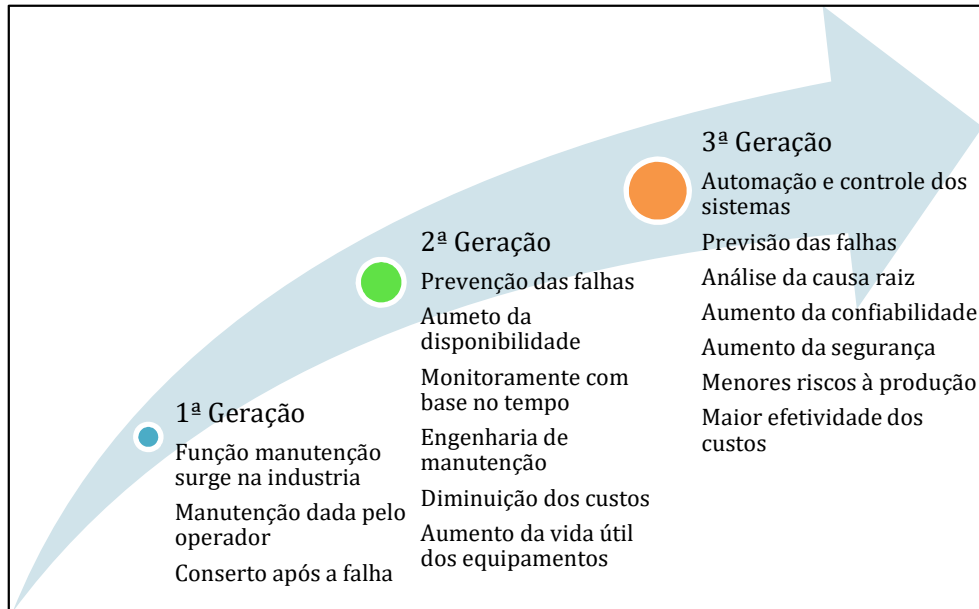
Já com a II Guerra Mundial, surgiu uma necessidade de garantir que os equipamentos mais importantes não apresentassem falhas para que os soldados não ficassem desamparados em batalha. Com essa demanda, a manutenção tem sua visão direcionada para evitar a falha e não mais somente eliminá-la. Enquanto isso nas indústrias, com produções maiores e mais enxutas, começa a prática de monitoramento de máquinas com base no tempo. Com estes movimentos de mitigação das falhas surge o conceito da manutenção preventiva. Assim, entre as décadas de 40 e 50, a função manutenção ganha mais espaço dentro da indústria com a engenharia de manutenção, tornando-se um setor de posição hierárquica equivalente à função produção e com objetivo de planejar e gerir a manutenção, conseqüentemente diminuindo os gastos. Denominou-se então esse período de Industrialização ou 2ª Geração.

A partir da década de 70, os processos industriais ganharam força. As paradas na produção tinham grandes conseqüências tanto no custo quanto na qualidade dos produtos. Esse fato se tornou uma preocupação generalizada nas organizações. Assim, parâmetros como disponibilidade, confiabilidade e custos passam a ser pontos-chave na gestão da manutenção. Neste mesmo período, o crescimento da automação define parâmetros de qualidade que precisam ser seguidos. Para atingir esses, o monitoramento dos equipamentos através de *softwares* e sistemas inteligentes se torna essencial nas indústrias. Com esse controle por parte dos operadores dos equipamentos, o desempenho das máquinas pode ser medido e qualquer desvio percebido pode ser alvo de um estudo específico. As falhas se tornam previsíveis. Com

essas ferramentas nas mãos, surge a manutenção preditiva e o setor de Planejamento e Controle da Manutenção. Esse momento é chamado de 3ª Geração.

A Figura 2.1 traz um resumo das gerações da manutenção e suas principais características.

Figura 2.1- Características das Gerações da Manutenção



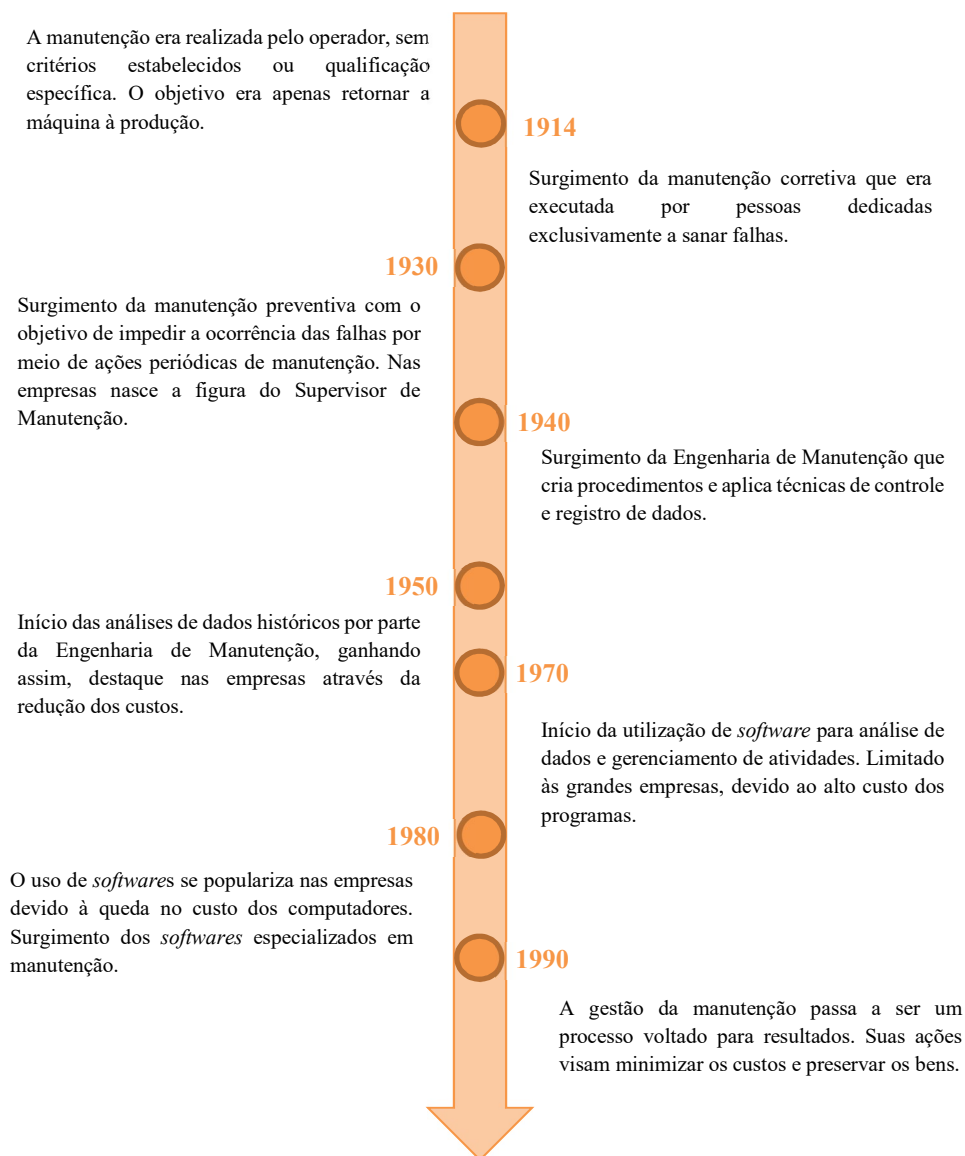
Segundo Costa (2013), a partir de 1980, quando o desenvolvimento de microcomputadores avançou, tornando-os mais acessíveis, as equipes de manutenção adquiriram maior independência para criar e aplicar seus programas. Com isso não se necessitava mais de analistas externos à área. Isso possibilitou enorme avanço no manejo de informações e análise de dados que envolviam manutenção e produção. Houve grande aproximação dessas duas áreas, que buscaram trabalhar com sinergia para otimizar qualidade e produtividade (TAVARES, 2000). Assim, percebeu-se um aumento tanto da confiabilidade dos processos industriais quanto da disponibilidade de equipamentos e máquinas. As intervenções se tornaram mais curtas, conscientes e mais precisas, com análises dos riscos e melhoria da segurança. Todas essas consequências favoreceram a própria produção (MOUBRAY, 1996).

Pode-se perceber então que o marco mais importante durante a evolução da manutenção foi a mudança da tecnologia para a era digital. Com isso os processos passaram a ser controlados e monitorados pela engenharia de manutenção e pelo PCM. Outro aspecto decisivo para os avanços da área da manutenção foi o aumento da cobrança vindo das organizações, já que as exigências do mercado tornam cada vez mais visíveis as limitações do sistema de gestão (MOUBRAY, 1996). Essas necessidades de inovação e otimização introduziram equipes

multidisciplinares para interações em todas as fases de projetos, proporcionando resultados melhores em termos de produtividade e custos (COSTA, 2013). A crescente exigência de qualidade dos produtos pelos consumidores obrigou a manutenção a responder com maior rigor a respeito de suas intervenções, acarretando em maior confiabilidade, diminuindo retrabalhos e falhas nas produções. Desta maneira, a Manutenção assumiu um papel estratégico dentro das organizações.

A Figura 2.2 mostra cronologicamente a evolução das atividades de manutenção.

Figura 2.2- Linha do Tempo das Atividades de Manutenção



Fonte: SENAI (2013) com adaptação do autor



## 2.4. Tipos de manutenção

As manutenções são categorizadas em diferentes tipos dependendo de como é feita a intervenção no sistema. No decorrer deste trabalho serão citadas algumas práticas básicas que são consideradas os principais tipos de manutenção segundo diversos autores, tais como: manutenção corretiva planejada e não planejada, manutenção preventiva por tempo e por estado, manutenção preditiva e manutenção proativa, como mostra a figura abaixo:

Figura 2.3- Tipos de manutenção



### 2.4.1. Manutenção corretiva

É o tipo de intervenção feita após a ocorrência da falha, e tem como objetivo recolocar o equipamento em condição de produção. É a forma mais antiga de manutenção que se tem registro, e a mais simples. Tem por definição a ocorrência de uma falha ou uma perda de desempenho envolvida para depois corrigi-la, podendo acarretar em prejuízo na produção. Esse tipo de manutenção, embora seja simples, pode ter custos altos que são associados a estoque de peças sobressalentes, trabalho imprevisto, custo de ociosidade da máquina e baixa disponibilidade de produção. A manutenção corretiva ainda é uma opção atualmente, porém algumas condições devem ser observadas:

- Se equipamento é novo e por isso está em um período em que não se esperava por falha;
- Se o tempo de parada para a manutenção é pequeno;
- Se os custos totais da manutenção são menores que o valor obtido com uma produção sem paradas;
- Se as consequências técnicas, econômicas e operacionais das falhas são pequenas.

A manutenção corretiva pode ser dividida em dois subtipos:

#### **2.4.1.1. Manutenção corretiva não planejada**

A manutenção corretiva não planejada é a correção de uma falha aleatória após seu acontecimento sem acompanhamento ou planejamento prévio. Pode implicar em altos custos por causa de perdas de produção e maiores danos aos equipamentos podendo ser até irreversíveis. (OTANI e MACHADO, 2008). Como exemplo, a substituição de um motor.

#### **2.4.1.2. Manutenção corretiva planejada**

A manutenção corretiva planejada tem esse nome pois neste caso, através de uma decisão gerencial ou do planejamento, define-se operar o equipamento até a sua falha ou até que seus parâmetros indiquem uma falha. Também é o nome dada a manutenção que corrige um defeito, ou seja, algum problema que não acarretou na indisponibilidade do equipamento, mas sim em seu funcionamento anormal, por exemplo uma sinaleira queimada em um painel elétrico. Como é uma manutenção planejada, tende a ser mais segura, barata e rápida que uma sem planejamento.

#### **2.4.2. Manutenção preventiva**

A manutenção preventiva “é a atuação realizada para reduzir falhas ou queda no desempenho” (OTANI e MACHADO, 2008), caracterizada pela prática de pequenas intervenções nas máquinas e nos equipamentos, em intervalos de tempo programados com o objetivo de mantê-los em perfeito estado de funcionamento, antes que defeitos ou falhas aconteçam. Normalmente seguem um planejamento que definem a periodicidade das

manutenções. Ou seja, a manutenção preventiva tem como objetivo evitar falhas, consequentemente reduzindo paradas não programadas, danos aos equipamentos e custos. Os critérios para se optar por uma manutenção preventiva são:

- Se o custo da manutenção preventiva for inferior ao da corretiva;
- Se a soma dos tempos de paradas para manutenção preventiva for inferior à das corretivas no mesmo intervalo de tempo.

A manutenção preventiva pode ser diferenciada em dois subtipos:

#### **2.4.2.1. Manutenção preventiva por tempo**

A manutenção preventiva por tempo é fundamentada em um planejamento baseado em períodos de tempo. Um estudo é feito para levantar a periodicidade das manutenções. Esse tempo médio entre falhas pode ser determinado pelo fabricante dos equipamentos ou através de estudos de campo. A manutenção preventiva deve ser programada de maneira que se realize a intervenção antes deste tempo. Por exemplo a lubrificação anual de um motor.

#### **2.4.2.2. Manutenção preventiva por estado**

A manutenção preventiva por estado, também chamada de manutenção baseada na condição, é fundamentada em um planejamento baseado em algum estado anormal da máquina. Esse tipo de manutenção é utilizado para equipamentos que não consegue se determinar uma periodicidade para a manutenção, por diversos motivos. Por exemplo, quando se tem um equipamento principal e um redundante para a mesma função. O principal funciona constantemente e por isso consegue se determinar seu tempo médio para a falha. Já o redundante entra em operação apenas quando o principal se encontra indisponível, ou seja, não possui uma rotina definida de operação. Um exemplo seria um motor secundário que serve como uma redundância em uma linha de produção. Sua lubrificação não deve ser realizada de acordo com o tempo, mas sim, indicada através de inspeções.

### **2.4.3. Manutenção preditiva**

A manutenção preditiva, por vezes chamada de manutenção detectiva, é a 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 a um mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva (OTANI e MACHADO, 2008). Esta ocorre de acordo com um cronograma de inspeções que buscam identificar o estado geral dos componentes de um equipamento, avaliando se estão em estado aceitável. Através dessa análise, se indica ou não uma intervenção corretiva ou preventiva para este defeito. Esse tipo de manutenção é chamado de CBM (*Condition based Maintenance*) ou em português manutenção baseada em condição. Como consequência, essa atividade aumenta o tempo de operação do equipamento, e suas intervenções ocorrem com base em evidências, e não apenas em suposições.

### **2.4.4. Manutenção proativa**

A manutenção proativa difere das outras por ser dependente de acompanhamento de parâmetros específicos dos equipamentos. Essa manutenção consiste no monitoramento constante de indicadores de performance dos equipamentos. Através da análise de parâmetros detecta-se desvios que são a causa-raiz de falhas, mudando a filosofia de manutenção de “reativa” para “proativa”. Seu objetivo principal é aumentar a vida da máquina ao invés de fazer reparos quando em geral nada está quebrado ou aceitar falha como rotina e normal, substituindo a manutenção de falha de crise, pela manutenção de falha programada (FITCH, 2013).

## **2.5. Metodologias de manutenção**

A manutenção, no decorrer dos anos, reuniu alguns princípios e ações coordenadas com a finalidade de gerenciar suas atividades. Essas práticas em algumas bibliografias são incluídas entre os tipos de manutenção. Neste trabalho, essas práticas serão tratadas neste tópico de metodologias de manutenção.

As principais metodologias de manutenção são a Manutenção Produtiva Total e a Manutenção Centrada em Confiabilidade que são respectivamente apresentadas nos tópicos a seguir.

### 2.5.1. Manutenção produtiva total ou *Total Productive Maintenance* (TPM)

“Aperfeiçoado pelo JIPM – “*Japan Institute of Plant Maintenance*”, a TPM foi implementada na indústria japonesa a partir de 1971, na Nippon Denso (pertencente ao grupo Toyota)” (RODRIGUES DE SOUZA PASCHOAL, MENDONÇA, *et al.*, 2009) e seus conceitos foram trazidos para o Brasil em 1986. Segundo Alkaim (2003), a TPM foi desenvolvida como uma metodologia necessária do novo sistema de produção que mesclava Controle de Qualidade Total (TQC), Just in Time (JIC) e Envolvimento dos Empregados (TEI).

A Manutenção produtiva total adota princípios de trabalho em equipe e autonomia, assim como também processos de melhoria contínua com objetivos de prevenir falhas. Uma definição da TPM por Rodrigues et al (2009) “é a forma de gerenciamento que enfatiza a importância das pessoas, a filosofia do fazer e da melhoria contínua e a importância do pessoal de manutenção e produção trabalharem juntos”.

