

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Software e Engenharia Eletrônica

Proposta de um CMMS para Manutenção de Equipamentos na Universidade de Brasília

Autor: Ana Carolina Lopes da Silva
Paulo Henrique Bernardo Melo
Orientador: Professor Dr. Edgard Costa Oliveira

Brasília, DF
2017



Ana Carolina Lopes da Silva
Paulo Henrique Bernardo Melo

Proposta de um CMMS para Manutenção de Equipamentos na Universidade de Brasília

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software e Engenharia Eletrônica da Universidade de Brasília, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software e Engenharia Eletrônica .

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Professor Dr. Edgard Costa Oliveira

Brasília, DF

2017

Ana Carolina Lopes da Silva
Paulo Henrique Bernardo Melo
Proposta de um CMMS para Manutenção de Equipamentos na Universidade
de Brasília/ Ana Carolina Lopes da Silva
Paulo Henrique Bernardo Melo. – Brasília, DF, 2017-
104 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Professor Dr. Edgard Costa Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2017.

1. manutenção. 2. equipamento eletrônico. I. Professor Dr. Edgard Costa
Oliveira. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Proposta de
um CMMS para Manutenção de Equipamentos na Universidade de Brasília

CDU

Ana Carolina Lopes da Silva
Paulo Henrique Bernardo Melo

Proposta de um CMMS para Manutenção de Equipamentos na Universidade de Brasília

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software e Engenharia Eletrônica da Universidade de Brasília, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software e Engenharia Eletrônica .

Trabalho aprovado. Brasília, DF, :

Professor Dr. Edgard Costa Oliveira
Orientador

Professora Dra. Edna Dias Canedo
Convidado 1

Professor Dr. Leonardo Aguayo
Convidado 2

Brasília, DF
2017

Agradecimentos

Ana Carolina

Agradeço à Deus por sempre me fortalecer e por me acompanhar durante toda essa caminhada, pelas vitórias e pelas derrotas, mas acima de tudo, por nunca me abandonar e nunca desistir de mim. Agradeço à Deus, por toda graça que me concedeu.

Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional, pelo amor e suporte, pelo leva e traz para que eu pudesse fazer trabalho, pelas refeições de madrugada, por sempre estarem ao meu lado nas situações de emergência, pelas conversas encorajadoras e pelos tantos momentos de risos e choro. Obrigada por serem o melhor exemplo que eu poderia ter, de ser humano, cidadã, pelos ensinamentos e pelas broncas.

Agradeço à minha irmã pelo amor, suporte, conversas, não conversas, por compartilhar a sofrença de ser um universitário, pelos risos, brigas, trocas de experiências e pelo crescimento que sempre tivemos juntas.

Agradeço à minha família, pai, mãe e irmã, por SEMPRE caminharmos juntos, em TODOS os momentos. Vocês são o melhor e maior presente que Deus me deu.

Agradeço ao professor Edgard, pela orientação, as conversas, o carinho, o jeito leve e sempre com muita consideração de tratar todos os seus alunos.

Por fim, gostaria de dizer que sou muito grata à todos os meus professores, aos rígidos, engraçados, desencanados, exigentes, todos vocês fizeram parte da minha formação e do meu crescimento pessoal.

Paulo

Agradeço à Deus pelo seu amor e cuidado que me fez ter forças para superar as dificuldades.

Agradeço à Universidade de Brasília, seu corpo docente, direção e administração que me oportunizam a chance e as ferramentas da formação superior.

Agradeço ao querido professor Edgard Costa, pela orientação, suporte e tempo despendido em todas as reuniões sempre cheias de boas ideias e incentivos e ao Professor Leonardo Aguayo pelas sugestões e pelo apoio.

Agradeço aos meus pais e irmãos, pelo amor, incentivo, dedicação e paciência ao longo de todos esses anos, tornando meu caminho mais fácil e prazeroso.

Por fim, agradeço a todos que diretamente ou indiretamente fazem parte da minha formação, em especial à Ricardo Frateschi pela sua ajuda e revisão.

Resumo

Este trabalho apresenta a importância do gerenciamento da manutenção dos ativos de uma organização, tendo como enfoque os equipamentos eletrônicos, que por vezes possuem suas manutenções negligenciadas, sendo encaradas como uma fonte de despesa que não apresenta um retorno perceptível. São aqui apresentados os fundamentos da Gestão da Manutenção destes Equipamentos, trazendo os principais tipos de manutenção descritos na literatura, também são apresentados padrões e técnicas que regem a gestão de ativos (ISO 5500x e a PAS 55). A fundamentação obtida na literatura demonstra que uma má gestão das manutenções desperdiça recursos, trazendo gastos extras e não planejados e também gera soluções precárias e tardias que elevam a taxa de indisponibilidade dos ativos. Para sanar estes problemas a bibliografia define os principais tipos de manutenção: Corretiva, preventiva, preditiva, e proativa, bem como afirma que não existe uma solução geral para o problema, cabendo ao contexto e a natureza da tarefa em que esses equipamentos são aplicados a definição da melhor maneira de agir, sendo a solução particular para cada caso. Sendo assim, esta pesquisa retrata o atual modo gestão da manutenção de equipamentos eletrônicos empregados pela Diretoria de Manutenção de Equipamentos da Universidade de Brasília (DIMEQ/UNB) e desenha alguns de seus processos, para então sugerir melhores técnicas de controle, planejamento e coordenação para se ter ativos que possam gerar valor ao negócio, empregando na solução conceitos como Tempo Médio de Falha, Tempo Médio de Reparo, Tempo Médio Entre Falhas, disponibilidade, confiabilidade e custo. Assim como sugerir uma solução para informatizar esses dados construídos no trabalho. A pesquisa define indicadores de desempenho da manutenção, para o caso particular da UnB, que buscam mensurar o momento de maior probabilidade de falha para os equipamentos eletrônicos e quantificar os custos das manutenções. Todavia, estes indicadores levam em consideração os tipos de equipamentos os agrupando em categorias, pois há equipamentos que o tipo de manutenção recomendada é a corretiva, e em outros pode ser a preventiva e etc.

Palavras-chaves: manutenção, gestão de ativos, equipamentos eletrônicos, UnB, gestão da manutenção.

Abstract

This paper presents the importance of managing the maintenance of the asset's organization with focus electronic equipment, which sometimes have their neglected maintenance, being seen as an expense source that does not have a noticeable return. Here are presented the basics of maintenance of these equipment management, bringing the main types of maintenance described in the literature and are also presented patterns and techniques that governing the asset management (ISO 5500x and PAS 55). The foundation obtained in the literature shows that poor management of maintenance wastes resources, bringing extra and unplanned expenses, and also generates precarious and delayed solutions that increase the rate of unavailability of assets. To solve these problems the literature defines the main types of maintenance: corrective, preventive, predictive, and proactive, and states that there is no general solution to the problem, leaving the context and the task of nature in which these devices are applied to setting the best course of action, and the particular solution for each case. So, this research portrays the current maintenance management mode of electronic equipment used by the Directorate of Equipment Maintenance of the University of Brasilia (DIMEQ / UNB) and draws some of its processes. To then suggest better control techniques, planning and coordination to have assets that can generate value to the business by employing the solution concepts to Mean Time to Failure, Mean Time to Repair, Mean Time Between Failures, performance, reliability and cost. As well as suggest a solution to computerize these data constructed at work. The survey defines maintenance performance indicators for the particular case of UNB, seeking to measure the moment of greatest probability of failure for electronic equipment and quantify the costs of maintenance. However, these indicators take into consideration the types of the grouping equipment into categories as there are devices which type of maintenance is recommended corrective, and others may be preventive, etc.

Key-words: maintenance, asset management, electronic equipment, UNB, maintenance management.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Tipos de Manutenção. Fonte: Manutenção - Função Estratégica, 2009, pg. 38	19
Figura 2 – Teoria da curva da banheira Fonte:A Curva da Banheira na Engenharia da Manutenção:2016.	23
Figura 3 – Sistemática para avaliação da melhor técnica de manutenção. Fonte: (NEUMANN, 2013) adaptada pelo autor	25
Figura 4 – Custo anual da manutenção com base no PIB. Fonte: ABRAMAN, Documento Nacional 2013.	28
Figura 5 – Estrutura do Sistema de Gestão de Ativos PAS 55. Adaptado de: BSI PAS 55-1:2008.	31
Figura 6 – RELAÇÕES ENTRE OS PRINCIPAIS TERMOS da ISO-55000 Fonte: Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos (ABNT/CEE-251).	34
Figura 7 – Sistemas de Indicadores da Função Manutenção. Fonte: Autor. Adaptado de: Martorell et al:1996.	36
Figura 8 – Panorama conceitual para a análise da performance da função manutenção. Fonte: Autor. Adaptado de Muchiri et al: 2011	37
Figura 9 – Diagrama de Venn do cumprimento dos planos de manutenção preventiva e preditiva Fonte:(SIQUEIRA, 2006)	42
Figura 10 – Evolução da população universitária da UnB, 2006 a 2010. Fonte: Anuário estatístico da Universidade de Brasília, 2011.	50
Figura 11 – Evolução da população universitária da UnB, de 2010 a 2014. Fonte: Novo anuário estatístico da Universidade de Brasília, 2015.	51
Figura 12 – Descrição dos elementos do BPMN. Adaptado de: Legenda BPMN.	54
Figura 13 – Processo AS IS (atual) seguido pela DIMEQ. Fonte: Autor.	57
Figura 14 – Diagrama de Caso de Uso do Sistema. Fonte: Autor.	64
Figura 15 – Processo TO BE. Fonte: Autor.	66
Figura 16 – Processo para realizar visita técnica. Fonte: Autor.	67
Figura 17 – Exemplo de comandos do Software MATLAB, versão R2016a, para o cálculo dos parâmetros(η e β) da fórmula de weibull Fonte: Autor	69
Figura 18 – Exemplo de comandos do Software MATLAB, versão R2016a, para o desenho do gráfico da confiabilidade pela da fórmula de weibull Fonte: Autor	70
Figura 19 – Gráfico da confiabilidade Fonte: Autor	70
Figura 20 – Exemplo de comportamento dos gráficos de probabilidade de falhas e Confiabilidade Fonte: Autor	71