A TPM tem em suas prioridades a mudança de visão dos processos do negócio, para com isso, alcançar melhorias em custo, qualidade e velocidade, assim, ela não é apenas uma iniciativa da função manutenção, mas sim da organização como um todo, desde os operadores até o nível hierárquico mais alto.

Segundo Souza (2004), a TPM cria no local de trabalho uma prática de autogerenciamento visto que os operadores assumem a propriedade de seu equipamento e passam a mantê-lo. Entre as atividades de manutenção que podem ser realizadas pelo operador pode-se citar: limpezas, lubrificações, ajustes, troca de ferramentas, pequenos reparos e verificações e inspeções visuais.

Para alcançar os objetivos da TPM, deve-se investir no treinamento do pessoal de forma a capacitar tecnicamente e conscientizar sobre a importância do desempenho de cada equipamento e seu impacto na empresa.

De acordo com a ABRAMAN (2018) “o aumento da eficiência do equipamento traz consigo o aumento da produtividade, gerando o máximo de *output* (resultados) com o mínimo de *input* (custo)”. E para alcançar essa máxima eficiência da máquina, a TPM tem como objetivo a eliminação das seis grandes perdas:

- 1) Quebras: perda relacionada com a quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque o equipamento quebrou.

- 2) *Setup* (ajustes): perda relacionada a quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque a máquina está sendo ajustada de alguma maneira.
- 3) Pequenas paradas / Tempo ocioso: perda relacionada aos itens que deixam de ser produzidos devido às paradas do processo de produção.
- 4) Baixa velocidade: perda relacionada aos itens que deixam de ser produzidos porque o equipamento não está funcionando na velocidade apropriada.
- 5) Qualidade insatisfatória: perda relacionada a itens perdidos quando o processo já está em operação, seja por problema na produção ou por deficiência de qualidade do item.
- 6) Perdas com *start-up*: perda relacionada com a quantidade de itens perdidos quando o processo ainda não entrou em operação devido a problemas com insumos que são *inputs* para a produção.

As perdas têm grande significado de como está o andamento da linha de produção de uma indústria, podendo indicar inclusive onde estão os pontos de melhoria. As perdas 1) e 2) indicam como está a disponibilidade do equipamento. As perdas 3 e 4 estão diretamente relacionadas ao índice de eficiência do equipamento. Já as perdas 5 e 6 definem como está a qualidade do equipamento.

### **2.5.2. Manutenção centrada em confiabilidade (MCC) ou *Reliability Centered Maintenance* (RCM)**

"A MCC é definida como um processo usado para determinar o que precisa ser feito para assegurar que qualquer item físico continue a fazer o que seus usuários querem que ele faça no contexto operacional atual" (OLIVEIRA, 2002). Isso significa que a MCC é uma estratégia com uma visão diferenciada dos outros tipos de manutenção citados anteriormente, o foco dela está voltado para a função do ativo e não propriamente para o equipamento em si.

A MCC tem sua origem através de trabalhos realizados na indústria internacional de aviação comercial que buscavam uma nova filosofia de manutenção, considerando novos paradigmas, decorrentes especialmente pela incidência de acidentes aéreos e os custos envolvidos nesse processo. Essa indústria necessitou desenvolver um novo processo para decidir que trabalho é necessário para a manutenção de transportes aéreos. A manutenção centrada na confiabilidade–MCC teve sua origem nos Estados Unidos da América na década

de 70, para atender a exigências da indústria aeronáutica, principalmente quando da entrada em produção do *Boeing 747*, que possuía níveis pioneiros de automação (Souza, 2014 *apud* Siqueira, 2012).

A MCC se tornou muito atrativa para diversas indústrias tendo em vista a abrangência dessa metodologia. Essa abrangência atinge todos os níveis de empresa para as quais a manutenção tem um significado relevante, e exigem ações sobre seus ativos as quais atendam às necessidades impostas pelos clientes:

- Maximização da disponibilidade dos ativos;
- Necessidade de redução dos custos de manutenção que estão em constante aumento devido da complexidade crescente da automação;
- Exigência de padrões de qualidade;
- Necessidade de reduzir as possibilidades de acidentes, consequentemente aumentando a segurança;
- Regulamentações rigorosas com relação ao meio ambiente.

De acordo com Souza (2014) *apud* (Moubray (1992) a MCC tem questões que são pilares e devem ser respondidas desde a aplicação dessa filosofia. Essas questões são:

- Quais são as funções e os respectivos padrões de desempenho desejados para os ativos no contexto operacional (funções)?
- De que formas os ativos podem falhar e deixar de cumprir suas funções? (falhas funcionais)?
- Quais são as causas de cada falha funcional (modos de falha)?
- O que acontece quando a falha ocorre (efeitos da falha)?
- Quais são os encargos derivados da ocorrência da falha (consequências da falha)?
- O que deve ser feito para predizer ou bloquear a falha (tarefas proativas e periódicas)?
- O que deve ser feito se uma tarefa de bloqueio adequada não puder ser definida (ações compensatórias)?
- Quais as frequências ideais das tarefas?

As respectivas respostas formam a base do processo da manutenção centrada em confiabilidade e seus princípios.

Os programas de manutenção centrada na confiabilidade têm sido reconhecidos como a maneira mais eficiente de lidar com as questões de manutenção e garantir a disponibilidade dos equipamentos, redução dos custos, acidentes, defeitos e reparos.

## 2.6. Engenharia de manutenção

A engenharia de manutenção é uma área da engenharia voltada exclusivamente para a aplicação e otimização dos equipamentos, processos e orçamentos com o objetivo de melhorar a manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e máquinas.

De acordo com Costa (2013, p. 26, apud KARDEC & NASCIF, 2009, p. 50) “a Engenharia de Manutenção significa perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo. Para tanto, visa, dentre outros fatores, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar gestão de pessoal, materiais e sobressalentes; participar de novos projetos e dar suporte à execução; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica”.

Assim, a função da engenharia da manutenção não é somente acompanhar seus equipamentos, mas também consolidar uma base de dados e informações sobre as manutenções que servirão para análises futuras. Segundo Cyrino (2017), algumas atividades que a engenharia de manutenção faz são:

- i. Análise de falhas de modo a eliminar as causas de mau desempenho: identificando a causa raiz das falhas pode se atuar de maneira mais precisa e eficiente nos equipamentos.
- ii. Atuação em materiais básicos e sobressalentes: melhorando a gestão de estoque de forma a não prejudicar as atividades da equipe, garantindo a quantidade e qualidade dos itens críticos.
- iii. Desenvolvimento de procedimentos: com o objetivo de padronizar e minimizar os desvios nas execuções de tarefas, garantindo que qualquer colaborador que as realize seja capaz de manter o padrão de qualidade.



- iv. Treinamento do pessoal: garantindo assim que os procedimentos desenvolvidos sejam compartilhados com os novos colaboradores e reciclados com os antigos.
- v. Participação nos projetos de obras e melhorias: dessa forma se evitam futuros problemas por falta de conhecimento da equipe a respeito de novos equipamentos adquiridos.
- vi. Desenvolver a manutenibilidade: com os procedimentos definidos e a equipe treinada, ainda se deve garantir outros fatores como o ferramental e as instalações necessárias para atingir os prazos e qualidades definidos.
- vii. Informatização do sistema de gerenciamento da manutenção: todas as análises imprescindíveis à engenharia de manutenção precisam de um sistema estruturado para a formação de uma base de dados confiável.
- viii. Gerenciamento da manutenção das áreas prediais: a engenharia precisa gerenciar as manutenções tanto dos equipamentos quanto das instalações e edificações pois essas também são suas responsabilidades.
- ix. Gerenciamento das condições de SSHM (Segurança, Saúde, Higiene e Meio Ambiente): a manutenção também estende suas obrigações às condições de segurança em geral, como por exemplo inspeções em vasos de pressão, aterramentos elétricos e certificações ambientais.

*Figura 2.4- Engenharia de Manutenção*



Conseqüentemente, a engenharia de manutenção pode ser aplicada em quase todos os tipos de setores do mercado, mas ganha maior relevância em organizações com operações mais

complexas. Exemplos de áreas onde a engenharia de manutenção se torna mais importante são hospitais, siderúrgicas, indústria alimentar, automotiva, têxtil, química, forças armadas e *datacenter*.

## 2.7. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Com o aumento da importância da função manutenção, sua posição no negócio se torna igual à da função operação no referente à contribuição para atingir as metas determinadas para a produção. Assim, seu planejamento tem consequências diretas no lucro do negócio e consequentemente deve estar alinhado com os objetivos.

Segundo Teles<sup>2</sup> (2018) “o PCM, Planejamento e Controle da Manutenção, é o núcleo estratégico do setor de manutenção, responsável por traçar estratégias que possam garantir a disponibilidade e confiabilidade dos ativos e dessa forma, fazer com que os processos de produção sejam cada vez mais produtivos e lucrativos”. Ou seja, o PCM é uma ferramenta que tem como missão, planejar, programar, analisar e melhorar as atividades de manutenção para que essas sejam executadas de maneira mais produtiva possível, alcançando as metas da empresa. Entre as atribuições do PCM algumas se destacam de acordo com Teles<sup>2</sup> (2018):

- Definir metas e controlar indicadores de desempenho das atividades de manutenção;
- Criar padrões e procedimentos de trabalho para as manutenções;
- Detalhar planos de ação para atingir as metas;
- Elaborar e gerenciar os planos de manutenção;
- Incorporar novas tecnologias de manutenção;
- Representar a manutenção na interface com a Engenharia de projetos;
- Gerenciar o programa de capacitação do pessoal da manutenção;
- Controlar a documentação técnica da manutenção;
- Coordenar o programa de análise de falhas;
- Controlar os padrões e procedimentos de atividades de manutenção;
- Controlar a contratação de serviços terceirizados;
- Controlar e gerenciar os custos da manutenção.

Para que o PCM seja implantado, é necessário um sistema no qual se possa planejar e controlar os processos de manutenção. Este sistema pode ser tanto manual quanto informatizado

e de acordo com Kardec e Nascif (2009), até 1970 esses sistemas eram exclusivamente manuais no Brasil. Esse panorama veio a mudar graças ao desenvolvimento dos microcomputadores e de *softwares*, levando os sistemas informatizados às empresas. A tabela a seguir compara os dois tipos de sistemas:

Tabela 2.2- Comparação sistema manual x informatizado

	<i>Controle Manual</i>	<i>Controle Informatizado</i>
<i>Vantagens</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantação fácil e rápida</li> <li>• Baixo custo</li> <li>• Menor envolvimento do pessoal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processamento de grande quantidade de dados</li> <li>• Mais confiável</li> <li>• Maior velocidade para pesquisas de históricos</li> <li>• Informações mais atualizadas</li> </ul>
<i>Desvantagens</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersão dos dados</li> <li>• Necessidade de muitas pessoas para fornecimento de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantação longa e de alto custo</li> <li>• Treinamento dos responsáveis pelos dados</li> <li>• Rejeição de alguns colaboradores</li> </ul>

Fonte: Adaptação de Costa (2012).

Em qualquer um dos sistemas, alguns pontos devem ser claros para a implantação do PCM. Estes pontos estão listados a seguir:

- Quais serviços serão realizados?
- Quando os serviços serão realizados?
- Quais recursos serão necessários para a execução dos serviços?
- Quanto tempo será gasto em cada serviço?
- Quais serão os custos de cada serviço?
- Quais materiais serão aplicados?
- Quais máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessários?

Quando um sistema é implantado de forma eficiente, consegue-se nivelar a mão-de-obra, consolidar históricos, priorizar atividades, etc.

Segundo Kardec e Nascif (2019) há alguns processos mínimos que compõem qualquer sistema de PCM. Esses processos serão descritos abaixo:

- 1) Processamento das solicitações de serviço: é o *input* do sistema ou serviço de manutenção a ser executado. Antes da inclusão do serviço no sistema, deve haver uma verificação de procedência,

prioridade e tipo de serviço a ser executado, de maneira a melhorar sua programação. Toda solicitação que é incluída no sistema deve receber número, prioridade, detalhamento, recursos necessários e centro de custo correspondente.

- 2) Planejamento dos Serviços: é o planejamento de como será realizada a solicitação, incluindo o detalhamento de cada tarefa, recursos utilizados incluindo ferramentas, tempo de execução de cada tarefa, orçamentação e facilitação, características do local do serviço, recomendações, dados sobre o equipamento, aspectos ligados à segurança e informações adicionais.
- 3) Programação dos Serviços: a programação consiste na definição dos serviços a serem executados, de acordo com as prioridades já definidas, datas de recebimento das solicitações, recursos disponíveis e liberação pela produção.
- 4) Gerenciamento da Execução dos Serviços: consiste em acompanhamento e controle de: causas de bloqueio, *backlog* ou carteira de serviços de manutenção, execução dos serviços programados, e se não estão ocorrendo, o porquê além do acompanhamento dos desvios de tempo em relação ao planejado
- 5) Registro dos Serviços e Recursos: consiste no registro relativo ao serviço executado, informando ao sistema quais recursos foram utilizados, por quanto tempo, quais materiais foram gastos e os custos de serviços de terceiros. Deve informar também se o serviço foi concluído ou não.
- 6) Gerenciamento de Equipamentos: é o arquivamento dos dados dos equipamentos utilizados para utilização em programação futura. Deve fornecer dados sobre o tipo de equipamento, serviço executado e dados para análise da falha.
- 7) Administração da Carteira de Serviços: inclui acompanhamento orçamentário, cumprimento da programação global e por área, tempos médios de execução de serviços, índices de atendimento, *backlog*, composição da carteira de serviços índices de ocupação de mão-de-obra, índices de bloqueio de programação separados por causa.
- 8) Gerenciamento dos Padrões de Serviço: criação e comparação de padrões de tempo, recursos e detalhamento de serviços semelhantes, para aplicações futuras.

- 9) Gerenciamento de Recursos: é consequência do Registro de Recursos (item 5) e visa, principalmente, otimização da aplicação da mão-de-obra e equipamentos disponíveis, pela informação dos quantitativos globais, por área e, inclusive, da indisponibilidade destas como afastamentos, férias, consertos, etc.
- 10) Administração de Estoques: nem sempre a administração dos estoques contempla a Manutenção, mas em alguns casos, é interessante a informação do estoque, acompanhamento de compra e recebimento e indicadores associados aos fornecedores.

Como resultados, um bom PCM entrega melhorias na qualidade, custo, e tempo das atividades.

## 2.8. Indicadores de Manutenção

Para mensurar o desempenho da manutenção são utilizados alguns indicadores principais chamados também de KPI (*Key Performance Indicators*). Cada um tem uma função de aferir um parâmetro diferente das manutenções. Além de significarem uma análise numérica para as atividades executadas, também podem ser utilizados para comparações ou históricos quando necessário. A decisão de quais indicadores utilizar deve ser direcionada às metas estabelecidas ou outras necessidades que agreguem valor ao negócio.

De acordo com Teles<sup>1</sup> (2018) os KPI da manutenção podem ser divididos em duas categorias, os indicadores que evidenciam o efeito da manutenção no desempenho dos negócios e os indicadores que estão ligados diretamente à confiabilidade e disponibilidade dos ativos. Alguns dos principais indicadores estão listados abaixo:

- 1) MTBF (*Mean Time Between Failure* ou em português Tempo Médio Entre Falhas): indica o tempo médio entre uma falha e a próxima. Representa o quão confiável é a máquina;
- 2) MTTR (*Mean Time To Repair* ou em português Tempo Médio Para Reparo): indica o tempo médio para o reparo de uma falha. Representa o quão difícil é realizar a manutenção na máquina;

- 3) Disponibilidade Inerente: representa percentualmente a probabilidade de um equipamento se encontrar disponível;
- 4) Porcentagem de Manutenção Corretiva: representa percentualmente a quantidade de manutenções corretivas entre todas as realizadas;
- 5) Porcentagem de Manutenção Planejada: representa percentualmente a quantidade de manutenções que foram planejadas entre todas realizadas;
- 6) Cumprimento da Programação: representa percentualmente quanto do planejamento de manutenção já foi realizado;
- 7) Hora de Espera: indica o tempo entre a comunicação da indisponibilidade da máquina até o momento do início do serviço de manutenção. Representa a velocidade de reação da equipe;
- 8) Confiabilidade: Representa a probabilidade de um equipamento funcionar sob condições esperadas durante um período de tempo.

Entre os tantos indicadores disponíveis, muitos podem não ser aplicáveis em todas as situações. Portanto, para determinar quais serão úteis para cada caso, é essencial aplicar alguma estratégia de gestão buscando a solução individual para atingir as metas.

A Tabela 2.3, desenvolvida através de um estudo da ABRAMAN (Associação Brasileira da Manutenção), mostra um panorama de quais os principais indicadores utilizados no Brasil no período de 1995 até 2009.

*Tabela 2.3- Principais Indicadores de Desempenho Utilizados no Brasil*

Principais Indicadores de Desempenho Utilizados (Grau de Importância - GI)									GI 2009
Tipos	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	
Custos	26,21	26,49	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	18,98	2
Frequência de Falhas	17,54	12,20	14,24	16,22	11,66	12,17	9,75	9,81	6
Satisfação do Cliente	13,91	11,01	11,76	11,86	8,62	8,11	8,93	9,38	7
Disponibilidade Operacional	25,20	24,70	22,60	23,24	19,58	19,81	18,51	20,68	1
Retrabalho	9,07	5,65	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	5,33	8
Backlog	8,07	6,55	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	10,02	5
Não Utilizam	-	2,09	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	1,07	9
TMPF (MTTF)	-	-	-	-	11,89	11,69	14,21	12,79	3
TMPR (MTTR)	-	-	-	-	9,56	11,46	11,74	11,94	4
Outros Indicadores	-	11,31	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	0,00	10

*Fonte: ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), 2009.*

Pode-se perceber quais são os indicadores mais valorizados pelas empresas no Brasil, entre esses os mais importantes são a disponibilidade operacional, os custos e o MTTF. Podemos perceber também que uma pequena parcela das companhias não possui nenhum

indicador implementado, ou seja, não possui uma métrica de qualidade da manutenção aplicada em seu negócio, mostrando um descaso com suas instalações. Por fim, também se nota que entre os indicadores menos utilizados se encontra satisfação do cliente e também não é citado em nenhum lugar indicadores de preservação do meio ambiente, mostrando que se deve mudar a mentalidade dos gestores brasileiros caso suas empresas busquem alcançar parâmetros de qualidade a níveis mundiais.

## **2.9. Gestão de Ativos**

Até pouco tempo, a terminologia “Ativos” era utilizada principalmente para o seu significado na contabilidade, se referindo a ativos financeiros. Entretanto, o termo ativo tem uma aplicação bem vasta que abrange diferentes áreas podendo significar instalações, bens físicos ou negócios. Neste trabalho, a definição de ativo é restrita aos ativos tangíveis, bens materiais que compreendem a infraestrutura física de produção de uma indústria qualquer, que possuem valor por si mesmos ou produzem valor para uma organização.

A gestão de Ativos industriais também é um conceito recente e está relacionada com o acompanhamento e gerenciamento do ciclo de vida dos ativos, ou seja, o período entre a aquisição e o descarte ou desativação deste, buscando otimizar a performance técnica e dos custos. Diferentemente de somente cortar gastos indiscriminadamente, as empresas não devem buscar o menor custo, mas sim o melhor custo, criando e agregando valor ao negócio (COSTA, 2013). A gestão de ativos tem como objetivo encontrar o equilíbrio entre o desempenho, custo e risco.

A gestão eficiente do ciclo de vida do ativo, ou sistemas de ativos, tem total consonância com a necessidade da competitividade da indústria, em todos os portes e segmentos. O ciclo de vida do ativo envolve desde sua seleção (projeto e aquisição), operação, manutenção, reforma e descarte.

Um requisito para se maximizar o valor de um ativo é manter um registro de seu desempenho ao longo de sua vida útil. Com isso implementado, consegue-se mensurar e controlar atividades, custos relacionados, retorno do investimento e vários outros parâmetros que determinam o sucesso ou o fracasso na estratégia da organização.

Há vários benefícios quando uma boa gestão do ciclo de vida do ativo é aplicada, dentre essas estão:

- 1) Prolongamento da vida útil de máquinas e equipamentos;
- 2) Aumento da confiabilidade da produção;
- 3) Aumento da produtividade;
- 4) Estabilização de custos com manutenções e nível ótimo;
- 5) Melhoria da saúde e segurança para os colaboradores;
- 6) Melhoria da eficiência energética;
- 7) Contribuições em geral para a rentabilidade do negócio.

### 2.9.1. Ciclo de vida do ativo

Ativos industriais possuem diversas funções dentro da organização, porém seu principal objetivo é gerar valor para a empresa ao longo de todo seu ciclo de vida. O processo de aquisição de uma máquina industrial deve passar por múltiplas etapas para garantir que essa meta seja alcançada. De acordo com (DYNAMOX) essas fases são:

- 1) Identificação da necessidade: a identificação cuidadosa e detalhada da necessidade, o que inclui a opinião de operadores e mantenedores. Deve incluir análise das soluções disponíveis, o retorno deste investimento, a forma de aquisição, entre outros.
- 2) Planejamento: o que é esperado desse ativo, uma vez adquirido. Nesta etapa é feita uma avaliação criteriosa, um planejamento do seu uso, bem como a definição de metas para sua utilização.
- 3) Projeto ou Design: nesta etapa é definida qualquer modificação em relação ao projeto padrão do maquinário. Importante lembrar que um ajuste de *design* após a compra ou mesmo comissionamento é muito mais difícil e dispendioso.
- 4) Aquisição: nesta etapa é feita a aquisição, entrega e instalação. Esse é o momento da negociação de termos contratuais de fornecimento, incluindo garantias, responsabilidade de reparo e troca em função de defeitos no maquinário ou peças.
- 5) Comissionamento e implantação: alguns ativos podem ser entregues prontos para uso. Outros, porém, necessitam ser instalados e comissionados. Nesta fase é assegurado que o ativo é adequado ao propósito de aquisição. Que não seja

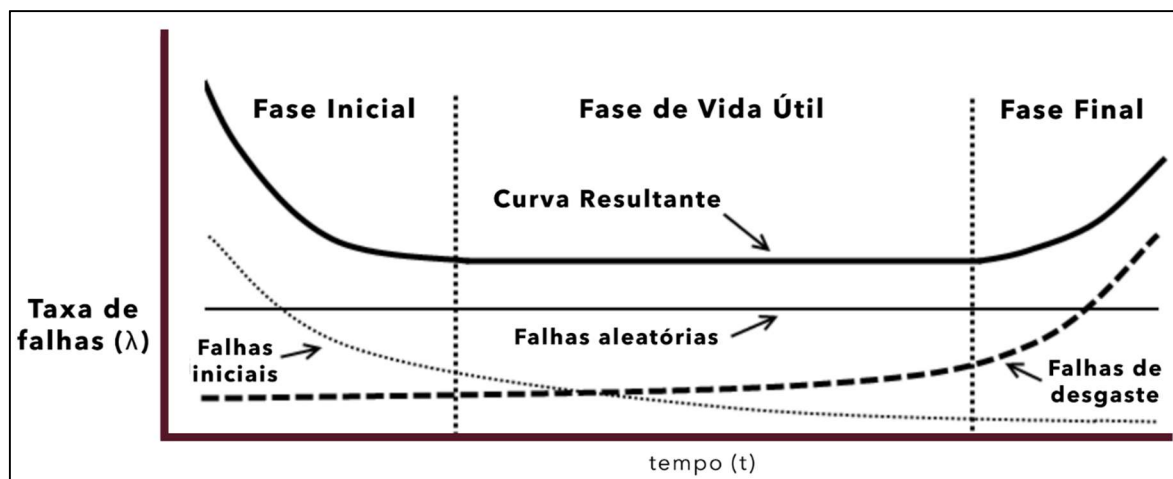


danificado ou instalado incorretamente e que não falte nenhum recurso prometido pelo fornecedor.

- 6) Operação e manutenção: normalmente é a fase mais longa do ciclo de vida em que os custos devem ser registrados e se deve ter claro um planejamento tanto de operação como de manutenção.
- 7) Modificação ou atualização: durante a vida útil, alguns ativos são passíveis de modificações ou atualizações para torná-los mais eficientes. Importante comparar os resultados esperados dessa modificação em relação à aquisição de um ativo novo e mais moderno.
- 8) Descomissionamento e descarte: é o final da vida útil do ativo. Quando os custos de operação ou manutenção se tornam altos demais, é necessário planejar a sua retirada, o que ocorre normalmente em paralelo à aquisição de novo ativo.

Uma maneira de visualizar quando se encontram os maiores riscos de falhas de um ativo é através da curva da banheira na figura abaixo.

Figura 2.5- Curva da banheira



Fonte: Dynamox

Disponível em: <<https://dynamox.net/ciclo-de-vida-de-ativos-industriais/>>. Acesso em: 29 abr. 2019

Observando à imagem, pode-se perceber a importância dos itens anteriormente listados, principalmente os itens 1 a 5 do ciclo de vida. Após a fase inicial, passa-se o risco de mortalidade infantil, e inicia-se a vida útil do ativo, onde ocorrem as falhas aleatórias. Nessa etapa, a estratégia da manutenção possui papel fundamental a qual, deve manter a

confiabilidade e disponibilidade do equipamento em questão através de intervenções preditivas e manter o funcionamento através de corretivas e preditivas. Em decorrência do uso, o ativo tende a apresentar mais falhas com o passar do tempo, conforme a curva da banheira demonstra, essa etapa é chamada de fase final do ciclo de vida do ativo. Nesse ponto, inicia-se a fase de modificação ou atualização, ou alternativamente, descomissionamento e descarte, dependendo dos custos de manutenção e de reposição.

## 2.10. Estado da arte

Assim como qualquer outra forma de ciência, a manutenção passa por evoluções de acordo com o contexto e necessidades da atualidade. Como indicado por Alexssander, Santos *et al.* (2017):

A evolução das indústrias, assim como a evolução dos equipamentos e seus quantitativos demandou uma nova metodologia de manutenção, alinhando assim a mesma com as mais altas tecnologias e ferramentas de última geração, que possibilitam a coleta dos dados de forma produtiva e eficiente, dados estes que depois de processados através dos mais modernos *softwares* e *hardwares* fornecem estatísticas e informações a respeito do estado físico dos equipamentos.

A manutenção já é considerada essencial em qualquer empresa que utilize ferramentas e equipamentos. O benefício financeiro desta já foi comprovado e vem sendo confirmado por diversas pesquisas. Com o desenvolvimento da tecnologia, chegam ao mercado novas ferramentas e metodologias e a manutenção acompanha essas inovações. Alguns dos equipamentos mais modernos aplicados na manutenção, não foram desenvolvidos para esse fim, porém ao serem empregados nessa função, aumentaram a produtividade e se tornaram indispensáveis para melhorar resultados.

As empresas de tecnologia produzem ferramentas a todo momento sendo essas equipamentos ou *softwares*, para otimizar o processo ou o trabalho que é realizado. Algumas das últimas tecnologias que estão sendo utilizadas são:

- Drone: são equipamentos de fácil controle e baratos. Na manutenção predial acopla-se uma câmera e realiza uma filmagem do prédio a ser vistoriado, obtendo assim, imagens de lugares de difícil ou até mesmo, sem acesso para uma

pessoa. Assim, se realizam análises estruturais, controle de animais e pragas, análises de vazamentos de fluidos e até verificação de curto circuitos.

- **Câmera termográfica:** são instrumentos utilizados para analisar pontos de temperaturas. Esses pontos de diferença de temperatura podem indicar superaquecimentos, curto circuitos, vazamentos de gás e outros eventos. Essa análise termográfica é essencial para prever falhas que seriam danosas ou até para melhorar a eficiência de seu sistema. A câmera termográfica pode ser acoplada a um drone para melhorar sua performance.
- **Laser Scanner:** é um equipamento que digitaliza um objeto para ser analisado, fornecendo suas características geométricas. Essa função permite estudos de desgaste de componentes de uma estrutura ou máquina possibilitando uma análise de vida útil, modificação da operação ou até a modernização dele.
- **Softwares CMMS:** CMMS é uma sigla que significa *Computerized maintenance management system*, ou em português sistema de gestão de manutenção computadorizado. Existem CMMS sem fio para a equipe de manutenção de campo, podendo ser utilizado em *smartphones* ou dispositivos móveis, possibilitando a redução de documentos impressos e maior qualidade da informação.
- **Hibernação de Máquinas:** consiste em uma técnica de conservação do equipamento mantendo-o inoperante. Laca-se o equipamento para evitar a operação por desavisados e se possível deve-se envolver para evitar as ações prejudiciais da atmosfera como corrosão. A hibernação se mostra útil pois protege o equipamento e reduz custos de manutenção.
- **Parada:** consiste em um tipo de manutenção moderno em que a produção é total ou parcialmente parada para uma manutenção geral ou obras de melhorias em toda a indústria ou um setor. Esse tipo de manutenção é muito aplicado em empresas que possuem uma produção sazonal como indústria que dependam de alguma safra ou que obrigatoriamente pare durante um período para manutenção como refinarias.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta em detalhes a metodologia proposta e os materiais utilizados para o desenvolvimento, implementação dela, assim como a análise de seu desempenho.

As ferramentas usadas para o estudo de caso do capítulo 4 também são apresentadas a seguir com suas funções e aplicações.

#### 3.1. Materiais Utilizados

Com o intuito de auxiliar na realização das análises realizadas neste trabalho foram utilizadas algumas ferramentas computacionais. No desenvolver deste tópico, serão apresentadas essas ferramentas utilizadas e as suas respectivas aplicações no trabalho.

##### 3.1.1. Prisma®

O Prisma® é um *software* de gestão de ativos com um grande leque de aplicabilidade, bastante robusto e integração com recursos e sistemas externos fornecido pela empresa Sisteplant Brasil. Seu uso é simples devido a possibilidade de criação de perfis de uso personalizados, ou seja, as opções do menu de cada usuário possuem apenas os comandos específicos para seu trabalho.

Este *software* foi utilizado para o cadastramento dos ativos, seus planos de manutenção e registro de OS. Com essa base de dados consolidada pode-se exportar um arquivo de formato “.xls” do prisma com os dados necessários para a análise de desempenho da manutenção e dos ativos.

Após a implementação da nova metodologia, as alterações propostas são registradas no Prisma® para entrar em vigor e ficarem expostas aos colaboradores da equipe de manutenção e operação

##### 3.1.2. Excel ®

Excel® foi utilizado para analisar as informações extraídas do banco de dados do Prisma®. O *software* Microsoft Excel® é uma ferramenta de edição de planilhas do pacote

Office da Microsoft. Implementando algumas funções de lógica, matemática e datas é possível retirar as informações

Uma das funções mais importantes do Excel® que colaborou para o desenvolvimento do trabalho foi a de repetição de fórmulas nas células sequenciais da tabela. Dessa maneira, poupou-se muito tempo para os cálculos mais longos.

Através de suas funções de cálculos algébricos, lógicas e de datas e utilizando o banco de dados exportado do *software* Prisma®, obtêm-se os indicadores-chave da manutenção como MTTR, MTTF e MTBF. Assim prossegue-se com a metodologia da classificação dos ativos.

### **3.2. Método Utilizado**

Para a definição dos métodos deve-se considerar que ele foi concebido em três principais etapas: a primeira e principal é o desenvolvimento do método que consiste na definição das necessidades e proposta de uma nova metodologia, a segunda é a implementação do novo modelo com novas rotinas e finalmente a terceira que consiste na avaliação dos resultados com um comparativo com o modelo anterior de manutenção.

A metodologia de cada etapa será descrita mais detalhadamente a seguir.

#### **3.2.1. Classificação dos ativos**

Para definir uma priorização dos ativos, deve-se criar critérios que servirão de balizadores de onde um equipamento deve se enquadrar na hierarquia da empresa. Quando não se tem uma classificação da importância dos ativos todos se tornam igualmente importantes e não existem prioridades. Consequentemente, alguns equipamentos não recebem o tratamento apropriado, diminuindo sua vida útil, confiabilidade e disponibilidade.

O método utilizado para a classificação dos ativos no estudo de caso se baseia em um modelo de manutenção que está tendendo ao modelo de MCC. A estratégia utilizada classifica em A, B ou C quatro características principais dos ativos: segurança, redundância, confiabilidade e manutenibilidade. A classificação em A significa que o equipamento é crítico para a característica em questão, B quando não é tão crítico e C quando não é crítico. Essa noção de criticidade deve ser definida para cada caso utilizando alguma métrica da característica em questão.

Para o quesito segurança deve-se avaliar os impactos causados às pessoas, meio ambiente e instalações caso haja alguma falha com o equipamento. Já para a característica de redundância observa-se se há redundância de equipamentos que desempenham a mesma função e a facilidade de estabelecê-la. Para o parâmetro de confiabilidade a métrica utilizada foi o MTBF, quanto maior, menos crítico o parâmetro se torna. Já para o caso do quesito manutenibilidade, utilizou-se o indicador de MTTR para se avaliar o quão fácil é o reparo de cada máquina. Assim se definiu uma classificação para cada uma dessas características. Ao final desta categorização, uma classificação geral para o ativo é estabelecida através de suas classificações parciais, definindo quais parâmetros são mais importantes para o negócio.

A Figura 3.1 abaixo indica os critérios utilizados na avaliação que determina a classificação dos ativos até atingir a classificação geral.