Figura 21 – Protótipo da Tela Principal do Sistema. Fonte: Autor.	90
Figura 22 – Protótipo da Tela para Importar os Equipamentos Cadastrados no SIPAT. Fonte: Autor.	91
Figura 23 – Protótipo da Tela do Relatório dos Gastos realizados com manutenções. Fonte: Autor.	92
Figura 24 – Protótipo da Tela do Relatório de Ordens de Serviço. Fonte: Autor.	93
Figura 25 – Protótipo da Tela das Manutenções a serem realizadas. Fonte: Autor.	94
Figura 26 – Protótipo da Tela para Abrir uma Nova Ordem de Serviço. Fonte: Autor.	95
Figura 27 – Protótipo da Tela da Listagem de Todos os Equipamentos de uma Especificação. Fonte: Autor.	96
Figura 28 – Protótipo da Tela com o Menu do Equipamento. Fonte: Autor.	97
Figura 29 – Protótipo da Tela dos Dados do Equipamento Cadastrados pelo SIPAT. Fonte: Autor.	98
Figura 30 – Protótipo da Tela do Indicador de Custo. Fonte: Autor.	99
Figura 31 – Protótipo da Tela do Indicador de Falha. Fonte: Autor.	100
Figura 32 – Protótipo da Tela para Adicionar os Componentes Principais do Equipamento. Fonte: Autor.	101
Figura 33 – Protótipo da Tela para Escolha do Tipo de Manutenção que será realizada no Equipamento. Fonte: Autor.	102
Figura 34 – Protótipo da Tela do Questionário para o sistema sugerir o tipo de manutenção mais adequado para um lote de equipamentos. Fonte: Autor.	103
Figura 35 – Protótipo da Tela de Listagem das Ordens de Serviço já Abertas para o Equipamento. Fonte: Autor.	104

Lista de tabelas

Tabela 1 – Indicadores da função manutenção tradicionalmente usados no Brasil Fonte: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 2009	35
Tabela 2 – Indicadores de Desempenho. Fonte: Branco Filho: 2006	38
Tabela 3 – Níveis de Indicadores de Desempenho. Fonte: Autor	38
Tabela 4 – Comparativo entre características dos softwares CMMS. Fonte: Autor.	48
Tabela 5 – Principais Funcionalidades do SIPAT. Fonte: Autor.	53
Tabela 6 – Funcionalidades voltadas para Manutenção. Fonte: Autor.	53
Tabela 7 – Questionário respondido na entrevista com o funcionário da DIMEQ. Fonte: Autor.	56
Tabela 8 – Descrição do Problema. Fonte: Autor.	60
Tabela 9 – Sentença de Posição do Produto. Fonte: Autor.	60
Tabela 10 – Resumo dos Usuários do Sistema. Fonte: Autor.	61
Tabela 11 – Perfil do Técnico. Fonte: Autor.	61
Tabela 12 – Perfil do Gestor. Fonte: Autor.	61
Tabela 13 – Problemas que devem ser resolvidos pelo Sistema de Manutenção de Equipamentos. Fonte: Autor.	62
Tabela 14 – Valores de tempo até a falha dos projetores multimídia. Fonte: Autor	68
Tabela 15 – Caso de Uso - <i>Visualizar Gráficos.</i> Fonte: Autor.	78
Tabela 16 – Caso de Uso - <i>Visualizar Listagem com os equipamentos classificados por grupo e especificação.</i> Fonte: Autor.	79
Tabela 17 – Caso de Uso - <i>Visualizar Listagem dos equipamentos de uma especi- ficação.</i> Fonte: Autor.	80
Tabela 18 – Caso de Uso - <i>Visualizar Menu do Equipamento.</i> Fonte: Autor.	81
Tabela 19 – Caso de Uso - <i>Visualizar Dados Cadastrais do Equipamento.</i> Fonte: Autor.	81
Tabela 20 – Caso de Uso - <i>Adicionar Componentes Principais do Equipamento.</i> Fonte: Autor.	82
Tabela 21 – Caso de Uso - <i>Manter Ordens de Serviço.</i> Fonte: Autor.	83
Tabela 22 – Caso de Uso - <i>Escolher Tipo de Manutenção.</i> Fonte: Autor.	84
Tabela 23 – Caso de Uso - <i>Visualizar Indicadores.</i> Fonte: Autor.	85
Tabela 24 – Caso de Uso - <i>Importar Equipamentos do SIPAT.</i> Fonte: Autor.	86
Tabela 25 – Caso de Uso - <i>Visualizar Menu no topo das telas.</i> Fonte: Autor.	87
Tabela 26 – Caso de Uso - <i>Visualizar Relatórios.</i> Fonte: Autor.	88
Tabela 27 – Caso de Uso - <i>Visualizar lista com manutenções a serem feitas.</i> Fonte: Autor.	89

Lista de abreviaturas e siglas

ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
AEM	Associação Espanhola de Manutenção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BSI	British Standards Institution
CMMS	Computerized Maintenance Management System
DIMEQ	Diretoria de Manutenção de Equipamentos
EFNMS	European Federation of National Maintenance Societies
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
FGA	Faculdade do Gama - UnB
GA	Gestão de Ativos
Glonass	Global Navigation Satellite System
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo
ISO	International Standard Organization
KPIs	Key Performance Indicators
MEC	Ministério da Educação
PAS	Publicly Available Specification
QS	Quacquarelli Symonds
SGA	Sistema de Gestão de Ativos
SIM	Sistema de Indicadores da Manutenção
SIPAT	Sistema de Informações Patrimoniais
TMEF	Tempo Médio Entre Falhas
TMF	Tempo Médio de Falhas
TMR	Tempo Médio de Reparo
UnB	Universidade de Brasília
CPD	Centro de Processamento de Dados

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema	15
1.2	Justificativa	15
1.3	Objetivo Geral	15
1.4	Objetivos Específicos	15
1.5	Metodologia	16
1.6	Organização do Trabalho	17
2	MANUTENÇÃO E SEUS CONCEITOS	18
2.1	Tipos de Manutenção	18
2.1.1	Manutenção Corretiva	19
2.1.2	Manutenção Preventiva	20
2.1.3	Manutenção Preditiva	21
2.1.4	Manutenção Detectiva ou Proativa	22
2.2	Engenharia de Manutenção	22
2.2.1	Modelagem da falha de equipamentos	26
2.3	Manutenção no Brasil	26
3	ATIVOS, GESTÃO DE ATIVOS E NORMAS	29
3.1	Ativos	29
3.2	Gestão de Ativos (GA)	30
3.3	Normas	30
3.3.1	PAS 55	31
3.3.2	ISO-5500x	32
4	INDICADORES DE DESEMPENHO	35
4.1	Indicadores da Manutenção	35
4.1.1	Indicadores do equipamento	39
4.1.2	Indicadores do sistema de execução das manutenções	41
4.1.3	Indicadores da política global de manutenções	43
5	COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM - CMMS	45
5.1	Definição	45
5.2	Benefícios de se utilizar uma ferramenta CMMS	46
5.3	Comparativo entre CMMS Disponíveis no Mercado	47

6	CENÁRIO ATUAL DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS NA UNB	49
6.1	Diretoria de Manutenção de Equipamentos (DIMEQ)	49
6.2	Sistema de Patrimônio - SIPAT	52
6.3	Processo de Manutenção da DIMEQ	53
6.3.1	Explicação do Processo AS IS	54
7	SOLUÇÃO PROPOSTA	59
7.1	Visão Geral do Sistema	59
7.2	Requisitos do Sistema	63
7.2.1	Diagrama de Caso de Uso	64
7.3	Processo TO BE	65
7.4	KPIs da solução	68
8	CONCLUSÃO	72
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICES	77
	APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÃO DOS CASOS DE USO	78
	APÊNDICE B – PROTÓTIPOS DAS TELAS DO SISTEMA	90

1 Introdução

A gestão dos ativos (Asset Management) de uma organização, seja ela pública ou privada, é cada vez mais adotada ao redor do mundo como uma ferramenta para enfrentar os desafios econômicos impostos por um mercado globalizado e diversificado. Em relação ao Poder Público, a sociedade exige maior transparência e eficiência no emprego de seus tributos, uma vez que uma administração eficiente tem a capacidade de aperfeiçoar o desempenho técnico e econômico dos ativos, acelerar o retorno sobre os investimentos realizados e colaborar com o planejamento organizacional, trazendo previsibilidade e controle dos gastos envolvidos.

Dentre as áreas da gestão de ativos, a manutenção é geralmente encarada como uma despesa que se deseja ao máximo adiar, não sendo uma prática suficientemente valorizada. Esta opinião é compartilhada em razão da manutenção ser uma fonte de custo que, aparentemente, não acrescenta um valor perceptível ao cliente final do produto ou serviço e, ainda, gera indisponibilidades momentâneas no uso de bens e recursos. Todavia, inevitavelmente o uso e a ação do tempo fazem com que equipamentos e instalações se desgastem, necessitando periodicamente de reparos, regulagens e limpezas para que continuem operando eficientemente.

A efetiva gestão da manutenção tem se tornado cada vez mais necessária nas organizações, na medida em que a execução dos processos com eficiência contribuem para a otimização dos recursos e a redução dos desperdícios. Neste sentido, a correta rotina de manutenções dos ativos e instalações se faz importante porque o custo de se realizar uma manutenção regular pode se tornar muito pequeno quando comparado ao custo de uma interrupção na produção ou atividade.

Na obra *The Importance of Maintenance* (KRAR, 2009), Steve Krar definiu como sendo um dos principais propósitos da manutenção garantir que todos os equipamentos estejam funcionando com 100% de eficiência o tempo todo, por meio de inspeções diárias e pequenos ajustes, os quais ajudarão na detecção de problemas menores, diminuindo a chance de esses problemas se tornarem maiores ou até incorrigíveis. Krar diz ainda que para se atingir uma manutenção regular e eficaz, é preciso que haja participação de todos, desde o alto executivo até as pessoas do operacional.

Neste contexto se insere o objeto de estudo deste trabalho: a manutenção de equipamentos eletrônicos da Universidade de Brasília – UnB. Esta universidade detém diversos laboratórios de pesquisa e certificação de alto valor e tecnologia, com grande número de aparelhos e equipamentos científicos de sistemas complexos. Todavia, como outras instituições públicas de ensino superior, a UnB adotou políticas para a aquisição de um

parque científico e tecnológico, mas desconsiderou aspectos necessários ao não verificar a existência de meios humanos e materiais para a correta manutenção deste bens. Além disso, dispõe de processos de gestão de manutenções pouco informatizados, não possuindo indicadores de desempenhos claros que auxiliem seus gestores a tomada de decisão.

Segundo (LIMA; CASTILHO, 2006), a falta de manutenção adequada, no caso particular da Universidade de Brasília, reflete numa taxa de indisponibilidade exagerada dos equipamentos e instalações importantes para os laboratórios de ensino, pesquisa e apoio administrativo, tendo como consequência a diminuição da capacidade produtiva da instituição e a insatisfação daqueles que dependem desse serviço. Assim, a qualidade dos serviços oferecidos pela Diretoria de Manutenção de Equipamentos – DIMEQ, unidade responsável por prover a manutenção e o reparo de equipamentos da Universidade, fica comprometida.

Portanto, este trabalho tem como escopo fornecer fundamentos e indicadores de desempenho que auxiliem na gestão da manutenção dos equipamentos da Universidade, mais precisamente dos equipamentos eletrônicos, que possuem componentes eletrônicos na maioria dos seus circuitos, tais como: equipamentos biomédicos, de análise clínica, de laboratório, de som e de imagem, e outros de infraestrutura de rede e comunicação.

A manutenção, que será melhor definida no Capítulo 2, consiste na aplicação de técnicas para manter ou restaurar um ativo para o estado que ele possa realizar as funções requeridas. A gestão da manutenção seria, então, o controle, o planejamento e a coordenação da aplicação dessas técnicas para que se possa ter ativos gerando resultados positivos e de acordo com o esperado.

Atualmente, a Universidade de Brasília utiliza o Sistema de Informações Patrimoniais (SIPAT) para gerenciar a manutenção de seus ativos, bem como para cadastrar o bem adquirido e o seu histórico de manutenção, registrar o acompanhamento do equipamento no período de garantia e atualizar os dados técnicos. Todavia, tais funcionalidades não permitem prever falhas dos equipamentos, a criticidade de se ter o equipamento parado por causa da manutenção, o custo de se ter esse equipamento parado e a consequência de sua ausência nas atividades que ele suporta.

Dessa forma, procura-se encontrar nesse trabalho fundamentos para que se possa implementar uma gestão da manutenção eficiente na UnB. Para tanto é proposta uma solução informatizada que por meio de indicadores, possa prever quando o equipamento irá falhar, quando deverá ser realizada a manutenção, quais os tipos de manutenção são adequados e mais eficazes a partir dos custos de cada opção. Espera-se, ainda, que a solução forneça subsídios aos gestores na busca da decisão mais acertada acerca da continuidade da realização de manutenções em um determinado equipamento ou a sua substituição. Serão utilizados na solução conceitos como Tempo Médio de Falha, Tempo Médio de Reparo, Tempo Médio Entre Falhas, Disponibilidade, Confiabilidade, Satisfação do Cliente

e Custo.

Para modelar a proposta foi pesquisado e estudado sobre ferramentas para gerenciamento de manutenção. Encontrando-se então os CMMS, do inglês Computerized Maintenance Management System, que são ferramentas voltadas para gestão da manutenção. Por isso o trabalho busca propor uma ferramenta que possua características comuns a esse tipo de software e com adequações as necessidades do setor de manutenção da UnB.

1.1 Problema

Falta de um sistema computadorizado, voltado para o setor de manutenção, que auxilie na gestão da manutenção de forma eficaz e também na tomada de decisão, por meio de indicadores de desempenho. Assim como, auxiliar na tomada de decisões quanto ao tipo de manutenção que será aplicada a esses equipamentos ou quanto a sua substituição, levando em consideração o custo da escolha.

1.2 Justificativa

O trabalho propõe melhorar a gestão da manutenção da UnB, tendo em vista que a má gestão da manutenção desperdiça recursos, trazendo gastos extras e não planejados, e também gera soluções precárias e tardias que elevam a taxa de indisponibilidade dos ativos, como os equipamentos eletroeletrônicos e hospitalares. Além do que, a má gestão pode diminuir o tempo de vida útil dos equipamentos tendo, no caso particular da UnB, a consequência da diminuição da produção científica e da qualidade de ensino.

Em contrapartida, uma melhor gestão da manutenção maximiza a disponibilidade, confiabilidade e segurança dos equipamentos, trazendo maior previsibilidade dos custos e saindo da cultura do “quebrou-concerta”, atuando-se preventivamente. As falhas inesperadas diminuem, fazendo com que a DIMEQ contribua ativamente com a melhoria da Universidade de Brasília.

1.3 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste na proposta de uma solução que informatize a gestão da manutenção de equipamentos da UnB, por meio da análise do seu ciclo de vida e da utilização de tipos de manutenção, que possam melhor atender as necessidades de um certo tipo de equipamento.

1.4 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

1. Identificar falhas na gestão da manutenção de equipamentos da UnB, para sugerir melhorias, voltadas principalmente para a análise do ciclo de vida dos produtos.
2. Apresentar e descrever normas que padronizem a manutenção e gestão de ativos.
3. Construir indicadores de desempenho da manutenção que avaliem a eficácia das tarefas executadas, dando maior previsibilidade e eficiência aos gastos com manutenção.
4. Sugerir uma solução que informatize dados importantes para a manutenção da Universidade, e forneça indicadores que auxiliem seus gestores na tomada de decisões.

1.5 Metodologia

Para condução do trabalho, foi adotado o método de pesquisas exploratórias, para que fosse obtida maior familiaridade com o problema a ser resolvido. Segundo, Gil (GIL, 2002), esse tipo de pesquisa busca tornar o problema mais explícito, aprimorando ideias e considerando os mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

No trabalho, a pesquisa exploratória envolveu os seguintes procedimentos técnicos:

- **Pesquisa Bibliográfica:** Realizada para o aprofundamento dos conceitos envolvidos no tema do trabalho e para suporte teórico na solução proposta.
- **Entrevistas:** Realização de entrevistas com pessoas envolvidas no cenário do problema a ser resolvido, para conhecimento da realidade atual e sugestão de melhorias de acordo com as necessidades dos envolvidos no setor de manutenção.

Foi realizada uma extensa revisão bibliográfica, para se obter conhecimento sobre os conceitos relativos ao tema manutenção, seus tipos e modelos (Capítulo 2), bem como o sistema de gestão de ativos e normas relacionadas (Capítulo 3), softwares de gestão da manutenção (Capítulo 5) e medidas básicas de tolerância a falhas, como Tempo Médio de Falha, Tempo Médio de Reparo, Tempo Médio Entre Falhas, Disponibilidade, Confiabilidade e Custo (Capítulo 4).