*Figura 3.1 - Metodologia de Classificação*



### 3.2.2. MTTR

O método utilizado para o cálculo do Tempo Médio Para Reparo foi o mesmo utilizado nas diversas bibliografias. Calcula-se o tempo médio que é demandado para corrigir uma falha no equipamento em questão. Para isso, um histórico do ativo foi extraído do Prisma® e utilizado de fonte de dados para os cálculos. A partir disso, calculou-se o indicador com a fórmula a seguir.

$$MTTR = \frac{\Sigma \text{Tempo inoperante devido às falhas}}{\text{Número de falhas}} \quad (3.1)$$

A equação representa matematicamente a média aritmética dos tempos de manutenção corretiva e deve ser calculada individualmente para cada equipamento.

### 3.2.3. MTTF

Assim como o MTTR, o indicador MTTF foi calculado com uma média aritmética. O MTTF foi calculado como a média do tempo total em que o ativo permaneceu sem falhas dividido pela quantidade de falhas como indicado pela equação abaixo:

$$MTTF = \frac{\Sigma \text{Tempo sem falhas}}{\text{Número de falhas}} \quad (3.2)$$

### 3.2.4. MTBF

O método para se calcular o MTBF foi a soma do MTTR com o MTTF. Esse método é encontrado da seguinte maneira:

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{Tempo entre falhas}}{\text{Número de falhas}} \quad (3.3)$$

$$MTBF = \frac{\Sigma(\text{Tempo sem falhas} + \text{Tempo inoperante devido às falhas})}{\text{Número de falhas}} \quad (3.4)$$

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{Tempo sem falhas}}{\text{Número de falhas}} + \frac{\Sigma \text{Tempo inoperante devido às falhas}}{\text{Número de falhas}} \quad (3.5)$$

$$MTBF = MTTF + MTTR \quad (3.6)$$

A partir da equação (3.6) e com os indicadores MTTR e MTTF já calculados, foi possível calcular o MTBF que era a última métrica para a classificação dos ativos.

## 4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA (ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA)

Este capítulo apresenta um estudo de um caso em que a metodologia apresentada no capítulo 3 foi aplicada. Também é descrito como o método foi adaptado para se enquadrar nas necessidades do negócio, suas formas de aplicação e os resultados obtidos.

### 4.1. Contextualização

A implementação do método de classificação de ativos apresentado no capítulo 3 foi aplicada em um *datacenter* de uma instituição financeira em Brasília, no Distrito Federal. O *datacenter* é responsável por hospedar os serviços oferecidos pela instituição financeira como a *intranet*, o *site*, o aplicativo de *smartphones* e o processamento de todas as operações financeiras como transferências, investimentos e pagamentos.

Devido à importância dos serviços oferecidos pelo *datacenter*, uma falha em qualquer etapa da linha de produção pode ter consequências com grande impacto, seja para os clientes internos através da indisponibilidade da *intranet*, ou seja, para clientes externos como através de indisponibilidade do site da IF (Instituição Financeira). Surgiu então a necessidade de manter a continuidade da produção do complexo de maneira ininterrupta. Para atingir esse objetivo de zero interrupções, uma manutenção de ponta se fez indispensável.

Apesar de já ter em suas práticas uma rotina de manutenção bem presente com contratos de manutenção com os fornecedores dos seus equipamentos, equipe de engenharia de manutenção e um PCM bem estruturado, um processo de melhoria era desejado para atingir uma disponibilidade ótima. Os ativos da IF já não apresentavam um índice significativo de indisponibilidade por falhas. A partir desse ponto, a melhoria viria através de manutenções mais eficientes e assertivas.

Buscou-se então um modelo de manutenção mais moderno e consolidado como referência para a estruturação de uma nova metodologia e assim chegou-se na MCC. Embora seja uma estratégia de manutenção bem definida e com etapas, ainda assim não é de fácil aplicação. Dessa forma, a metodologia apresentada no capítulo 3 fez-se ideal para o caso.

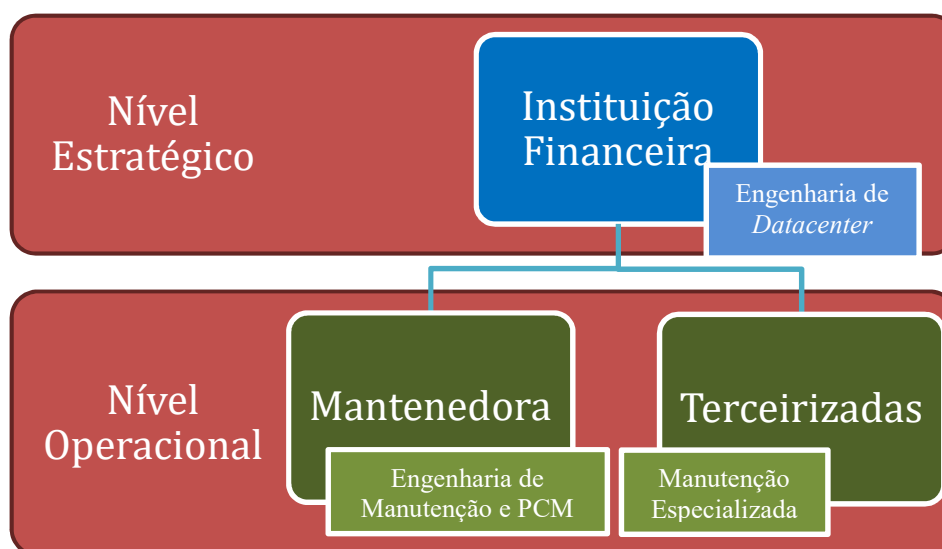


#### 4.1.1. Organização da função manutenção

A organização da função manutenção na empresa objeto do estudo de caso pode ser dividida em dois níveis. No primeiro nível está a própria IF com sua equipe dedicada à manutenção do *datacenter*. No segundo nível estão as empresas contratadas pela IF, tanto a equipe residente de manutenção, de responsabilidade da mantenedora, quanto as empresas especializadas contratadas para serviços mais específicos, normalmente as fornecedoras dos equipamentos mais complexos.

Graficamente a manutenção na IF se distribui da seguinte maneira:

Figura 4.1 - Organização da Função Manutenção



A instituição financeira atua em um nível estratégico, ou seja, gerindo a função manutenção, seja com novas estratégias, demandas ou fiscalizando. Possui uma equipe de engenharia dedicada para a infraestrutura do *datacenter* composta por engenheiros eletricitas, mecânicos, civis, arquitetos e assistentes administrativos. É responsável pelos contratos de manutenção dos fornecedores e pelo contrato da mantenedora do complexo.

A mantenedora atua em um nível operacional, isso é, realizando as manutenções, administrando as rotinas, os procedimentos e pessoal. É composta por vários setores e entre estes há a manutenção. A função manutenção na mantenedora é composta pela engenharia de manutenção e PCM. Esses são compostos por engenheiros, programadores e técnicos.

Também no nível operacional se encontram os fornecedores de equipamentos que possuem um contrato de manutenção com a IF. Esses são responsáveis pela manutenção dos

equipamentos de maior complexidade ou mais específicos. São responsáveis pelas próprias manutenções e calendários de manutenção. Possuem mão de obra especializadas distribuída entre os técnicos e engenheiros.

## 4.2. Implementação da metodologia

Com o intuito de melhorar seu desempenho e a qualidade dos serviços realizados no *datacenter*, a IF está sempre em processo de melhoria contínua. Isso significa que ela está sempre em busca de métodos que possam aumentar sua eficiência. Buscando referências do que há de mais moderno no mercado em termos de manutenção a IF concluiu que para o seu caso, a filosofia da MCC era a que melhor se adequava.

Entretanto, a MCC não é uma estratégia de fácil aplicação. Há várias mudanças que precisam ser adotadas, alterações de procedimentos, novos indicadores e outras medidas que nem sempre estão ao alcance da organização. Então a decisão tomada foi aplicar a metodologia da classificação dos ativos pois sua filosofia segue os princípios da MCC com algumas questões chaves que precisam ser respondidas direcionando as decisões de forma mais racional.

Seguindo a metodologia, a IF precisou determinar os critérios que seriam utilizados como referência para os parâmetros avaliados. Avaliando cuidadosamente a necessidade do negócio foram determinados os níveis das classificações, conforme descrito a seguir:

- Segurança:

Classe A: Caso o ativo sofra uma falha, causa um acidente grave com pessoas e/ou contaminações ao meio ambiente;

Classe B: Caso o ativo sofra uma falha, causa um acidente com consequências materiais, mas sem riscos ao meio ambiente;

Classe C: Caso o ativo sofra uma falha não há consequência graves às pessoas ou instalações.

- Redundância:

Classe A: Caso o ativo sofra uma falha causa uma perda de redundância mínima para os equipamentos de TI que não pode ser reestabelecida a não ser pelo reparo do próprio ativo;

Classe B: Caso o ativo sofra uma falha causa uma perda de redundância mínima para os equipamentos de TI que pode ser reestabelecida através de manobras operacionais;

Classe C: Caso o equipamento sofra uma falha não causa perda de redundância mínima para os equipamentos de TI.

- **Confiabilidade:**
  - Classe A: MTBF menor que 3 meses;
  - Classe B: MTBF entre 3 meses e 1 ano;
  - Classe C: MTBF maior que 1 ano.
- **Manutenabilidade:**
  - Classe A: MTTR maior que 8 horas;
  - Classe B: MTTR entre 4 e 8 horas;
  - Classe C: MTTR menor que 4 horas.

Em forma de tabela:

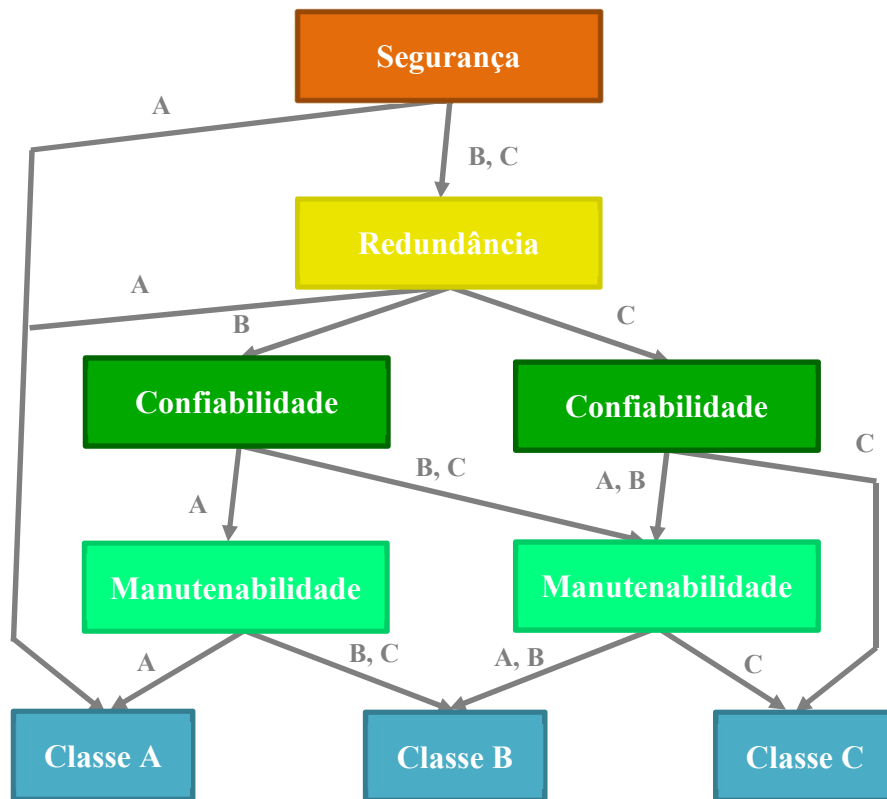
*Tabela 4.1 - Critérios da Classificação*

	Classe A	Classe B	Classe C
Segurança	Caso o ativo sofra uma falha, causa um acidente grave com pessoas e/ou contaminações ao meio ambiente	Caso o ativo sofra uma falha, causa um acidente com consequências materiais mas sem riscos ao meio ambiente	Caso o ativo sofra uma falha não há consequência graves às pessoas ou instalações.
Redundância	Caso o ativo sofra uma falha ocasiona em uma perda de redundância mínima para os equipamentos de TI que não pode ser reestabelecida a não ser pelo reparo do próprio ativo	Caso o ativo sofra uma falha ocasiona em uma perda de redundância mínima para os equipamentos de TI que pode ser reestabelecida através de manobras operacionais	Caso o equipamento sofra uma falha não há perda de redundância mínima para os equipamentos de TI
Confiabilidade	MTBF < 3 meses	3 meses < MTBF < 1 ano	1 ano < MTBF
Manutenabilidade	MTTR > 8 horas	8 horas > MTTR > 4 horas	4 horas > MTTR

*Fonte: Dados fornecidos pela IF*

Com essas informações definidas, ainda era necessário ranquear as importâncias das classes parciais para a determinação de uma classe global para cada ativo. Essa classificação global é descrita no fluxo a seguir:

Figura 4.2 - Fluxo de classificação



Fonte: Dados fornecido pela IF

O fluxo adotado deve refletir quais parâmetros são prioridades para a empresa. É evidente os fatores são que prevalecem no diagrama descrito acima. Caso o fator Segurança seja de classe A, o fluxo já encaminha a classificação geral do ativo como Classe A. O mesmo acontece com o fator Redundância. Isso indica que a segurança das pessoas, do meio ambiente e a continuidade dos serviços de TI são as prioridades da empresa.

Os parâmetros Segurança e Redundância são estáticos e somente variam caso o ativo passe por uma modernização ou uma obra que são processos não rotineiros. Já os parâmetros Confiabilidade e Manutenabilidade são dinâmicos e variam constantemente de acordo com a qualidade da manutenção. Estes dois últimos precisam ser acompanhados periodicamente para validar a classificação atual do ativo e caso seja necessário, reclassificá-lo.

Assim, ficou determinado que os atributos Segurança e Redundância são medidos ou reavaliados quando o ativo é comissionado tanto pela primeira vez quanto devido a uma obra ou modernização do sistema. Já para a Confiabilidade e Manutenabilidade a periodicidade da avaliação ficou definida em uma vez por mês.

Para o cálculo dos indicadores MTTR e MTBF foi utilizado o *software* de manutenção Prisma®. A cada manutenção realizada, o mantenedor registrava no sistema o tipo de atividade, qual o ativo, quanto tempo de trabalho, quanto tempo de indisponibilidade entre outras informações. Com esses dados extraídos do Prisma® e trabalhados no Excel®, consegue-se chegar nos indicadores necessários para a aplicação da metodologia.

Como há uma grande quantidade de ativos para serem tratados individualmente, a abordagem tomada pela IF foi de categorizar os ativos em famílias. Uma família é um conjunto de ativos com as mesmas especificações, fabricante e modelo. Dessa forma, ao invés de se analisar e classificar os ativos individualmente aumentando a complexidade da manutenção, todas as alterações e classificações foram feitas de acordo com os parâmetros das famílias, simplificando o sistema.

A tabela “Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos (Parte 1)” com as informações dos indicadores utilizados para determinar a classificação de Confiabilidade e Manutenibilidade das famílias se encontra no Apêndice I.

Com todas as classificações parciais já definidas, aplica-se o fluxo da classificação global para saber qual o método de manutenção ideal para cada uma das famílias. A tabela “Classificação das famílias da IF (Parte 1)” com a classificação geral de cada família se encontra no Apêndice II.

A partir da classificação geral uma estratégia de manutenção é definida para cada família. Para as famílias Classe A, as estratégias são a manutenção preditiva e a proativa devido a impossibilidade de parada do ativo ou as consequências desta. Para as famílias Classe B, os tipos de manutenção indicados são a manutenção preventiva e preditiva para evitar o risco de falhas. Já para a Classe C a manutenção indicada são as preditiva, preventiva e por vezes até mesmo a corretiva dependendo do nível de criticidade do equipamento e do custo da manutenção.

Para a periodicidade mínima das manutenções, foi utilizado o indicador MTBF. Para que uma manutenção aconteça antes de uma falha de forma a preveni-la, a periodicidade da manutenção deve ser menor que o MTBF. A boa prática do mercado calcula que a periodicidade deve ser aproximadamente de 70% do valor do MTBF embora no caso do estudo isso não seja aplicado. Para o caso da IF, as manutenções seguem as rotinas mensais, bimestrais, trimestrais, semestrais, anuais e bienais. Dessa forma, o calendário de manutenção das famílias foi ajustado de acordo com o direcionado pela metodologia.

Com a classificação das famílias, planejamento das manutenções e periodicidades definidas, algumas mudanças para calendário foram propostas para o ano de 2019. Para se evitar quaisquer problemas, as alterações começaram a ser implementadas em poucas famílias por vez, inicialmente para as famílias de Classe C devido a sua baixa criticidade. Até o momento do desenvolvimento desse trabalho as mudanças foram feitas para as famílias de quadros elétricos, *fancoils* modulares, *fancoils* cassetes, bombas de incêndio, água pluvial, água fria, submersas, ventiladores e exaustores.

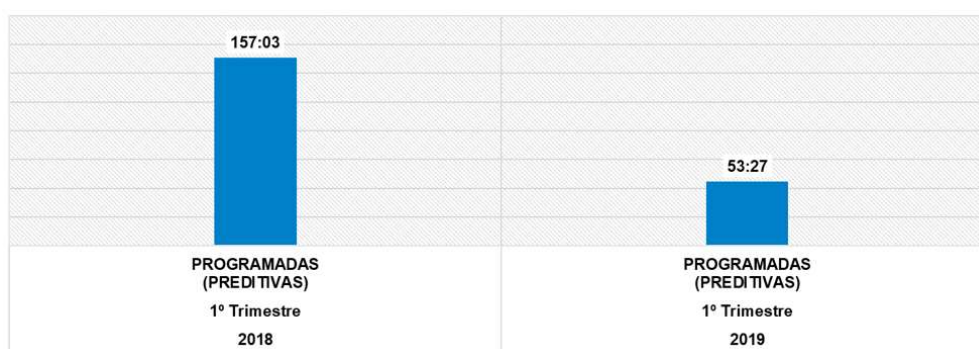
### 4.3. Discussão dos resultados

Até o momento do desenvolvimento deste trabalho, foram coletados os resultados das famílias listadas no tópico anterior. Com os dados extraídos do sistema Prisma® uma comparação foi feita entre os anos de 2019 e 2018 entre os aspectos homem-hora (HH) e quantidade de ordens de serviço (OS). Os resultados obtidos estão expostos abaixo em forma de gráfico.

- Quadros Elétricos:

O gráfico 4.1 traz quantitativamente a mão de obra utilizada com as manutenções em quadros elétricos no primeiro trimestre dos anos 2018 antes da metodologia e 2019 após a metodologia.

Gráfico 4.1 - Análise de HH – Família de quadros elétricos



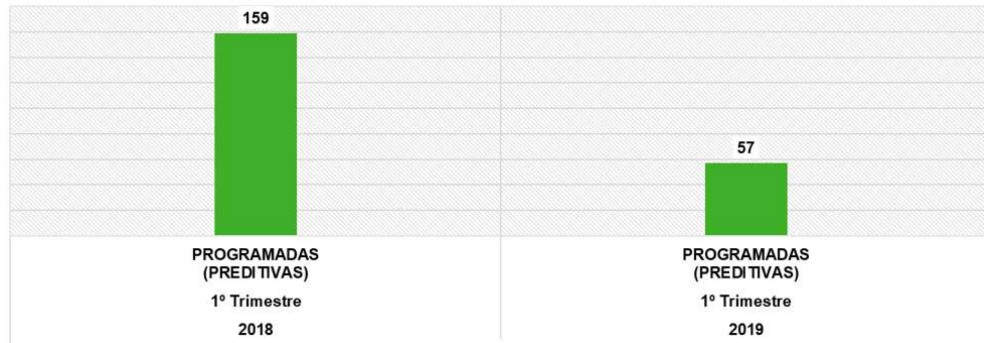
**Nota: Não houve registro de defeitos ou falhas no período analisado**

Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

Comparando o primeiro trimestre de 2019 com o primeiro trimestre de 2018 nota-se uma queda de aproximadamente 66% da quantidade de OS. Observa-se também que houve somente manutenções programadas, o que comprova a assertividade do planejamento.

O gráfico 4.2 abaixo indica quantitativamente o número de atividades de manutenção em quadros elétricos nos mesmos períodos analisados no gráfico anterior

Gráfico 4.2 - Análise de quantidade de OS – Família de quadros elétricos



**Nota: Não houve registro de defeitos ou falhas no período analisado**

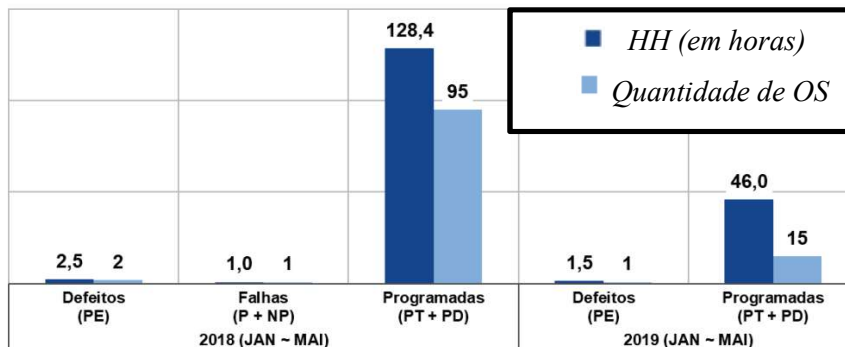
Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

Nota-se uma redução da quantidade de OS em 64% o que indica o aumento da qualidade da manutenção e diminuição de retrabalho.

- *Fancoils* Modulares:

O gráfico 4.3 abaixo traz a análise de a mão de obra utilizada (HH) e a quantidade de OS relacionadas às manutenções dos *fancoils* modulares entre os meses de janeiro a maio dos anos 2018 e 2019 de forma a comparar os seus respectivos desempenhos.

Gráfico 4.3 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de *fancoils* modulares



Legenda: PE (Preventiva por Estado), P (Corretiva Programada), NP (Corretiva Não Programada), PT (Preventiva por Tempo), PD (Preditiva)

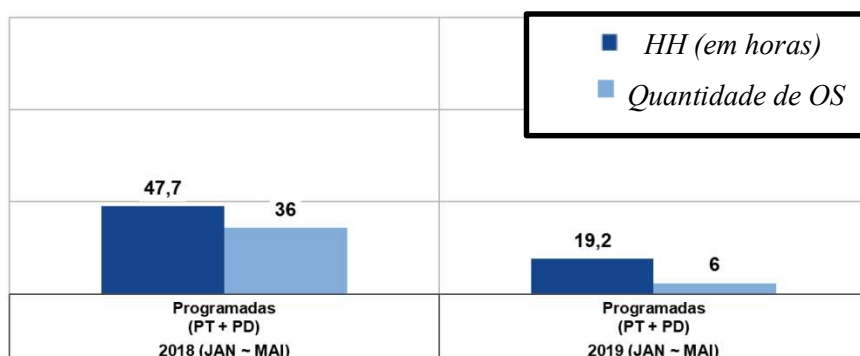
Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

Nota-se novamente a redução de todos os tipos de manutenção. Neste caso, as manutenções programadas apresentaram uma redução de 84% nas quantidades de OS e 64% na quantidade de HH. Para os defeitos, a redução em quantidade de OS foi de 50%, já para o HH a redução foi 40%. Referente as atividades de manutenção, não houve nenhuma no ano de 2019, o que significa que mesmo reduzindo as programadas, a qualidade dos serviços se mostrou mais eficiente.

- *Fancoils* Cassetes:

No caso dos *fancoils* cassetes, o gráfico 4.4 traz as informações no mesmo período da família anterior.

Gráfico 4.4 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de *fancoils* cassetes



**Nota: Não houve registro de defeitos ou falhas no período analisado**

Legenda: PT (Preventiva por Tempo), PD (Preditiva)

Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

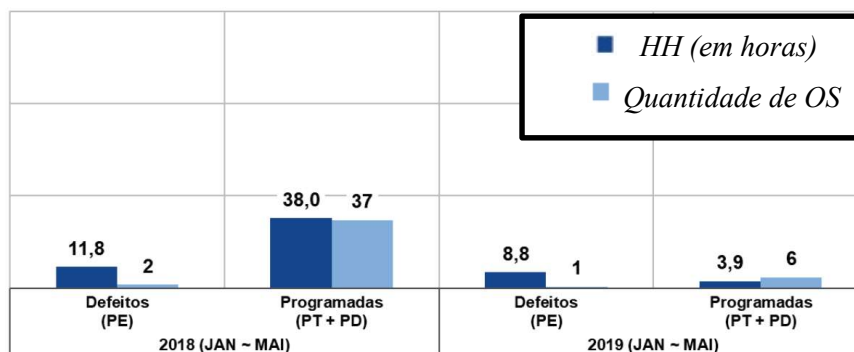
Para os *fancoils* cassetes a redução ocorreu no caso das manutenções programadas visto que não foram realizadas intervenções não planejadas. A redução neste caso foi de 83% na quantidade de OS e de 60% na quantidade de homem-hora das atividades.

- Bombas de Incêndio:

Para a família das bombas de incêndio o levantamento sobre as atividades está exposto no gráfico 4.5 a seguir.



Gráfico 4.5 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de bombas de incêndio



**Nota: Não houve registro de falhas no período analisado**

Legenda: PE (Preventiva por Estado), PT (Preventiva por Tempo), PD (Preditiva)

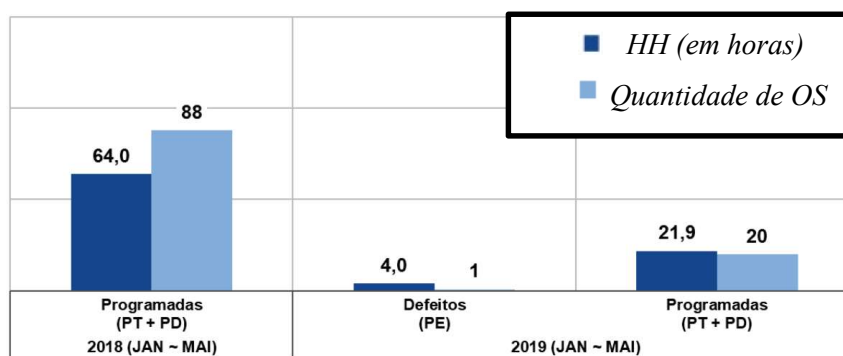
Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

A partir das informações acima, é perceptível novamente uma maior eficiência no planejamento. A quantidade de atividades programadas envolvendo a família das bombas de incêndio tiveram uma queda de 84%. Já a mão de obra utilizada nessas manutenções reduziu em 90%. Nesse período, quantidade de atividades não programadas reduziu em 50% e o HH reduziu em 25%.

- Bombas de água pluvial, água fria, e submersas:

Essa família engloba essas bombas porque mesmo com diferentes funções, elas possuem as mesmas características e especificações. Suas informações estão expostas no gráfico abaixo.

Gráfico 4.6 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de bombas de água pluvial, água fria, e submersas



**Nota: Não houve registro de falhas no período analisado**

Legenda: PE (Preventiva por Estado), PT (Preventiva por Tempo), PD (Preditiva)

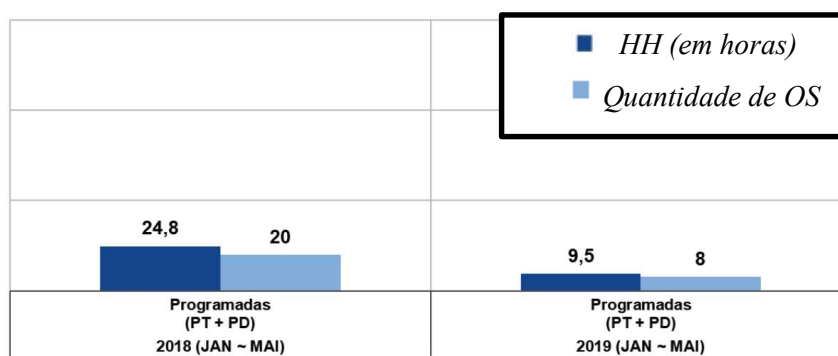
Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

Para as bombas, as atividades programadas reduziram sua quantidade em 77% e o HH em 66%. Entretanto, ocorreu um defeito no ano de 2019, o que não havia ocorrido no ano anterior. Apesar disso não foram detectadas falhas o que significa que não houve indisponibilidade dos ativos.

- Exaustores e ventiladores:

Para as atividades referentes aos exaustores e ventiladores, o levantamento está exposto no gráfico 4.7 abaixo.

Gráfico 4.7 - Análise de HH e quantidade de OS - Família de exaustores e ventiladores



**Nota: Não houve registro de defeitos ou falhas no período analisado**

Legenda: PT (Preventiva por Tempo), PD (Preditiva)

Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

Para esse caso nota-se a ausência de falhas e defeitos e reduções relativas as atividades programadas. As manutenções programadas tiveram redução de 60% em sua quantidade e queda de 62% de mão de obra.

A partir dos gráficos acima, pôde-se chegar a algumas conclusões a respeito da metodologia. O comparativo realizado entre os anos de 2018, anterior a metodologia e o ano de 2019 já com o novo modelo de manutenção mostra uma tendência de queda do HH e quantidade de OS o que é positivo.

Um resumo do comparativo entre os anos 2018 e 2019 é apresentado nas tabelas 4.2 e 4.3 a seguir.

Tabela 4.2 - Resumo do resultado de HH

Família	2018			2019			Comparação		
	Programadas	Defeitos	Falhas	Programadas	Defeitos	Falhas	Programadas	Defeitos	Falhas
Quadros Elétricos	157:03	0:00	0:00	53:27	0:00	0:00	-65,97%	0,00%	0,00%
Fancoils Modulares	128:24	2:30	1:00	46:00	1:30	0:00	-64,17%	-40,00%	-100,00%
Fancoils Cassetes	47:42	0:00	0:00	19:12	0:00	0:00	-59,75%	0,00%	0,00%
Bombas de Incêndio	38:00	11:48	0:00	3:54	8:48	0:00	-89,74%	-25,42%	0,00%
Bombas de Água Pluvial, Água Fria e Submersas	64:00	0:00	0:00	21:54	4:00	0:00	-65,78%	Aumento para 4h	0,00%
Exaustores e Ventiladores	24:48	0:00	0:00	9:30	0:00	0:00	-61,69%	0,00%	0,00%
<b>Total</b>	<b>459:57</b>	<b>14:18</b>	<b>1:00</b>	<b>153:57</b>	<b>14:18</b>	<b>0:00</b>	<b>-66,53%</b>	<b>0,00%</b>	<b>-100,00%</b>

Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

Tabela 4.3 - Resumo do resultado de quantidade de OS

Família	2018			2019			Comparação		
	Programadas	Defeitos	Falhas	Programadas	Defeitos	Falhas	Programadas	Defeitos	Falhas
Quadros Elétricos	159	0	0	57	0	0	-64,15%	0,00%	0,00%
Fancoils Modulares	95	2	1	15	1	0	-84,21%	-50,00%	-100,00%
Fancoils Cassetes	36	0	0	6	0	0	-83,33%	0,00%	0,00%
Bombas de Incêndio	37	2	0	6	1	0	-83,78%	-50,00%	0,00%
Bombas de Água Pluvial, Água Fria e Submersas	88	0	0	20	1	0	-77,27%	Aumento para 1	0,00%
Exaustores e Ventiladores	20	0	0	8	0	0	-60,00%	0,00%	0,00%
<b>Total</b>	<b>435</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>112</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-74,25%</b>	<b>-25,00%</b>	<b>-100,00%</b>

Fonte: Adaptação dos dados pelo autor

Na análise dos resultados podemos perceber que o novo modelo de manutenção obteve resultados bastante positivos. A quantidade geral de HH e de OS diminuíram na maioria dos casos. A queda de 66,53% do HH após a aplicação do método indica que anteriormente os recursos estavam sendo alocados de forma não otimizada. Essa diminuição do HH alocado para as manutenções significa que há mão de obra remanescente. A IF deve realocar esse recurso para alguma outra atividade ou reduzir sua quantidade de HH disponível, diminuindo sua equipe se assim for a melhor forma. Analisando agora do ponto de vista da quantidade de OS, a diminuição se deve a uma melhor qualidade dos serviços de manutenção. Uma redução das OS significam melhores procedimentos, menos retrabalho e maior organização por parte do PCM.

Assim, a metodologia se mostrou funcional e viável no caso do *datacenter* da IF.

## 5. CONCLUSÃO

### 5.1. Aspectos Gerais

O principal objetivo deste trabalho foi apresentar uma nova metodologia de manutenção com qualidade, que se baseasse nos modelos que atualmente são referências mundiais e que fosse de fácil aplicabilidade em qualquer realidade.

Dessa forma, o trabalho contemplou diversos aspectos que estão relacionados à manutenção visando desenvolver uma estratégia que se adaptasse aos diferentes negócios e não demandasse um elevado custo para a implementação. Para atender esses requisitos, o método não poderia necessitar materiais de difícil acesso, nem mudanças drásticas para a função manutenção.

Pelo exposto, foi proposto um método simples que com apenas duas ferramentas computacionais e uma avaliação de prioridades do negócio se mostrou uma ferramenta poderosa de direcionamento de esforços.

Para averiguar a validade do método, um estudo de caso se fez necessário em uma empresa com um alto nível de manutenção, grande quantidade de equipamentos e pessoal. Por fim, a metodologia foi aplicada, testada e validada em um *datacenter* de uma instituição financeira.