Realizou-se, ainda, entrevistas para obtenção de informações sobre como são executadas as manutenções dos equipamentos da Universidade, quem são os envolvidos, as ferramentas de gestão utilizadas e outras características existentes no processo realizado pelo DIMEQ/UNB. Foi então comparado o que diz a literatura, para detectar possíveis

fragilidades no processo, ao tempo de propor mudanças para informatização do processo e a criação de indicadores de desempenho da manutenção, pela abordagem quantitativa, que é feita por meio de registros e análises dos dados coletados dos equipamentos escolhidos para o estudo.

Para a modelagem do sistema proposto foi utilizado como referência o documento de visão, parte da metodologia tradicional RUP, para a definição do produto, seus usuários, suas necessidades, as características de um CMMS levantadas nas pesquisas bibliográficas, assim como o uso da especificação de casos de uso para descrever as funcionalidades do sistema a partir dos requisitos elicitados.

Os requisitos foram levantados após as entrevistas realizadas com os técnicos do CPD da DIMEQ, assim como por meio da técnica de prototipação, utilizada para melhorar a visualização de como seriam as telas do sistema e o fluxo seguido pelo usuário para utilização do sistema. Também foi utilizada a notação de modelagem de processos BPMN (Seção 6.3) para o mapeamento dos processos AS IS (Seção 13) e TO BE (Seção 7.3), sendo o primeiro para visualização de como o processo ocorre atualmente e o segundo uma proposta de processo, com melhorias sugeridas e com embasamento na ferramenta que está sendo proposta.

Para desenho do Diagrama de Caso de Uso, modelagem do processo e dos protótipos das telas do sistema, foi utilizada a ferramenta *draw.io*, escolhida por ser gratuita e pelos vários recursos que possui, além da sua usabilidade.

1.6 Organização do Trabalho

O trabalho é composto por capítulos que podem ser divididos em três principais partes:

- **Referencial Bibliográfico:** Explanado no Capítulo 2, Capítulo 3, Capítulo 5 e Capítulo 4, construídos por meio de uma extensa revisão bibliográfica, com o objetivo de fornecer o embasamento teórico necessário para o entendimento dos conceitos que circundam o tema, e fornecer conhecimento para a construção da solução proposta.
- **Caracterização do Problema:** Exposição do estado atual da manutenção na UnB, sua caracterização, identificação dos perfis envolvidos, e entendimento do processo seguido, no Capítulo 6.
- **Solução Proposta:** Apresentação da solução proposta pelos autores, construída a partir do estudo da atual situação da manutenção de equipamentos na universidade, utilizando-se do conhecimento adquirido na revisão bibliográfica, durante o curso de engenharia de software e eletrônica, no Capítulo 7 e Apêndices.

2 Manutenção e seus Conceitos

A manutenção pode ser considerada a atividade que mais passou por mudanças nos últimos anos. Isso é resultado da complexidade e diversidade das tarefas que devem ser realizadas pelos seus responsáveis. O aumento na diversidade de equipamentos eletrônicos que dão suporte a atividades corriqueiras e essenciais, e devem ser mantidos, é um dos grandes desafios que deve ser encarado pelas empresas e organizações.

Equipamentos eletrônicos estão presentes em todos os momentos do cotidiano de uma empresa, seja um computador, uma televisão, um projetor, entre outros. Como mantê-los de forma que eles sejam nossos aliados e não nossos inimigos? A resposta está em evoluir a manutenção junto com a quantidade e diversidade dos ativos da sua empresa.

Um trecho da introdução do livro de Kardec e Nascif, *Manutenção - Função Estratégica*, chama atenção por descrever exatamente a mudança primordial exigida no setor de manutenção, se o para paradigma anterior, e ainda atual na maioria das empresas, era: “O homem de manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo”, o novo paradigma é: “O homem de manutenção sente-se bem quando não tem que fazer reparo porque conseguiu evitar todas as quebras não planejadas”.

A manutenção irá extrapolar o seu próprio significado, que de acordo com o BSI ((BSI), 1993) é “A combinação de todas as ações técnicas e administrativas associadas destinadas a reter um item ou restaurá-lo em um estado no qual possa desempenhar sua função requerida”. Manutenção será atrelada a inovação e não apenas a preservação do estado de um ativo. É preciso pensar em como evitar e prever, o mau funcionamento, parada ou até perda de um ativo.

Como então alinhar a manutenção aos objetivos da organização, fazendo dela uma ferramenta poderosa de preservação e aumento do tempo de vida dos ativos da organização, resultando na diminuição de custos com consertos on demand, atividades paradas, entre outros. Este capítulo apresentará tipos de manutenções disponíveis, sobre gerenciamento de manutenção e suas aplicações.

2.1 Tipos de Manutenção

Kardec e Nascif citam seis tipos de manutenção, que de forma geral englobam os tantos outros existentes. A Figura 1 mostra como os tipos de manutenção se relacionam, segundo os autores. Também serão mostrados os objetivos e vantagens de se aplicar essas estratégias de manutenção, segundo (PEREIRA, 2011).

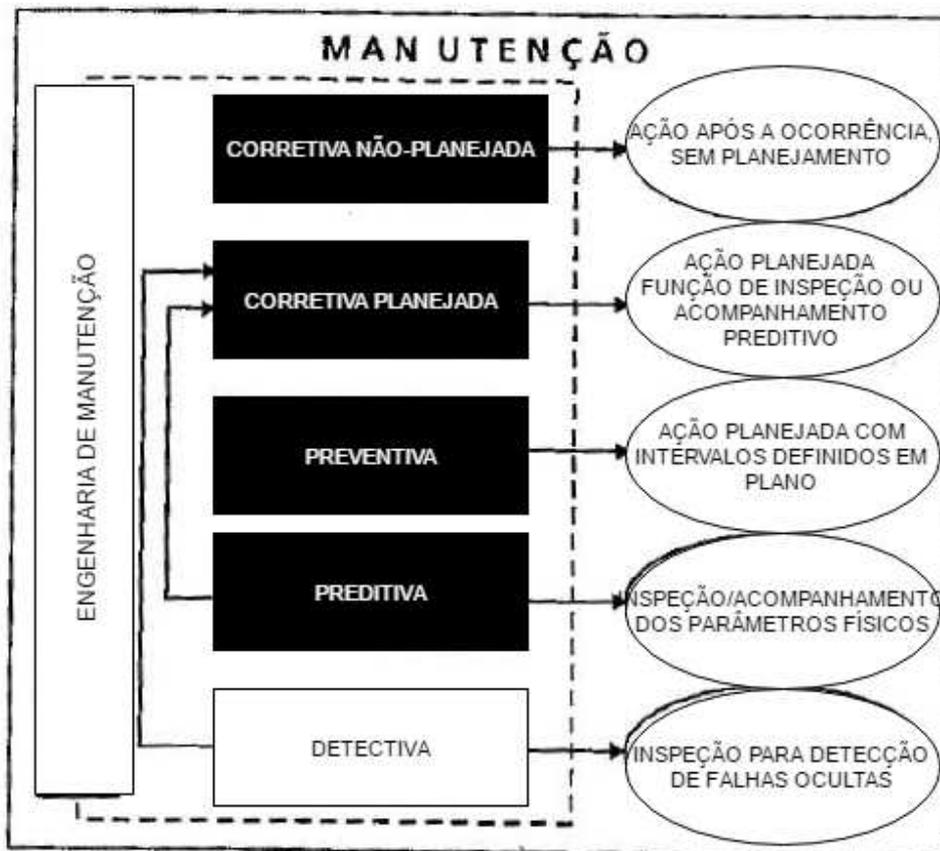


Figura 1 – Tipos de Manutenção. Fonte: *Manutenção - Função Estratégica*, 2009, pg. 38

2.1.1 Manutenção Corretiva

“Manutenção Corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que esperado.” (KARDEC, 2009)

“Manutenção realizada após uma falha destinada a colocar um item em um estado onde possa executar uma função necessária de forma segura e eficiente.” ((BSI), 1993)

Ocorre em equipamentos com defeito ou que estão funcionando de forma diferente do esperado. Sua principal ação é Corrigir ou Restaurar para o estado de funcionamento. Pode ser Planejada ou Não Planejada.

- **Manutenção Corretiva Não Planejada:** configura na correção da falha realizada de forma aleatória, após o fato já ocorrido. Acarreta em custos altos, com a própria ação da correção, perda de qualidade do equipamento, interrupção das atividades onde o equipamento é necessário.
- **Manutenção Corretiva Planejada:** ocorre por decisão gerencial, faz parte do plano de manutenção, em função do acompanhamento preditivo ou por decisão de

atuar até a quebra. A escolha desse tipo é planejado, deixar o equipamento em funcionamento até a sua quebra para depois substituí-lo, contabilizar o número de intervenções que um equipamento demanda, entre outros.

Objetivos da Manutenção Corretiva

- Reparar de imediato a ocorrência da falha ou defeito de um equipamento;
- Reduzir o tempo de parada de um processo produtivo ou equipamento que apresente falha ou defeito;
- Impedir o aumento dos danos;
- Aproveitar a vida útil estimada dos componentes e de um equipamento.