### 5.2. Conclusões e contribuições

Considerando os resultados positivos obtidos no estudo de caso do capítulo 4, acredita-se que a metodologia da classificação dos ativos executou seu objetivo mesmo em uma empresa com a função manutenção consolidada, o que confirma sua eficácia. No contexto em que foi aplicado, o método utilizado conseguiu atingir os objetivos da alta liderança. Dentre esses objetivos, os ganhos obtidos foram:

1. Maior confiabilidade dos sistemas;
2. Redução dos custos com manutenções desnecessárias;
3. Extensão da vida útil dos ativos;
4. Redução da taxa de falhas;
5. Maior efetividade na alocação de recursos;

É importante ressaltar que esses resultados decorrentes da aplicação da metodologia estão de acordo com o esperado quando se segue a filosofia de manutenção da manutenção centrada na confiabilidade (MCC), embora o processo implementado não tenha sido puramente a manutenção centrada na confiabilidade. Também é de grande importância destacar que a empresa objeto do estudo se encontra no estado da arte, realizando uma manutenção de ponta que buscava ser otimizada e dessa maneira, o modelo de manutenção proposto neste trabalho pode não ser o ideal caso a meta da empresa seja iniciar a função manutenção. Além disso, foi notória a dependência de uma ferramenta específica de gestão da manutenção para a função de base de dados e que sem essa, o controle e armazenamento desses elementos teria sido bastante árduo.

Fora a visão de manutenção, a metodologia se mostrou uma ferramenta direcionadora de esforços para qualquer contexto que for aplicada. Seja para a determinação de prioridades, seja para avaliar a criticidade de processos. Isso demonstra um leque de aplicabilidade vasto para o processo de classificação ao custo de apenas algumas modificações. Exemplificando, caso se deseje avaliar a periculosidade de um conjunto de estradas com o método de classificação, pode-se modificar o fator Segurança para Velocidade da via já que está diretamente relacionada a uma consequência de um incidente. O fator redundância pode ser substituído por quantas faixas existem naquela estrada, significando facilidade de se contornar uma situação adversa. O fator confiabilidade pode ser modificado para o período médio entre os acidentes da estrada. O fator manutenibilidade, por fim, pode ser substituído por quanto tempo em média o socorro leva para realizar um atendimento nessa estrada. Com apenas essas alterações já se poderia classificar as estradas em nível de criticidade A, B ou C buscando-se os pontos de melhorias do sistema.

### **5.3. Sugestões para trabalhos futuros**

Considerando que o objeto do estudo de caso era uma empresa que já possuía uma área de manutenção bem estruturada, com engenharia de manutenção e o planejamento e controle da manutenção (PCM), vislumbram-se, no entanto, espaços para estudos semelhantes em organizações que não possuam tantos recursos para a função manutenção, buscando tornar o método mais acessível. Outra alternativa seria aprimorar o método para se tornar mais fiel à MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade), com uma possível inclusão de análise de falhas e mantendo-se a facilidade da aplicação.

Interessante também seria a aplicação do método em outro tipo de negócio que necessite de uma manutenção de ponta como hospitais, unidades de distribuição, transmissão ou geração de energia e estações de tratamento de água e saneamento.

Um outro possível trabalho, seria aplicar o método para análise de acidentes, como o da estrada descrito no parágrafo do tópico anterior, para um registro em forma de um mapa de estradas com suas devidas classificações de perigo e propostas para solucionar as mais críticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462 Confiabilidade e Mantenabilidade**. Rio de Janeiro, p. 37. 1994.
- ABRAMAN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. **Curso Gestão de Indicadores (KPI) e Custos na Manutenção**. Curitiba: [s.n.], 2018.
- ALEXSSANDER, P. et al. **Gestão da Manutenção - Estado da Arte na Manutenção**. **PMKB**, 2017. Disponível em: <[https://pmkb.com.br/uploads/tcc\\_eng\\_manut\\_estado\\_da\\_arte.pdf](https://pmkb.com.br/uploads/tcc_eng_manut_estado_da_arte.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2019.
- ALKAIM, J. L. **Metodologia para incorporar conhecimento intensivo às tarefas de manutenção centrada na confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos**. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção). ed. [S.l.]: UFSC, 2003.
- ALMEIDA, C. D. S.; VIDAL, M. C. R. **Gestão da Manutenção Predial**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: GESTALENT, 2007.
- COSTA, M. D. A. **Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Juiz de Fora: [s.n.], 2013.
- CYRINO, L. Engenharia de manutenção como estratégia. **Manutenção em foco**, 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/engenharia-de-manutencao-como-estrategia/>>. Acesso em: 3 abr. 2019.
- DYNAMOX. **Dynamox**. Disponível em: <<https://dynamox.net/ciclo-de-vida-de-ativos-industriais/>>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- FITCH, J. C. **Manutenção proativa pode economizar 10 vezes mais do que práticas de manutenção preditiva/preventiva convencionais**. **UFJF**, 2013. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/seguranca/files/2013/12/Manuten%C3%A7%C3%A3o-proativa.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2019.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.
- MONCHY, F. **A Função Manutenção - Formação para a gerência da manutenção industrial**. São Paulo: Durban, 1989.
- MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. São Paulo: [s.n.], v. Aladon, 1996.
- OLIVEIRA, J. T. D. **Dissertação de mestrado - Uso de técnicas de manutenção centrada na confiabilidade no gerenciamento de riscos em instalações elétricas - Uma aplicação na CHESF**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2002.
- OTANI, M.; MACHADO, W. V. A PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NA BUSCA DA EXCELÊNCIA OU CLASSE MUNDIAL. **Revista Gestão Industrial**, Paraná, v. IV, p. 01-16, 2008. ISSN 1808-0448.



RODRIGUES DE SOUZA PASCHOAL, D. et al. Disponibilidade e confiabilidade: Aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. **Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA**, v. 03 Jan, Junho 2009.

SENAI - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Série Eletroeletrônica - Gestão da Manutenção de Sistemas Eletroeletrônicos**. São Paulo: [s.n.], 2013.

SGSERV - GESTÃO DE ATIVOS, SERVIÇOS E MANUTENÇÃO. Aula 140 Gestão de Ativos Norma 55000. **Youtube**, 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5L3xQr3yjMs&list=PLzM5RB8n4Q5RFxeP-ErXmwP6oJvW-BBqA>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

SIQUEIRA, Y. P. D. **Manutenção Centrada na Confiabilidade**. [S.l.]: Qualitymark, 2009.

SOUZA, A. C. V. D. **Dissertação de Mestrado - Manutenção Centrada em Confiabilidade Aplicada à Gestão de Linhas Transmissão Localizadas em Áreas de Ocupação Irregular de Faixa de Passagem**. Paraíba: Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

SOUZA, F. J. D. **Melhoria do pilar "Manutenção planejada" da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de manutenção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2000.

TELES<sup>1</sup>, J. Indicadores de Manutenção: Conheça os principais KPI's para Gestão da Manutenção! **Engeteles**, 2018. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/indicadores-de-manutencao/>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

TELES<sup>2</sup>, J. PCM Planejamento e Controle da Manutenção: Melhores Práticas. **Engeteles**, 2018. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao/>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

## **APÊNDICE**

## I- Classificação de confiabilidade e manutenabilidade dos ativos (Parte 1)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
ANDAR	2º ANDAR	1	1	22	0,50	12,17	12,17	267,67	0,50	12,17	C	C
AREA	BANHEIRO MASCULINO	1	1	110	0,63	12,17	12,17	191,19	0,59	11,16	C	B
AREA	ESCADA DE INCENDIO	1	1	110	0,50	12,17	12,17	191,19	0,59	11,16	C	B
AREA	BANHEIRO MASCULINO	2	1	110	0,75	6,08	6,08	191,19	0,59	11,16	C	B
AREA	CENTRAL AGUA GELADA	1	1	110	0,38	12,17	12,17	191,19	0,59	11,16	C	B
AREA	HALL ACESSO FUNDOS	1	1	110	0,50	12,17	12,17	191,19	0,59	11,16	C	B
BOMBA SELO MECANICO	BOMBA RECALQUE - AGUA FRIA	1	1	5	0,50	12,17	12,17	60,83	0,50	12,17	C	C
BANCO CARGAS RESISTIVAS	BANCO CARGA RESISTIVA 01	2	1	1	19,93	6,08	6,06	6,06	19,93	6,08	A	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAC-02	3	1	6	4,72	4,06	4,05	18,24	3,36	8,12	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAC-06	1	1	6	2,00	12,17	12,16	18,24	3,36	8,12	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGP-01	1	1	6	0,17	12,17	12,17	14,60	2,77	8,11	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGP-06	2	1	6	1,50	6,08	6,08	14,60	2,77	8,11	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGP-07	2	1	6	6,63	6,08	6,07	14,60	2,77	8,11	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGP-10	1	1	4	2,58	12,17	12,16	48,66	2,58	12,17	C	C
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGS-03	2	1	10	0,54	6,08	6,08	30,42	1,21	10,14	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGS-08	1	1	10	2,10	12,17	12,16	30,42	1,21	10,14	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGS-09	1	1	10	1,00	12,17	12,17	30,42	1,21	10,14	C	B
BOMBA CENTRIFUGA	BOMBA CENTRIFUGA - BAGS-12	1	1	4	0,82	12,17	12,17	48,67	0,82	12,17	C	C
RESFRIADOR AGUA CHILLER CENTRIFUGA	CHILLER - 02	4	1	4	4,42	3,04	3,04	4,86	3,09	3,72	C	B
RESFRIADOR AGUA CHILLER CENTRIFUGA	CHILLER - 04	3	1	4	3,56	4,06	4,05	4,86	3,09	3,72	C	B
RESFRIADOR AGUA CHILLER CENTRIFUGA	CHILLER - 05	3	1	4	1,28	4,06	4,05	4,86	3,09	3,72	C	B
RESFRIADOR AGUA CHILLER PARAFUSO	CHILLER - 03	1	1	2	1,00	12,17	12,17	12,17	0,84	12,17	C	C
RESFRIADOR AGUA CHILLER PARAFUSO	CHILLER - 06	1	1	2	0,67	12,17	12,17	12,17	0,84	12,17	C	C
CONTROLADORA	GERENCIADOR	1	1	38	1,00	12,17	12,17	462,33	1,00	12,17	C	C
CONTROLADORA	CONTROLADORA - FCM-002	1	1	7	1,08	12,17	12,17	42,58	2,17	12,17	C	C
CONTROLADORA	CONTROLADORA - FCM-003	1	1	7	3,25	12,17	12,16	42,58	2,17	12,17	C	C
MEDIDOR CHAVE TRANSFERENCIA CTA - BT	CHAVE TRANSFERENCIA AUTOMATICA - CTA-FT-2-BT	1	1	13	1,50	12,17	12,16	79,08	1,24	12,17	C	C

### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 2)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
MEDIDOR CHAVE TRANSFERENCIA CTA - BT	POWER MANAGER -CTA-IL-1BT	1	1	13	0,97	12,17	12,17	79,08	1,24	12,17	C	C
CHAVE TRANSFERENCIA CTA - BT	POWER MANAGER TRANSFER - CTA-FT-1-BT	1	1	7	1,00	12,17	12,17	42,58	0,67	12,17	C	C
CHAVE TRANSFERENCIA CTA - BT	POWER MANAGER TRANSFER - CTA-IL-2-BT	1	1	7	0,33	12,17	12,17	42,58	0,67	12,17	C	C
CHAVE TRANSFERENCIA CTA - MT	POWER MANAGER TRANSFER - CTA-T-1C-MT	2	1	5	4,50	6,08	6,08	15,20	5,94	10,14	B	B
CHAVE TRANSFERENCIA CTA - MT	POWER MANAGER TRANSFER - CTA-T-2A-MT	1	1	5	1,00	12,17	12,17	15,20	5,94	10,14	B	B
CHAVE TRANSFERENCIA CTA - MT	POWER MANAGER TRANSFER - CTA-T-2C-MT	1	1	5	12,33	12,17	12,15	15,20	5,94	10,14	B	B
DISJUNTOR X1	DISJUNTOR X1 - PDU 01C	1	1	32	1,02	12,17	12,17	129,77	2,77	12,17	C	C
DISJUNTOR X1	DISJUNTOR X1 - PDU 07C	1	1	32	5,17	12,17	12,16	129,77	2,77	12,17	C	C
DISJUNTOR X1	DISJUNTOR X1 - PDU 16D	1	1	32	2,12	12,17	12,16	129,77	2,77	12,17	C	C
DISJUNTOR E2S 12	DISJUNTOR E2S 12 - QBT-T-2C	1	1	10	3,00	12,17	12,16	121,66	3,00	12,17	C	C
DISJUNTOR E3N 32	DISJUNTOR E2S 16 - QBT-T-2B	1	1	6	1,67	12,17	12,16	73,00	1,67	12,17	C	C
ELEVADOR SERVICO	ELEVADOR SERVICO	12	1	1	3,57	1,01	1,01	1,01	3,57	1,01	C	A
FANCOIL	FANCOILETE CASSETE FCI-01	1	1	6	0,98	12,17	12,17	12,17	0,99	12,17	C	C
FANCOIL	FANCOILETE CASSETE FCI-02	1	1	6	0,98	12,17	12,17	12,17	0,99	12,17	C	C
FANCOIL	FANCOILETE CASSETE FCI-03	1	1	6	1,00	12,17	12,17	12,17	0,99	12,17	C	C
FANCOIL	FANCOILETE CASSETE FCI-04	1	1	6	0,98	12,17	12,17	12,17	0,99	12,17	C	C
FANCOIL	FANCOILETE CASSETE FCI-05	1	1	6	0,98	12,17	12,17	12,17	0,99	12,17	C	C
FANCOIL	FANCOILETE CASSETE FCI-06	1	1	6	1,00	12,17	12,17	12,17	0,99	12,17	C	C
FANCOIL MODULAR	FANCOIL MODULAR - FCM-019	2	1	4	0,50	6,08	6,08	24,33	0,50	6,08	C	B
FANCOIL MODULAR	FANCOIL MODULAR - FCM-016	2	1	2	1,75	6,08	6,08	12,16	1,75	6,08	C	B
FANCOIL MODULAR	FANCOIL MODULAR - FCM-013	2	1	2	2,58	6,08	6,08	12,16	2,58	6,08	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-001	1	1	92	0,30	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-004	1	1	92	1,00	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-007	1	1	92	1,00	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-008	2	1	92	1,03	6,08	6,08	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-016	1	1	92	1,00	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B

### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 3)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-031	3	1	92	0,98	4,06	4,05	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-033	1	1	92	0,50	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-036	1	1	92	0,50	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-046	1	1	92	1,00	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-052	1	1	92	2,00	12,17	12,16	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-056	1	1	92	8,42	12,17	12,15	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-059	1	1	92	0,50	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-061	2	1	92	1,17	6,08	6,08	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-064	1	1	92	0,97	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-065	1	1	92	2,00	12,17	12,16	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-066	2	1	92	5,09	6,08	6,08	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-067	1	1	92	0,98	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-068	1	1	92	1,15	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-069	3	1	92	1,22	4,06	4,05	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-070	1	1	92	4,97	12,17	12,16	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-072	1	1	92	0,67	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-075	1	1	92	0,82	12,17	12,17	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-089	1	1	92	1,25	12,17	12,16	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-090	2	1	92	1,37	6,08	6,08	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-091	1	1	92	1,97	12,17	12,16	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-092	1	1	92	2,32	12,17	12,16	32,92	1,70	10,61	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-093	2	1	14	1,21	6,08	6,08	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-094	3	1	14	1,63	4,06	4,05	8,51	1,06	7,30	C	B

### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 4)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-095	2	1	14	0,29	6,08	6,08	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-096	3	1	14	0,86	4,06	4,05	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-097	3	1	14	1,48	4,06	4,05	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-099	1	1	14	0,25	12,17	12,17	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-103	2	1	14	2,17	6,08	6,08	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-104	1	1	14	0,33	12,17	12,17	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-105	1	1	14	0,25	12,17	12,17	8,51	1,06	7,30	C	B
FANCOIL PRECISAO	FANCOIL PRECISAO - FCP-106	2	1	14	2,17	6,08	6,08	8,51	1,06	7,30	C	B
FILTRO Y 3"	FILTRO Y 03" - FCP-008	1	1	106	0,50	12,17	12,17	214,94	0,56	12,17	C	C
FILTRO Y 3"	FILTRO Y 03" - FCP-015	1	1	106	1,00	12,17	12,17	214,94	0,56	12,17	C	C
FILTRO Y 3"	FILTRO Y 03" - FCP-035	1	1	106	0,33	12,17	12,17	214,94	0,56	12,17	C	C
FILTRO Y 3"	FILTRO Y 03" - FCP-066	1	1	106	0,50	12,17	12,17	214,94	0,56	12,17	C	C
FILTRO Y 3"	FILTRO Y 03" - FCP-098	1	1	106	0,50	12,17	12,17	214,94	0,56	12,17	C	C
FILTRO Y 3"	FILTRO Y 03" - FCP-0106	1	1	106	0,50	12,17	12,17	214,94	0,56	12,17	C	C
GERADOR	GERADOR - G-01A	3	1	6	1,04	4,06	4,05	3,31	4,06	4,14	B	B
GERADOR	GERADOR - G-01B	2	1	6	4,43	6,08	6,08	3,31	4,06	4,14	B	B
GERADOR	GERADOR - G-01C	8	1	6	1,31	1,52	1,52	3,31	4,06	4,14	B	B
GERADOR	GERADOR - G-02A	3	1	6	13,40	4,06	4,04	3,31	4,06	4,14	B	B
GERADOR	GERADOR - G-02B	4	1	6	2,23	3,04	3,04	3,31	4,06	4,14	B	B
GERADOR	GERADOR - G-02C	2	1	6	1,96	6,08	6,08	3,31	4,06	4,14	B	B
QUADRO AUTOMACAO	QUADRO AUTOMACAO - QAT	1	1	2	0,17	12,17	12,17	24,33	0,17	12,17	C	C
INVERSOR FREQUENCIA	INVERSOR FREQUENCIA FCM-005	1	1	13	3,50	12,17	12,16	158,16	3,50	12,17	C	C
INVERSOR FREQUENCIA	INVERSOR FREQUENCIA BAGS-03	1	1	6	2,03	12,17	12,16	73,00	2,03	12,17	C	C
MOTOR EL. 06CV 1735RPM 3F/3800V	MOTOR ELETRICO - BAGS-04	1	1	4	0,83	12,17	12,17	16,22	0,38	12,17	C	C
MOTOR EL. 06CV 1735RPM 3F/3800V	MOTOR ELETRICO - BAGS-05	1	1	4	0,17	12,17	12,17	16,22	0,38	12,17	C	C
MOTOR EL. 06CV 1735RPM 3F/3800V	MOTOR ELETRICO - BAGS-12	1	1	4	0,15	12,17	12,17	16,22	0,38	12,17	C	C
MOTOR EL. 10CV 1760RPM 3F/380V	MOTOR ELETRICO - BAGS-07	1	1	6	0,17	12,17	12,17	36,50	0,21	12,17	C	C
MOTOR EL. 10CV 1760RPM 3F/380V	MOTOR ELETRICO - BAGS-14	1	1	6	0,25	12,17	12,17	36,50	0,21	12,17	C	C

### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 5)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
MOTOR EL. 30CV 1760RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAGP-03	1	1	6	0,25	12,17	12,17	18,25	2,02	12,17	C	C
MOTOR EL. 30CV 1760RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAGP-06	1	1	6	0,50	12,17	12,17	18,25	2,02	12,17	C	C
MOTOR EL. 30CV 1760RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAGP-07	1	1	6	5,00	12,17	12,16	18,25	2,02	12,17	C	C
MOTOR EL. 30CV 1760RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAGP-08	1	1	6	2,33	12,17	12,16	18,25	2,02	12,17	C	C
MOTOR EL. 50CV 1770RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAGS-01	1	1	10	0,33	12,17	12,17	40,56	0,22	12,17	C	C
MOTOR EL. 50CV 1770RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAC-09	1	1	10	0,15	12,17	12,17	40,56	0,22	12,17	C	C
MOTOR EL. 50CV 1770RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAC-05	1	1	10	0,17	12,17	12,17	40,56	0,22	12,17	C	C
MOTOR EL. 75CV 1780RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAC-01	1	1	6	0,25	12,17	12,17	18,25	0,53	10,14	C	B
MOTOR EL. 75CV 1780RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAC-06	2	1	6	0,58	6,08	6,08	18,25	0,53	10,14	C	B
MOTOR EL. 75CV 1780RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAC-07	1	1	6	0,75	12,17	12,17	18,25	0,53	10,14	C	B
MOTOR EL. 3CV 1730 RPM 3F/480V	MOTOR ELETRICO - FCM-007	1	1	8	4,00	12,17	12,16	48,66	4,25	12,17	B	C
MOTOR EL. 3CV 1730 RPM 3F/480V	MOTOR ELETRICO - FCM-008	1	1	8	4,50	12,17	12,16	48,66	4,25	12,17	B	C
MOTOR EL. 12,5 CV 1765 RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAGP-09	1	1	4	0,15	12,17	12,17	24,33	0,15	12,17	C	C
MOTOR EL. 12,5 CV 1765 RPM 3F/440V	MOTOR ELETRICO - BAGP-10	1	1	4	0,15	12,17	12,17	24,33	0,15	12,17	C	C
MODULO VENTILADOR	MODULO VENTILADOR - FCP-004 - 01	1	1	304	7,83	12,17	12,16	739,73	5,16	12,17	B	C
MODULO VENTILADOR	MODULO VENTILADOR - FCP-004 - 02	1	1	304	6,50	12,17	12,16	739,73	5,16	12,17	B	C
MODULO VENTILADOR	MODULO VENTILADOR - FCP-023 - 02	1	1	304	3,50	12,17	12,16	739,73	5,16	12,17	B	C
MODULO VENTILADOR	MODULO VENTILADOR - FCP-071 - 01	1	1	304	7,50	12,17	12,16	739,73	5,16	12,17	B	C
MODULO VENTILADOR	MODULO VENTILADOR - FCP-091 - 01	1	1	304	0,47	12,17	12,17	739,73	5,16	12,17	B	C
SMART UPS VT	NOBREAK SMART 01 - SUVT-C	2	1	6	8,33	6,08	6,07	24,32	6,00	9,13	B	B
SMART UPS VT	NOBREAK SMART 02 - SUVT-B	1	1	6	3,67	12,17	12,16	24,32	6,00	9,13	B	B
NOBREAK UPS	NOBREAK -1A	1	1	8	1,50	12,17	12,16	32,44	1,25	12,17	C	C
NOBREAK UPS	NOBREAK -1B	1	1	8	0,92	12,17	12,17	32,44	1,25	12,17	C	C
NOBREAK UPS	NOBREAK -1D	1	1	8	1,33	12,17	12,16	32,44	1,25	12,17	C	C
PAINEL ELETRICO GERAL BAIXA TENSAO	PAINEL ELETRICO - QAC-33-FCP-UPS	1	1	49	3,00	12,17	12,16	198,72	2,32	9,13	C	B

### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 6)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
PAINEL ELETRICO GERAL BAIXA TENSÃO	PAINEL ELETRICO - QAC-34-FCP-UPS	2	1	49	1,63	6,08	6,08	198,72	2,32	9,13	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO	CUBICULO 01 - Q1 - QBT-T-1C	1	1	23	0,42	12,17	12,17	69,96	0,87	8,12	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO	CUBICULO 01 - Q1 - QBT-T-2C	3	1	23	1,32	4,06	4,05	69,96	0,87	8,12	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO - SUBESTACAO	CUBICULO 01 - QBT-FT-1	2	1	38	2,50	6,08	6,08	35,56	1,70	7,53	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO - SUBESTACAO	CUBICULO 01 - QBT-IL-1	1	1	38	4,00	12,17	12,16	35,56	1,70	7,53	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO - SUBESTACAO	CUBICULO 1 - L/2 - QBT-T-1B	2	1	38	0,74	6,08	6,08	35,56	1,70	7,53	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO - SUBESTACAO	CUBICULO 1 - L/1 - QBT-T-1A	2	1	38	0,62	6,08	6,08	35,56	1,70	7,53	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO - SUBESTACAO	CUBICULO 5 - PC-05	1	1	38	2,25	12,17	12,16	35,56	1,70	7,53	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO - SUBESTACAO	CUBICULO 1 - L/2 - QBT-T-2B	2	1	38	1,02	6,08	6,08	35,56	1,70	7,53	C	B
PAINEL GERAL BAIXA TENSÃO - SUBESTACAO	CUBICULO 01 - QBT-IL-2	3	1	38	0,77	4,06	4,05	35,56	1,70	7,53	C	B
PAINEL GERAL MEDIA TENSÃO - CUBICULO	CUBICULO 01 - CPG-2 - PG01 - CDG-2	1	1	30	4,00	12,17	12,16	182,50	2,17	12,17	C	C
PAINEL GERAL MEDIA TENSÃO - CUBICULO	CUBICULO 05 - CDC-2 - PC-05	1	1	30	0,33	12,17	12,17	182,50	2,17	12,17	C	C
PAINEL DISTRIBUICAO PDU	PDU 01C	1	1	34	0,50	12,17	12,17	413,67	0,50	12,17	C	C
CONTROLADORA AUTOMACAO	CUBICULO 12 - QAC-16 - AUTOMACAO	2	1	2	2,00	6,08	6,08	12,16	2,00	6,08	C	B
CUBICULO FORCA/COMANDO	CUBICULO 03 - QAC-15 - COMANDO CONJUNTO MOTOBOMBA - BAGS	2	1	16	4,29	6,08	6,08	48,66	2,26	10,14	C	B
CUBICULO FORCA/COMANDO	CUBICULO 04 - QAC-15 - COMANDO CONJUNTO MOTOBOMBA - BAGP	1	1	16	1,50	12,17	12,16	48,66	2,26	10,14	C	B
CUBICULO FORCA/COMANDO	CUBICULO 10 - QAC-16 - COMANDO CONJUNTO MOTOBOMBA - BAGP	1	1	16	1,00	12,17	12,17	48,66	2,26	10,14	C	B
PAINEL BAIXA TENSÃO - CAG	CUBICULO 01 - QAC-15 - DISJUNTOR E2N20	1	1	4	0,32	12,17	12,17	48,67	0,32	12,17	C	C
PAINEIS BT - QAC	CUBICULO 01 - QAC-PD-S-1	1	1	4	2,33	12,17	12,16	48,66	2,33	12,17	C	C
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 08-03B - (AY-40)	1	1	100	0,12	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 05-03A - (CC-22)	1	1	100	0,65	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B



### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 7)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 07-01A - (BD-40)	1	1	100	0,18	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 12-03B - (CW-38)	1	1	100	3,33	12,17	12,16	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 14-02B - (BT-21)	1	1	100	0,20	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 14-01B - (CC-21)	2	1	100	0,33	6,08	6,08	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 11-01A - (DE-03)	1	1	100	0,20	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 16-03B - (DB-02)	1	1	100	1,25	12,17	12,16	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 02-02D - (CW-40)	1	1	100	0,50	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 02-03D - (DE-22)	1	1	100	0,18	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 03-03C - (CW-03)	1	1	100	1,00	12,17	12,17	86,90	0,68	11,16	C	B
PAINEL DISTRIBUICAO PDR	PDR 04-03D - (BT-40)	2	1	100	0,23	6,08	6,08	86,90	0,68	11,16	C	B
PORTA ECLUSA	PORTA ECLUSA 01 TEL4	3	1	4	0,47	4,06	4,05	4,05	1,32	4,31	C	B
PORTA ECLUSA	PORTA ECLUSA 02 TEL4	4	1	4	2,54	3,04	3,04	4,05	1,32	4,31	C	B
PORTA ECLUSA	PORTA ECLUSA 01 TEL3	3	1	4	1,67	4,06	4,05	4,05	1,32	4,31	C	B
PORTA ECLUSA	PORTA ECLUSA 02 TEL3	2	1	4	0,58	6,08	6,08	4,05	1,32	4,31	C	B
PORTAO	PORTAO DE ACESSO	1	1	1	8,92	12,17	12,15	12,15	8,92	12,17	A	C
SISTEMA PCS - PAINEL SINOTICO	PCS-1	4	1	10	2,50	3,04	3,04	20,27	3,75	4,56	C	B
SISTEMA PCS - PAINEL SINOTICO	PCS-2	2	1	10	5,00	6,08	6,08	20,27	3,75	4,56	C	B
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO	QUADRO AUTOMACAO - QDCA-1	1	1	4	1,00	12,17	12,17	24,33	0,64	12,17	C	C
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO	QUADRO AUTOMACAO - QDCA-2	1	1	4	0,27	12,17	12,17	24,33	0,64	12,17	C	C
QUADRO ELETRICO ILUMINACAO	QUADRO ELETRICO - QTL-SE-S-1	1	1	27	3,50	12,17	12,16	328,50	3,50	12,17	C	C
QUADRO AUTOMACAO CONTROLE ACESSO	QUADRO AUTOMACAO	1	1	14	140,33	12,17	11,97	170,14	140,33	12,17	A	C
QUADRO AUTOMACAO CONTROLE ACESSO	QUADRO AUTOMACAO - QAD-SS	2	1	7	2,50	6,08	6,08	28,39	1,50	9,13	C	B
QUADRO AUTOMACAO CONTROLE ACESSO	QUADRO AUTOMACAO UCL-10	1	1	7	0,50	12,17	12,17	28,39	1,50	9,13	C	B
QUADRO AUTOMACAO DAMPER	QUADRO AUTOMACAO - QCSD-01 - SETOR-01	1	1	28	0,50	12,17	12,17	56,78	0,90	10,95	C	B

### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 8)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
QUADRO AUTOMACAO DAMPER	QUADRO AUTOMACAO - QCSD-07 - SETOR-07	2	1	28	1,50	6,08	6,08	56,78	0,90	10,95	C	B
QUADRO AUTOMACAO DAMPER	QUADRO AUTOMACAO - QCSD-08 - SETOR-08	1	1	28	1,00	12,17	12,17	56,78	0,90	10,95	C	B
QUADRO AUTOMACAO DAMPER	QUADRO AUTOMACAO - QCSD-10 - SETOR-10	1	1	28	0,50	12,17	12,17	56,78	0,90	10,95	C	B
QUADRO AUTOMACAO DAMPER	QUADRO AUTOMACAO - QCSD-05 - SETOR-05	1	1	28	1,00	12,17	12,17	56,78	0,90	10,95	C	B
QUADRO ELETRICO BAIXA TENSÃO	QUADRO ELETRICO - QFB-SK-1	1	1	119	0,78	12,17	12,17	482,60	7,14	9,13	B	B
QUADRO ELETRICO BAIXA TENSÃO	QUADRO ELETRICO - QD-COMPRESSOR-1 - DAMPERS	2	1	119	13,50	6,08	6,06	482,60	7,14	9,13	B	B
RESERVATORIO AGUA COMBATE INCENDIO	RESERVATORIO SPRINKS A - SISTEMA INCENDIO	3	1	2	3,67	4,06	4,05	8,11	3,67	4,06	C	B
RETIFICADOR 48VDC	RETIFICADOR 1 - INFRA 1 - SALA BATERIAS	1	1	2	1,03	12,17	12,17	24,33	1,03	12,17	C	C
SISTEMA DOSADOR AGUA CONDENSADA	DOSADOR AGUA CONDENSADA 01	1	1	8	27,25	12,17	12,13	97,30	27,25	12,17	A	C
SERVIDOR AUTOMACAO	SERVIDOR AUTOMACAO 11 - UNMS	1	1	10	0,17	12,17	12,17	121,67	0,17	12,17	C	C
SERVIDOR	SERVIDOR AUTOMACAO	3	1	1	65,22	4,06	3,96	3,96	65,22	4,06	A	B
SERVIDOR	SERVIDOR CONF: 61808	4	1	1	1,33	3,04	3,04	3,04	1,33	3,04	C	B
SISTEMA AREA PREDIAL	SISTEMA PREDIAL	1	1	22	0,52	12,17	12,17	133,83	0,85	12,17	C	C
SISTEMA AREA PREDIAL	SISTEMA PREDIAL	1	1	22	1,17	12,17	12,17	133,83	0,85	12,17	C	C
SISTEMA DETECCAO ALARME INCENDIO - SPRINKLERS	SPRINKLER CASA DE MAQUINAS	1	1	9	3,42	12,17	12,16	109,50	3,42	12,17	C	C
CHAVE ESTATICA	STS 04D - MGE-400	1	1	32	4,50	12,17	12,16	194,66	3,79	12,17	C	C
CHAVE ESTATICA	STS 16B - MGE-400	1	1	32	3,08	12,17	12,16	194,66	3,79	12,17	C	C
TORRE RESFRIAMENTO	TORRE RESFRIAMENTO AGUA - TR-01	1	1	8	2,00	12,17	12,16	8,84	2,37	7,30	C	B
TORRE RESFRIAMENTO	TORRE RESFRIAMENTO AGUA - TR-05	3	1	8	1,33	4,06	4,05	8,84	2,37	7,30	C	B
TORRE RESFRIAMENTO	TORRE RESFRIAMENTO AGUA - TR-06	1	1	8	1,82	12,17	12,16	8,84	2,37	7,30	C	B
TORRE RESFRIAMENTO	TORRE RESFRIAMENTO AGUA - TR-07	3	1	8	2,61	4,06	4,05	8,84	2,37	7,30	C	B
TORRE RESFRIAMENTO	TORRE RESFRIAMENTO AGUA - TR-08	3	1	8	4,11	4,06	4,05	8,84	2,37	7,30	C	B
TRANSFORMADO R A SECO MEDIA TENSÃO	TRANSFORMADO R - TF-1A	1	1	6	0,33	12,17	12,17	14,60	1,12	10,65	C	B