Vantagens

A manutenção corretiva apresenta uma vantagem importante: é uma boa solução para processos produtivos não contínuos e que o tempo de parada para reparo é curto.

2.1.2 Manutenção Preventiva

“Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.” (KARDEC, 2009)

A manutenção preventiva busca evitar a ocorrência de falhas. Sua adoção é mais adequada quando a reposição de equipamentos for simples, tiver custo alto de falhas e as falhas forem mais prejudiciais as atividades.

Objetivos da Manutenção Preventiva

- Prever, antecipadamente, quando provavelmente ocorrerá a falha ou defeito em um equipamento;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- Aproveitar a vida útil estimada dos componentes e de um equipamento;
- Aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento.

Vantagens

- Antecipar o reparo através da manutenção corretiva antes da falha ou do defeito;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;

- Reduzir o trabalho de emergência não planejado;
- Impedir o aumento dos danos;
- Aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento.

2.1.3 Manutenção Preditiva

“Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificações de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.” (KARDEC, 2009)

Visa a operação contínua do equipamento por mais tempo possível, as medições e verificações são realizadas com o equipamento em produção, ou seja, com ele funcionando e operando na suas atividades.

Segundo Kardec e Nascif, indica-se na adoção da manutenção preditiva a análise dos fatores abaixo:

- Aspectos relacionados com a segurança pessoal e operacional.
- Redução de custos pelo acompanhamento constante das condições dos equipamentos, evitando assim intervenções desnecessárias.
- Manter os equipamentos operando, de modo seguro, por mais tempo.

Objetivos da Manutenção Preditiva

- Determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção em uma peça específica de um equipamento;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- Reduzir o trabalho de emergência não planejado;
- Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento.

Vantagens

- Aumento da vida útil do equipamento;
- Controle dos materiais (peças, componentes, partes, etc.) e melhor gerenciamento;
- Diminuição dos custos nos reparos.

2.1.4 Manutenção Detectiva ou Proativa

“Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.” (KARDEC, 2009)

Detectar falhas ocultas é fundamental para garantir a confiabilidade, os especialistas verificam o sistema sem tirá-lo de operação, detectam falhas ocultas e podem corrigir a situação, com o sistema operando.

Tem como base a frequência na ocorrência da falha. É feito um histórico dessas ocorrências no equipamento e retiradas informações para saber qual a causa básica de falhas frequentes. Ela gera ações que estão relacionadas a causa raiz da falha, com o objetivo de aumentar o tempo de vida do equipamento.

Objetivos da Manutenção Detectiva

- Localização dos possíveis indícios ocultos que podem levar a uma avaria;
- Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento.

Vantagens

- Limitação da quantidade de peças de reposição;
- Controle dos materiais (peças, componentes, partes, etc.) e melhor gerenciamento.

2.2 Engenharia de Manutenção

Mencionados os principais tipos de manutenções descritos na literatura, cabe à engenharia de manutenção definir um planejamento das tarefas e técnicas que devem ser aplicadas, pois não há um tipo de manutenção que é adequado a todo o universo de máquinas, equipamentos ou peças que se desejam conservar. Cabendo ao contexto do uso em que esses ativos são utilizados, e outros fatores, a definição da melhor técnica de manutenção a ser empregada.

Em síntese, a atuação da engenharia de manutenção é vocacionada na aplicação dos conceitos de otimização dos equipamentos, dos processos e dos orçamentos, de modo a alcançar uma melhor manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

A análise das ferramentas de gestão e das técnicas de otimização da manutenção aumentam a disponibilidade dos equipamentos e instalações, na medida em que aplicam os conhecimentos da engenharia de manutenção (XENOS, 1998). Dentre as teorias

comumente defendidas, temos a da “curva da banheira”, que confronta em um gráfico bidimensional o tempo de uso versus a taxa de falhas dos equipamentos, conforme mostra a Figura 2.

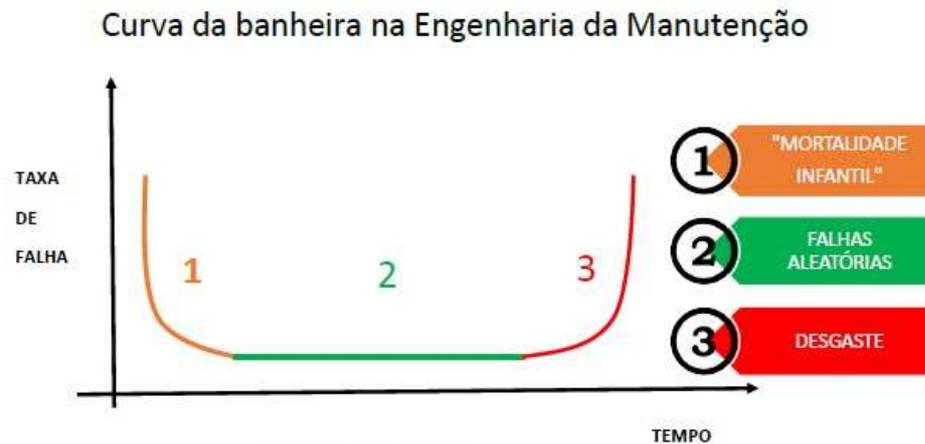


Figura 2 – Teoria da curva da banheira **Fonte: A Curva da Banheira na Engenharia da Manutenção: 2016.**

Conforme observado no gráfico acima, as frequências de ocorrência das falhas em um equipamento podem ser classificadas em 1) decrescente; 2) constante ou aleatória e 3) crescente, estando associadas ao estágio do ciclo de vida do equipamento.

- **1) Decrescente:** Nesta fase, também denominada de “mortalidade infantil”, ocorrem falhas advindas dos defeitos de projeto, de fabricação e de instalação. É caracterizada por uma alta taxa de falha no início de sua operação;
- **2) Constante ou aleatória:** Esta fase costuma ser denominada de vida normal ou fase de estabilidade do equipamento, uma vez que a taxa de falhas é aproximadamente constante e ocorrem aleatoriamente, estando associadas a aplicação de esforços acidentais e/ou erros de manutenção. A taxa de falha é menor do que nas demais fases;
- **3) Crescente:** Esta fase reflete o período de instabilidade próprio do fim da vida útil do equipamento, ou seja, o sistema e seus componentes apresentam falhas por desgaste natural, decorrente do seu uso. Há um aumento considerável da taxa de falha nesta fase.

O conhecimento da “curva da banheira” por parte das instituições auxilia no controle da manutenção, na determinação da vida útil, no estabelecimento do tempo de garantia e na adoção de medidas indispensáveis para o aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

Bem assim, os gestores de manutenção baseados nos conhecimentos já expostos devem primeiramente buscar a definição de qual tipo de manutenção será usada em cada modelo de equipamento, e para tal devem fazer uso de algoritmos. A Figura 3 mostra um dos possíveis fluxogramas para definição do tipo de manutenção.

Na sequência de instruções demonstrada pela Figura 3, são levados em conta em grau de importância a segurança do trabalhador, do meio ambiente e do patrimônio, além das questões operacionais, ou seja, o quanto uma falha no equipamento impacta em custo, qualidade e tempo de reparo.

A ideia central é que, a partir do momento em que ocorra a avaria, todas as questões citadas sejam analisadas de forma lógica, para depois fazer uso de uma das três abordagens de manutenção: manutenção corretiva, preditiva ou preventiva.

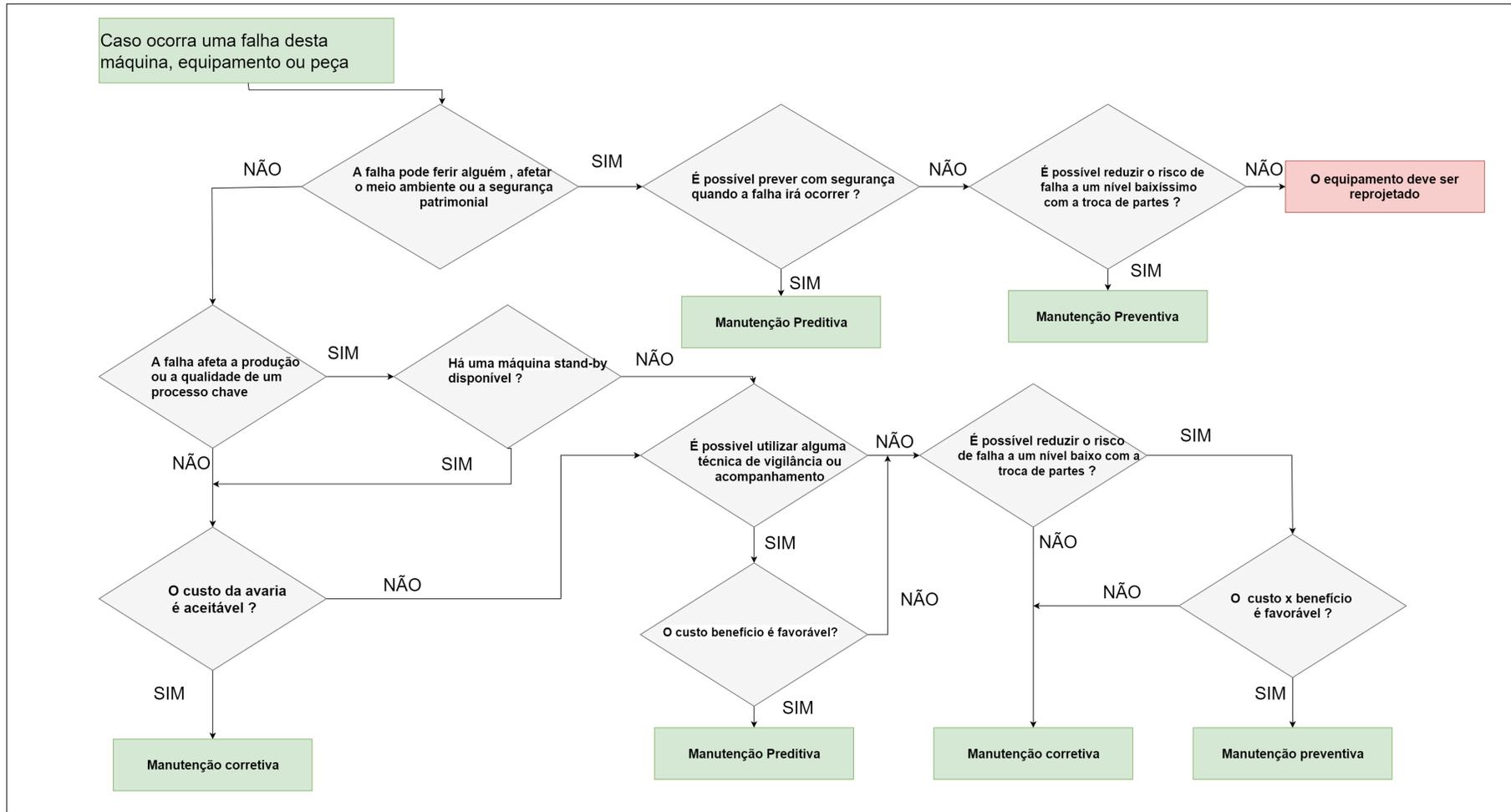


Figura 3 – Sistemática para avaliação da melhor técnica de manutenção. Fonte: (NEUMANN, 2013) adaptada pelo autor

2.2.1 Modelagem da falha de equipamentos

Embora a maioria das causas que levam os equipamentos ao desgaste estejam ligadas a seu uso, eventualmente, podem ter ocorrido problemas durante o seu processo de fabricação, ocasionando a produção de componentes fora da especificação e mais frágeis. Estes equipamentos quais provavelmente irão apresentar problemas prematuros, quando colocados em operação. De acordo com Sanches (2010, p. 19) os equipamentos que apresentam defeitos/falhas provenientes dos processos de fabricação apresentam problemas em um período inicial, que em média corresponde à 5% da sua vida útil – período conhecido como falhas prematuras ou precoces.

Quando se deseja melhorar as suas condições de uso, algumas delas estão relacionadas à escolha do equipamento mais indicado, ou quais modificações serão necessárias a serem feitas na infraestrutura para adequadamente utilizá-lo.

Restabelecer características construtivas originais dos equipamentos, garantindo a eles um nível de desempenho esperado através da manutenção. Estas ações de correção e prevenção quando adotadas aumentam a eficiência operacional e o tempo de vida útil dos ativos da organização.

Koren e Krishna (KOREN; KRISHNA, 2007) dizem em seu livro *Fault-Tolerant System* que todo tipo de tolerância a falhas é um exercício de explorar e gerenciar redundância. Redundância é a propriedade de ter mais de um recurso do que o minimamente necessário para o trabalho sendo feito. Quando acontece uma falha, a redundância é explorada para mascarar ou contornar essas falhas, mantendo o nível desejado de funcionalidade. Eles trazem quatro tipos de redundância: de hardware, de software, de informação e de tempo.

A tolerância a falhas tem como objetivo tornar máquinas mais confiáveis, por isso ela tem medidas próprias. Medida é uma abstração matemática, que expressa uma observação da performance de um objeto. A forma de definir medidas adequadas é manter o subsistema largo o suficiente para que o comportamento de interesse do usuário seja capturado, e ainda assim não tão largo, para que a medida não perca o foco.

2.3 Manutenção no Brasil

Com o reconhecimento da importância de se empregar processos efetivos de manutenção nas organizações, surgiu nos anos setenta, Associações de Manutenção, na Espanha, México e Portugal, que despertou o interesse em profissionais brasileiros pelos conceitos, métodos e tecnologias que essa área dispõe. Em 1938, no III Congresso Ibero-Americano de Manutenção, foi aprovada a proposta de uma entidade no Brasil. Foi fundada então, em 17 de outubro de 1984, a **Associação Brasileira de Manutenção**, mudando seu

nome em 2012 para **Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos**. No começo, a ABRAMAN só tinha representantes dos setores de petróleo, eletricidade, siderurgia e transportes. Mais tarde a associação ganhou aderência por parte de setores diversos, por exemplo, hoje em dia a ABRAMAN emite certificados MBA de gestão de ativos para Instituições de Ensino Superior, assim como para outros setores.

Em 1983, o IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo) criou um documento nacional para análise da situação da manutenção no Brasil, a responsabilidade da elaboração passou para ABRAMAN desde a criação da associação em 1984, que em 1993, aderiu aos moldes de apresentação e desenvolvimento da AEM (Associação Espanhola de Manutenção), o qual é mantido até os dias de hoje.

O Documento Nacional - A Situação da Manutenção no Brasil, apresenta resultados de pesquisas realizadas bienalmente, desde 1985, com indicadores de performance da Manutenção e Gestão de Ativos, presentes nos principais setores de produtos e serviços que movimentam a economia brasileira. No site da ABRAMAN ([ABRAMAN, 2013](#)), onde constam essas informações, também relata que um dos insumos para o documento são pesquisas e levantamento de índices em áreas de enfoque como *Forma de Atuação, Nível Hierárquico, Pessoal Próprio, Quadro Técnico, Rotatividade e Contratação de Pessoal, Contratação e Conceito dos Serviços, Critérios na Contratação, Composição dos Custos, Aplicação dos Recursos - Pessoal, Qualidade na Manutenção, Custo por Faturamento, Disponibilidade Operacional, Idade Média, Valor de Estoque e Segurança Industrial*. O documento tem uma alta relevância por representar de forma detalhada uma análise da situação da função no Brasil. Tendo servido como fonte de dados para profissionais, estudantes, pesquisadores e gerentes de empresas.

Em uma de suas últimas pesquisas, no ano de 2013, a ABRAMAN revelou que o custo total da manutenção representou em média 4,69 por cento do faturamento bruto nas empresas brasileiras, perfazendo uma parcela significativa do PIB nacional, na verdade o valor mais alto dessa estatística desde o início da série histórica, iniciada em 1995, conforme mostra a Figura 4.



Figura 4 – Custo anual da manutenção com base no PIB. Fonte: ABRAMAN, Documento Nacional 2013.

Isto está aliado ao que afirma DEKKER (DEKKER, 1998), que relata que os gastos com manutenção tendem a crescer em todos os setores da economia, a despeito do desenvolvimento tecnológico, o que provocaria pensar que é uma contradição, porém as principais causas são a contínua expansão dos bens de capital e as exigências de mercado que impõe uma alta taxa de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

Dado essas informações, considerar a manutenção somente uma atividade operacional, é não enxergar o valor significativo envolvido nessa área, nem sua responsabilidade para com a qualidade e imagem da organização. A função da manutenção deve possuir políticas e estratégias para que ela tenha a mesma relevância que outras funções da organização, atribuindo-lhe diretrizes e metas.

No setor público, às políticas de gestão da manutenção, como a de muitas outras áreas, tendem a evoluir em menor velocidade que na iniciativa privada, devido suas características legais e burocráticas que, apesar de necessárias para combater as práticas patrimonialistas, acabam por dificultar a inovação gerencial. Contudo o Estado precisa de um modelo de administração que traga resultados efetivos gastando a menor quantidade de recursos possíveis.

3 Ativos, Gestão de Ativos e Normas

Esse capítulo busca explicar sobre ativos, como geri-los e quais normas e padrões existem para fazê-lo. É importante entender o que é um ativo e qual a sua importância em uma empresa. Saber manipulá-los de forma correta pode ser uma forma valiosa de economia e maior rendimentos das atividades cotidianas, complexas e indispensáveis.

3.1 Ativos

Definição: *Dentro da contabilidade, ativo é um recurso econômico. Pode ser considerado qualquer coisa tangível ou intangível. Expressa bens, valores créditos, direitos e assemelhados, que podem gerar valor econômico. Formam o patrimônio de uma pessoa singular ou coletiva e são avaliados pelo seu custo. (SULLIVAN; SHEFFRIN, 2003)(FULGENCIO, 2007)*

Definição: *Ativo físico é algo que tem valor real ou potencial para uma organização. Exemplos: plantas, instalações, equipamentos, estoques, ferramentas, materiais, edifícios, veículos etc. (NICOLAY, 2015)*

Definição: *Ativo é um item, coisa ou entidade que tem potencial ou valor real para uma organização. (ISO 55000)*

Ativos são recursos que dão suporte as atividades realizadas por uma organização. E pelas definições acima constata-se que são intrínsecos ao seu custo e também geram valor para o negócio. A troca constante desses ativos, por obsolescência, quebra ou falhas, podem gerar custos altos e despesas extras. Por isso é necessário geri-los de forma adequada, de forma a preservá-los, a prolongar seu tempo de vida e ter uma previsão dos gastos necessários para mantê-los.