### Classificação de confiabilidade e manutenibilidade dos ativos Cont. (Parte 9)

Nome da Família de Equipamentos	Nome do Ativo	Nº Falhas	Ativos	Família	MTTR (h) (Ativo)	MTBF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Ativo)	MTTF (Meses) (Família)	MTTR (h) (Ativo) (Média)	MTBF (Meses) (Ativo) (Média)	Manut.	Confia.
TRANSFORMADORA SECO MEDIA TENSÃO	TRANSFORMADORA - TF-1B	2	1	6	3,34	6,08	6,08	14,60	1,12	10,65	C	B
TRANSFORMADORA SECO MEDIA TENSÃO	TRANSFORMADORA - TF-1C	1	1	6	0,57	12,17	12,17	14,60	1,12	10,65	C	B
TRANSFORMADORA SECO MEDIA TENSÃO	TRANSFORMADORA - TF-2A	1	1	6	0,25	12,17	12,17	14,60	1,12	10,65	C	B
TUBULACAO PROCESSO AGUA GELADA	TUBULACAO PROCESSO AGUA GELADA	1	1	6	0,50	12,17	12,17	24,33	0,63	9,13	C	B
TUBULACAO PROCESSO AGUA GELADA	TUBULACAO PROCESSO AGUA GELADA	2	1	6	0,75	6,08	6,08	24,33	0,63	9,13	C	B
VENTILADOR DE GABINETE	VENTILADOR 03	2	1	3	6,25	6,08	6,07	18,24	6,25	6,08	B	B

## II- Classificação das famílias da IF (Parte 1)

Nome Família de Equipamentos	Segurança	Redundância	Confiabilidade	Manutenibilidade	Classe dos Ativos
AREA	A	A	B	C	Classe A
ATUADOR ELETRICO VALVULA MOTORIZADA - 030	C	C	C	C	Classe C
ATUADOR ELETRICO VALVULA MOTORIZADA - 708	C	C	C	C	Classe C
BOMBA GAXETA	B	C	C	C	Classe C
BOMBA SELO MECANICO	B	C	C	C	Classe C
BANCO BATERIAS SELADAS	A	C	C	C	Classe A
CUBICULO BANCO CARGAS RESISTIVAS	B	C	C	C	Classe C
BANCO CARGAS RESISTIVAS	B	C	B	A	Classe B
BOMBA SUBMERSA	B	C	C	C	Classe C
BEBEDOURO PRESSAO	C	C	C	C	Classe C
BOMBA OLEO DIESEL	B	C	C	C	Classe C
BOMBA CENTRIFUGA INI-150/315	B	C	B	C	Classe C
BOMBA CENTRIFUGA INI-150/200	B	C	B	C	Classe C
BOMBA CENTRIFUGA INI-100/160	B	C	C	C	Classe C
BOMBA CENTRIFUGA INI-125/250	B	C	B	C	Classe C
BOMBA CENTRIFUGA INI-50/250	B	C	C	C	Classe C
BOMBA CENTRIFUGA INI-65/250	B	C	C	C	Classe C
BUSWAY	A	C	C	C	Classe A
BUSWAY CORREDORES TECNICOS	A	C	C	C	Classe A
BUSWAY SUBESTAÇÃO	A	C	C	C	Classe A
BUSWAY SAIDA	A	C	C	C	Classe A
RESFRIADOR AGUA CHILLER	B	C	C	C	Classe C
RESFRIADOR AGUA CHILLER CENTRIFUGA	B	C	B	C	Classe C
RESFRIADOR AGUA CHILLER PARAFUSO	B	C	C	C	Classe C
CONJUNTO MOTOBOMBA	B	C	C	C	Classe C
CONJUNTO MOTOCOMPRESSOR	B	C	C	C	Classe C
CILINDRO CO2 120 Kg	A	C	C	C	Classe A
CILINDRO GAS 350 Kg	A	C	C	C	Classe A
CILINDRO GAS 230 Kg	A	C	C	C	Classe A
CONTROLADORA MS-FEC-2610	C	C	C	C	Classe C
CONTROLADORA IOM-4710	C	C	C	C	Classe C
CONTROLADORA MS-FEC-2620	C	C	C	C	Classe C
COMPRESSOR PARAFUSO - 87,43M³/H	B	C	C	C	Classe C
COMPRESSOR MONOBLOCO - 85L/M - 1	B	C	C	C	Classe C
CHAVE SECCIONADORA MT - CM 1	A	C	C	C	Classe A
CHAVE TRANSFERENCIA CTA - BT	A	C	C	C	Classe A
CHAVE TRANSFERENCIA CTA - MT	A	C	C	C	Classe A
CHAVE TRANSFERENCIA AUTOMATICA BAIXA TENSAO	A	C	C	C	Classe A
CHAVE TRANSFERENCIA AUTOMATICA MEDIA TENSAO	A	C	C	C	Classe A
CAIXA D'AGUA COMPENSACAO CONDENSADA	B	C	C	C	Classe C
CAIXA UMDIFICACAO	B	C	C	C	Classe C
CAIXA UMDIFICACAO	B	C	C	C	Classe C

### Classificação das famílias da IF Cont. (Parte 2)

Nome Família de Equipamentos	Segurança	Redundância	Confiabilidade	Manutenabilidade	Classe dos Ativos
DAMPER CORTA FOGO	C	C	C	C	Classe C
DISJUNTOR X1	A	A	C	C	Classe A
DISJUNTOR E2S 12	A	C	C	C	Classe A
DISJUNTOR E2S 16	A	C	C	C	Classe A
DISJUNTOR E2S 20	A	C	C	C	Classe A
DISJUNTOR ABERTO E3N 32	A	C	C	C	Classe A
DISJUNTOR BAIXA TENSAO	A	C	C	C	Classe A
DISJUNTOR MEDIA TENSAO	A	C	C	C	Classe A
DISJUNTOR PLUG IN	A	C	C	C	Classe A
ELEVADOR	A	C	C	C	Classe A
ELEVADOR SERVICO	A	C	A	C	Classe A
EXAUSTOR	C	C	C	C	Classe C
EXAUSTOR AXC 200B	C	C	C	C	Classe C
EXAUSTOR GVS 9/9	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL MODULAR	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL PRECISAO	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL MODULAR	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL MODULAR WD03	C	C	B	C	Classe C
FANCOIL MODULAR WD12	C	C	B	C	Classe C
FANCOIL MODULAR WD02	C	C	B	C	Classe C
FANCOIL MODULAR WD10	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL MODULAR WD08EA	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL MODULAR WD14	C	C	C	C	Classe C
FANCOIL PRECISAO L12	C	C	B	C	Classe C
FANCOIL PRECISAO M55	C	C	B	C	Classe C
FILTRO AGUA	C	C	C	C	Classe C
FILTRO PRENSA	C	C	C	C	Classe C
FILTRO Y 3"	C	C	C	C	Classe C
GRUPO MOTOGERADOR	A	C	C	C	Classe A
CARREGADOR BATERIAS GERADOR	B	C	C	C	Classe C
GERADOR	A	C	B	B	Classe A
PAINEL AUTOMACAO BAIXA TENSAO 220V/10A	C	C	C	C	Classe C
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO 220V/10A	C	C	C	C	Classe C
RESISTOR NEUTRO	C	C	C	C	Classe C
SUPRESSOR SURTO GERADOR	C	C	C	C	Classe C
TANQUE DIESEL DIARIO GERADOR	A	C	C	C	Classe A
INVERSOR FREQUENCIA CN 6,9A	B	C	C	C	Classe C
INVERSOR FREQUENCIA 42A	B	C	C	C	Classe C
INVERSOR FREQUENCIA 14,5A	B	C	C	C	Classe C
INVERSOR FREQUENCIA 8,2A	B	C	C	C	Classe C
INVERSOR FREQUENCIA 65A	B	C	C	C	Classe C
SISTEMA DETECAAO ALARME INCENDIO	B	C	C	C	Classe C

### Classificação das famílias da IF Cont. (Parte 3)

Nome Família de Equipamentos	Segurança	Redundância	Confiabilidade	Manutenabilidade	Classe dos Ativos
SISTEMA DETECCAO ALARME INCENDIO - SENSOR FUMACA	B	C	C	C	Classe C
SISTEMA DETECCAO ALARME INCENDIO	A	C	C	C	Classe A
SISTEMA DETECCAO ALARME INCENDIO - SPRINKLERS	A	C	C	C	Classe A
CONTROLE ACESSO - LEITORAS	B	C	B	C	Classe C
MEDIDOR CHAVE TRANSFERENCIA CTA - BT	C	C	C	C	Classe C
MEDIDOR CHAVE TRANSFERENCIA CTA - MT	C	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 112M 06CV 1735RPM 3F/3800V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 132S 10CV 1760RPM 3F/380V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 180M 30CV 1760RPM 3F/440V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 200L 50CV 1770RPM 3F/440V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 225SM 75CV 1780RPM 3F/440V	B	C	B	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 132M 15CV 1780RPM 3F/440V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. KCEL 48/56 1/2CV 1760RPM 220V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 90L 3CV 1730 RPM 3F/480V	B	C	C	B	Classe C
MOTOR EL. WEG 132M 12,5 CV 1765 RPM 3F/440V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR EL. WEG 225SM 20CV 585RPM 3F/440V	B	C	C	C	Classe C
MOTOR ELETRICO FILTRO PRENSA	B	C	C	C	Classe C
MODULO VENTILADOR	C	C	C	B	Classe C
NOBREAK SMART	A	C	C	C	Classe A
SMART UPS VT	A	C	B	B	Classe A
NOBREAK UPS	A	C	C	C	Classe A
PAINEL AUTOMACAO BAIXA TENSAO	C	C	C	C	Classe C
POWER DISTRIBUTION RACK - PDR	A	A	C	C	Classe A
POWER DISTRIBUTION UNIT - PDU	A	A	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO	A	C	B	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - I: 1000V - 480V/190A	A	C	B	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - I: 65KA - 480V/250A	B	C	C	C	Classe C
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - I: 1000V - 380V/400A	A	C	B	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - I: 1000V - 480V/1600A	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO MEDIA TENSAO - I: 17.5KV - 13.8KV/1250A	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO MEDIA TENSAO	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO MEDIA TENSAO - I: 17.5KV - 13.8KV/1250A	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - CARGA RESISTIVA	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - I: 30KA - 208V/800A	A	A	C	C	Classe A
CONTROLADORA AUTOMACAO	C	C	B	C	Classe C
PAINEL AUTOMACAO BAIXA TENSAO - I: 1000V - 480V/200A	C	C	B	C	Classe C

### Classificação das famílias da IF Cont. (Parte 4)

Nome Família de Equipamentos	Segurança	Redundância	Confiabilidade	Manutenabilidade	Classe dos Ativos
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - 480V/160A	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - I: 65KA - 480V/630A	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO BAIXA TENSAO - I: 1000V - 208V/400A	A	A	B	C	Classe A
PORTA ECLUSA	C	C	C	C	Classe C
PCS	A	C	C	C	Classe A
PAINEL ELETRICO MEDIA TENSAO - PCS	A	C	B	C	Classe A
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO	C	C	C	C	Classe C
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO - 220V/50A	C	C	C	C	Classe C
QUADRO AUTOMACAO	C	C	C	C	Classe C
QUADRO ELETRICO BAIXA TENSAO - 220V/25A	B	C	C	C	Classe C
QUADRO ELETRICO BAIXA TENSAO - 220V/32A	B	C	C	C	Classe C
QUADRO AUTOMACAO - CONTROLE ACESSO	C	C	C	A	Classe C
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO - 220V/32A	C	C	B	C	Classe C
QUADRO ELETRICO RETIFICADOR	B	C	C	C	Classe C
QUADRO AUTOMACAO DAMPER	C	C	B	C	Classe C
QUADRO ELETRICO BAIXA TENSAO - 380V/160A	B	C	C	C	Classe C
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO - 24V/80mA	C	C	C	C	Classe C
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO - 24V	C	C	C	C	Classe C
QUADRO ELETRICO BAIXA TENSAO - 220V/40A	B	C	C	C	Classe C
QUADRO ELETRICO METALICO - COMPRESSOR	B	C	C	C	Classe C
QUADRO ELETRICO BAIXA TENSAO	B	C	B	B	Classe B
QUADRO ELETRICO FILTRO PRENSA	B	C	C	C	Classe C
QUADRO FORCA/COMANDO ELETRICO	B	C	C	C	Classe C
RACK	B	C	C	C	Classe C
RESERVATORIO AGUA COMBATE INCENDIO	B	C	B	C	Classe C
WIFI SISTEMA PRISMA	C	C	C	C	Classe C
RELE PROTECAO - SEL	A	C	C	C	Classe A
RESISTOR NEUTRO GERADOR	C	C	C	C	Classe C
RESISTENCIA UMIDIFICADOR	C	C	C	C	Classe C
RETIFICADOR 48VDC	A	C	C	C	Classe A
QUADRO AUTOMACAO BAIXA TENSAO - 220V/16A	C	C	C	C	Classe C
SISTEMA AREA PREDIAL	A	A	C	C	Classe A
SISTEMA DOSADOR AGUA CONDENSADA	C	C	C	A	Classe C
SISTEMA DOSAGEM AGUA GELADA	C	C	C	C	Classe C
DOSADOR AGUA GELADA	C	C	C	C	Classe C
DAMPER CORTA FOGO	C	C	C	C	Classe C
SERVIDOR AUTOMACAO	C	C	C	C	Classe C
SERVIDOR DE AUTOMACAO	C	C	C	C	Classe C

### Classificação das famílias da IF Cont. (Parte 5)

Nome Família de Equipamentos	Segurança	Redundância	Confiabilidade	Manutenabilidade	Classe dos Ativos
BATERIAS NOBREAK	C	C	B	C	Classe C
SISTEMA	A	C	C	C	Classe A
SISTEMA PURGA - CENTRIFUGA	C	C	C	C	Classe C
SOFT STARTER 100A	B	C	C	C	Classe C
SOFT STARTER 60A	B	C	C	C	Classe C
SOFT STARTER 34A	B	C	C	C	Classe C
SOFT STARTER 170A	B	C	C	C	Classe C
SISTEMA PROTECAO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS	B	C	C	C	Classe C
SPDA EQUIPOTENCIALIZACAO	B	C	C	C	Classe C
SISTEMA AREA PREDIAL	A	A	C	C	Classe A
STATIC TRANSFER SWITCHES - STS	A	B	C	C	Classe A
SUPRESSOR SURTO GERADOR	C	C	C	C	Classe C
TELEFONE EMERGENCIA BRIGADA	C	C	C	C	Classe C
TORRE RESFRIAMENTO	B	C	C	C	Classe C
TORRE RESFRIAMENTO CAG	B	C	B	C	Classe C
TANQUE OLEO DIESEL	A	C	C	C	Classe A
TRANSFORMADOR STS	A	A	C	C	Classe A
TRANSFORMADOR POTENCIA	B	C	C	C	Classe C
TRANSFORMADOR A SECO	A	C	C	C	Classe A
TRANSFORMADOR A SECO BAIXA TENSAO	A	C	C	C	Classe A
TRANSFORMADOR A SECO MEDIA TENSAO	A	C	B	C	Classe A
TUBULACAO PROCESSO AGUA GELADA	B	C	B	C	Classe C
TUBULACAO PROCESSO AGUA FRIA	B	C	C	C	Classe C
TUBULACAO PROCESSO AGUA CONDENSADA	B	C	C	C	Classe C
TUBULACAO AR COMPRIMIDO	B	C	C	C	Classe C
NOBREAK UPS	A	C	C	C	Classe A
VALVULA MOTORIZADA	C	C	C	C	Classe C
VALVULA BORBOLETA WAFER 04"	C	C	C	C	Classe C
VALVULA BORBOLETA WAFER 06"	C	C	C	C	Classe C
VALVULA BORBOLETA WAFER 10" - MOTORIZADA	C	C	C	C	Classe C
VALVULA BORBOLETA WAFER 14" - MOTORIZADA	C	C	C	C	Classe C
VASO PRESSAO	A	C	C	C	Classe A
VASO PRESSAO	A	C	C	C	Classe A
VENTILADOR DE GABINETE	C	C	B	B	Classe B
VENTILADOR PRESSURIZACAO ESCADA	C	C	C	C	Classe C