Controlar seu ciclo de vida pode ser uma forma de prever falhas, evitá-las e assim melhorar seu desempenho e aumentar seu tempo de uso. A gestão de ativos é uma área que vem sendo valorizada exatamente porque a indústria percebeu a necessidade de diminuir os custos com reparos e substituições.

Marcio Nicolay (NICOLAY, 2015) defini vida do ativo e ciclo de vida como:

Vida do ativo: é o período compreendido desde sua criação até o final de sua vida. Sua vida não necessariamente termina depois do descarte.

Ciclo de vida: são todas as etapas envolvidas na gestão de um ativo. Quantidade de etapas e duração variam de acordo com a necessidade da organização.

3.2 Gestão de Ativos (GA)

A norma ISO 55000 defini Gestão de Ativo como “uma atividade coordenada de uma organização para efetuar o valor dos ativos”, aqui a palavra *atividade* pode significar a abordagem, planejamento e suas implantações.

Gerenciamento de Ativos envolve balancear custos, oportunidades e riscos diante da performance desejada do ativo, para alcançar os objetivos da organização. O (IAM, 2016) completa dizendo que a GA habilita a aplicação de abordagens analíticas para gerenciar um ativo em diferentes estágios do seu ciclo de vida.

O Sistema de Gestão de Ativos (SGA), seria a forma de determinar políticas e objetivos e como alcançar esses objetivos. É um sistema aplicado à GA para apoiá-lo, por meio de políticas, operações, entre outros (ABRAMAN, 2013).

Ou seja, gerir um ativo pode ser considerado a ciência de tomar decisões corretas e otimizar a entrega de valor. Um objetivo em comum é o de minimizar o custo de vida do ativo, considerando riscos na tomada de decisão.

A próxima seção irá explicar melhor a Gestão de Ativos sob a ótica da PAS 55 e da ISO 55000, as quais são normas existentes para padronizar e guiar a gestão de ativos.

3.3 Normas

“A normalização é tecnologia consolidada, que nos permite confiar e reproduzir infinitas vezes determinado procedimento, seja na área industrial, seja no campo de serviços, ou em programas de gestão, com mínimas possibilidades de errar...”

...

Elaborar uma norma técnica é compartilhar conhecimento, promover a competitividade, projetar a excelência e suas melhores consequências nos planos econômico, social e ambiental.”

Pedro Buzatto Costa

HISTÓRIA DA NORMALIZAÇÃO BRASILEIRA

A citação acima diz, em poucas palavras, a importância de se ter normas, padrões e especificações que possam assegurar a qualidade em diferentes áreas de conhecimento.

Na área da manutenção e gestão de ativos não é diferente. A preocupação com ativos físicos tem se tornado cada vez mais maior, pois observou-se que garantir a confiabilidade, desempenho, conservar e aumentar o tempo de vida deles pode trazer benefícios significantes, sendo um dos mais importantes, o custo, gastos que podem ser poupados.

3.3.1 PAS 55

Surgiu, em resposta a uma demanda da indústria, o documento PAS 55. Publicada em 2004 pela BSI e revisada em 2008, essa especificação é composta por 28 requisitos, considerados necessários para implantar e auditar um eficiente sistema de gestão para todo o ciclo de vida de qualquer ativo físico. A PAS 55 foi dividido em duas parte, traduzidas pela ABRAMAN como:

- **Parte 1:** Especificação para a gestão otimizada de ativos físicos;
- **Parte 2:** Diretrizes para aplicação do PAS 55-1.

Sua estrutura consiste em um ciclo baseado no PDCA, como mostra a figura abaixo.



Figura 5 – Estrutura do Sistema de Gestão de Ativos PAS 55. Adaptado de: BSI PAS 55-1:2008.

A Figura 5 foi adaptada por (MARCO, 2013) e mostra a estrutura do Sistema de Gestão de Ativos. A PAS classifica 5 categorias de ativos:

1. Ativos Físicos
2. Ativos Humanos
3. Ativos de Informação
4. Ativos Financeiros
5. Ativos Intangíveis

Contudo, seu escopo está focado nos **ativos físicos**. Os outros só são considerados caso estejam relacionados a eles.

Segurança, confiabilidade, disponibilidade, infraestrutura e custo são associados a atividades contidas na gestão de ativos.

Realizar a GA é importante para, conhecer a confiabilidade e a disponibilidade dos sistemas e componentes críticos ao longo do tempo de operação, os riscos inerentes à operação e manutenção, as probabilidades de ocorrências de eventos não desejáveis que afetem a segurança das pessoas e do meio-ambiente.

3.3.2 ISO-5500x

A importância da PAS 55 foi reconhecida quando baseada nela, em janeiro de 2014, foi aprovada a ISO-5500x, o primeiro padrão internacional para GA.

A ISO é uma organização internacional e não governamental independente, tendo adesão de 161 organismos nacionais de normalização, sendo um deles a ABNT. Seu objetivo é construir padrões internacionais relevantes para o mercado e que deem suporte a inovação e traga soluções para desafios globais.

O conjunto de normas ISO-5500x começou a ser elaborado em 2010 sendo aprovada em 2014. Foram aprovadas então três normas (ABRAMAN, 2013):

1. **ISO-55000** (Visão geral, princípios e terminologia): Nela está contida a definição de Ativos, GA e SGA, e também os termos utilizados na área. Ela descreve quatro princípios para GA, sendo eles:
 - a) Ativos fornecem valores para a organização e interessados.
 - b) GA transforma a estratégia definida pela organização em tarefas, decisões, atividades técnicas e financeiras.

- c) Liderança e cultura do local de trabalho são determinantes da percepção de valor.
 - d) GA garante que os ativos vão cumprir e desempenhar a sua função.
2. **ISO-55001** (Sistemas de Gestão - Requisitos): aborda quais os requisitos necessários para um SGA ser aplicado efetivamente. Ter uma maturidade no processo de GA não faz parte do seu escopo. É estabelecido aqui que a organização inclua como o valor pode ser proporcionado pelo SGA, e não se limita ao desempenho financeiro, à gestão de risco, ao desempenho de produção e de serviços. Cabe a organização escolher os fatores relevantes, assim como a escolha dos indicadores proativos e reativos
- a) Fornece princípios, requisitos e orientações para um SGA.
 - b) Aborda requisitos como a implantação dos princípios de GA e a documentação de quais ativos fazem parte do SGA e são escopo do Sistema de Gestão.
 - c) Integra os processos decisórios com relação aos técnicos e financeiros.
 - d) Destaca a implantação de um processo decisório com foco no balanceamento entre os fatores riscos, custos e desempenho dos ativos.
3. **ISO-55002** (Sistemas de Gestão - Orientações para a aplicação da ISO 55001): provê um guia para a aplicação do SGA.

Na Figura 6 são mostrados como os principais termos encontrados na norma 55000 se relacionam.

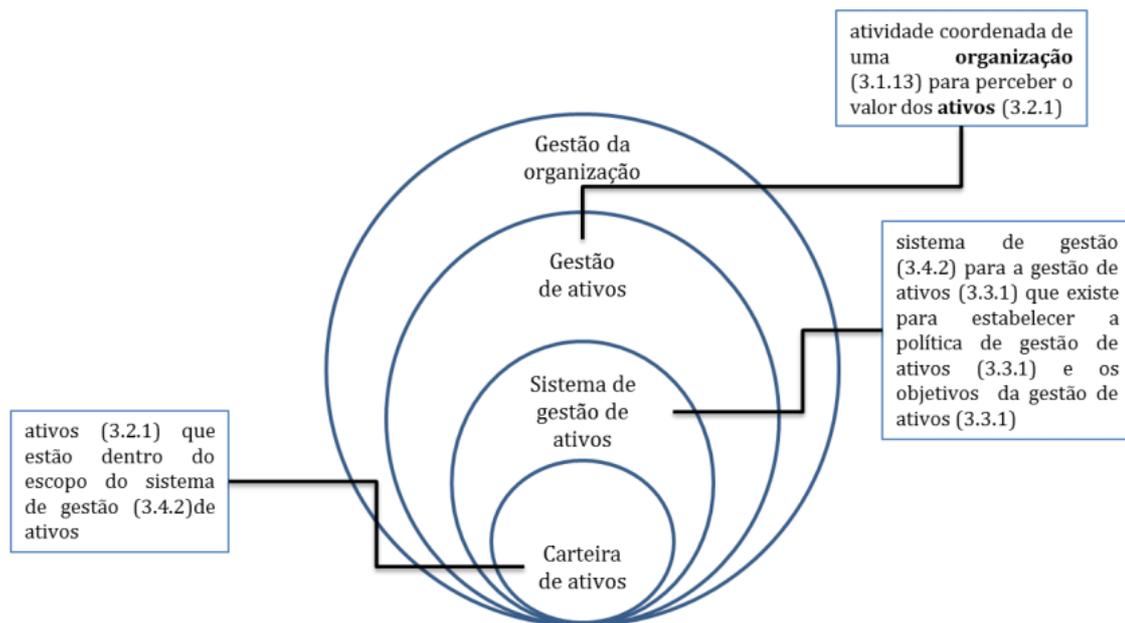


Figura 6 – RELAÇÕES ENTRE OS PRINCIPAIS TERMOS da ISO-55000 **Fonte: Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos (ABNT/CEE-251).**

Um dos pontos de melhoria da ISO em relação a PAS 55 Seção 3.3.1 é que ela fornece uma visão geral, explicando os princípios do GA, os quais podem trazer benefícios e oportunidade de alavancagem, por meio da integração com o gerenciamento de riscos e a governança da organização.

João Ricardo Lafraia, CMRP, Presidente da ABRAMAN diz que “*o controle eficaz e governança de ativos por organizações é essencial para realizar o valor através de gerenciamento de riscos e oportunidades, a fim de alcançar o equilíbrio desejado de custo, risco e desempenho*”, mostrando a importância de se ter uma GA integrada com as outras partes da organização para que assim seja possível ver que uma GA efetiva e eficiente pode gerar valor de negócio na organização não só financeiro, mas também para uma melhor estruturação e realização de suas atividades.

4 Indicadores de Desempenho

Os Indicadores de desempenho também conhecidos como KPIs, da sigla em inglês Key Performance Indicators, são métricas que quantificam a performance das organizações nas mais diversas áreas, de acordo com seus objetivos e metas. Eles são utilizados para monitorar os resultados da empresa e servem como referência para o processo de tomada de decisão e a criação de estratégias de melhoria.

Segundo Branco Filho (FILHO, 2006), somente os indicadores permitem uma quantificação e acompanhamento dos processos, eliminando a subjetividade e favorecendo as correções necessárias. Ou seja, os indicadores são dados chave para a tomada de decisão. Este capítulo apresentará os principais indicadores de desempenho da Manutenção e suas aplicações.

4.1 Indicadores da Manutenção

A manutenção, como a produtividade e a qualidade, por exemplo, possui diversos indicadores para sua gestão. Neste trabalho serão abordados os tradicionalmente usados com base no Documento Nacional “A situação da Manutenção no Brasil” realizada pela ABRAMAN (Tabela 1). Estes indicadores guardam uma correlação positiva com o desempenho e a segurança na empresa, todavia estes ao serem empregados devem ser individualizados para a função específica que se deseja controlar (MARTORELL et al., 1999).

Tabela 1 – Indicadores da função manutenção tradicionalmente usados no Brasil **Fonte: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 2009**

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

Qualquer que seja a forma que tomam os indicadores, os valores obtidos sobre eficiência, produtividade, segurança e disponibilidade, tem dois propósitos principais: decidir sobre o destino dos recursos e avaliar o desempenho do sistema depois que os recursos

foram usados (LÖFSTEN, 1998). Assim, a ferramenta portadora dos indicadores permite identificar os desvios no desempenho dos equipamentos, e o controle que integra o laço de retroalimentação, que todo sistema de gestão bem implementado deve possuir.

Segundo Martorell, (MARTORELL et al., 1999), o primeiro passo para o desenvolvimento e implantação de KPIs deve ser a elaboração de um “panorama conceitual” para a avaliação da eficácia das tarefas que estão sendo executadas em qualquer setor de uma organização, seja ele a produção, o controle de estoque, os recursos humanos ou a manutenção, por exemplo. O desenvolvimento desse panorama conceitual inicia-se com a coleta de informações básicas disponíveis nas fontes principais como o Sistema de Gerenciamento da Produção, Sistema de Informações da Manutenção e outras fontes importantes, se houver.

No caso da função Manutenção, Martorell forneceu orientações em um esquemático conceitual para a implementação do Sistema de Indicadores da Manutenção (SIM) evidenciado na Figura 7, por meio da correlação dos objetivos da produção e os objetivos da manutenção.

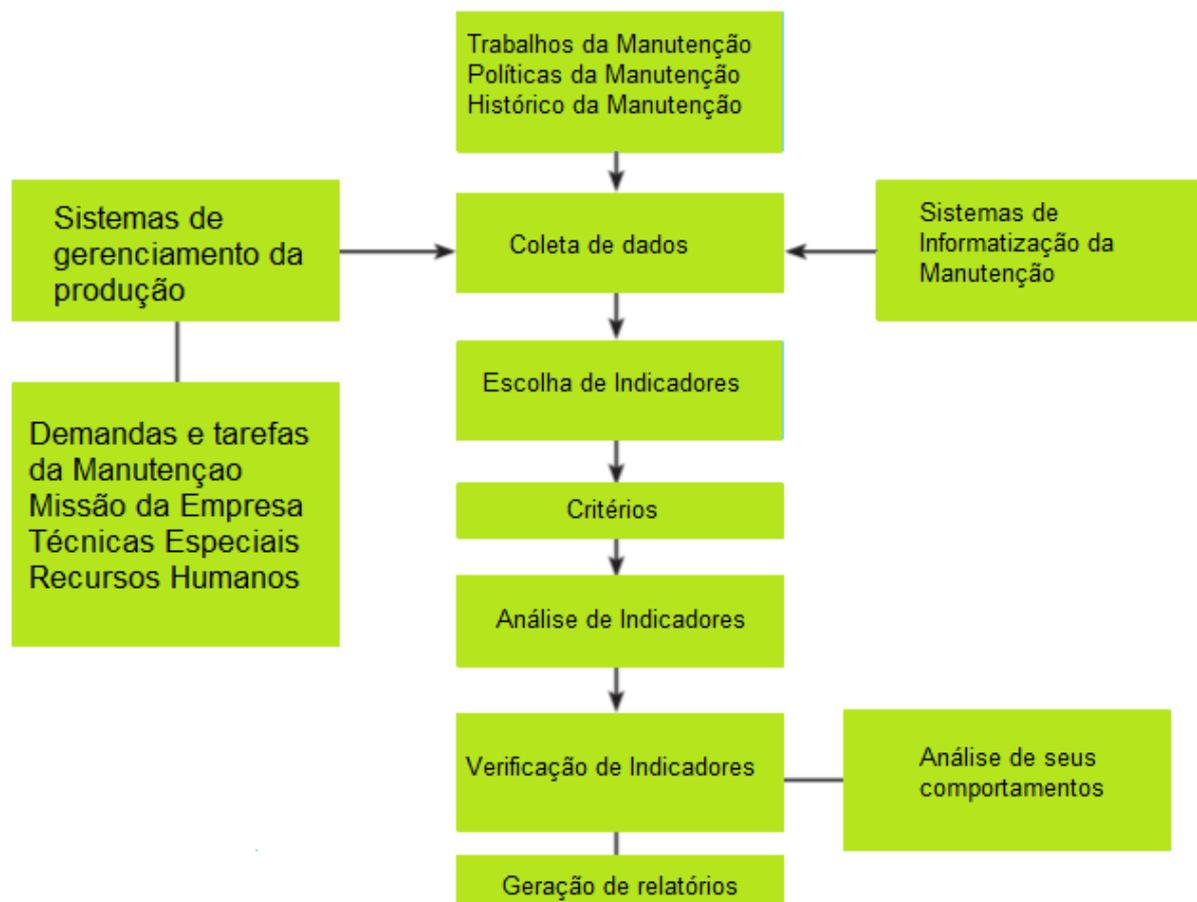


Figura 7 – Sistemas de Indicadores da Função Manutenção. Fonte: Autor. Adaptado de: Martorell et al.:1996.

O próximo passo consiste na definição de indicadores de desempenho, propriamente ditos, os quais estão intrinsecamente relacionados com os dados operacionais, com as fases de programação e execução das tarefas, e com a contribuição para o desempenho organizacional. No caso da função Manutenção, as informações operacionais são imprescindíveis para a implantação do SIM devido sua natureza, que conforme (MARTORELL et al., 1999), carecem ser utilizadas em conjunto com as atividades operacionais, e com os processos usuais dos setores próprios da organização. Na prática os indicadores de desempenho da manutenção são avaliados sob diferentes aspectos e abrangem dados dos equipamentos, a partir do seu histórico e nível de criticidade na planta, além de dados acerca da eficiência da mão de obra empregada e dos programas de manutenção desenvolvidos, do nível de estoque, do custo das atividades e outros.

Na etapa de desenvolvimento e implementação do SIM, também cabe a formulação de um panorama conceitual conforme ilustrou (MUCHIRI et al., 2011) na Figura 8, o que facilita sua avaliação sob diferentes visões identificando elementos chaves e processos que dirigem a função manutenção para a entrega de resultados exigidos pelas metas de produção. O panorama conceitual ilustrado resguarda a correlação das metas da função manutenção com a produção e os objetivos organizacionais e, assim, direciona os trabalhos da manutenção para a consecução dos objetivos de melhoria contínua dos equipamentos de produção e, conseqüentemente do sistema produtivo.

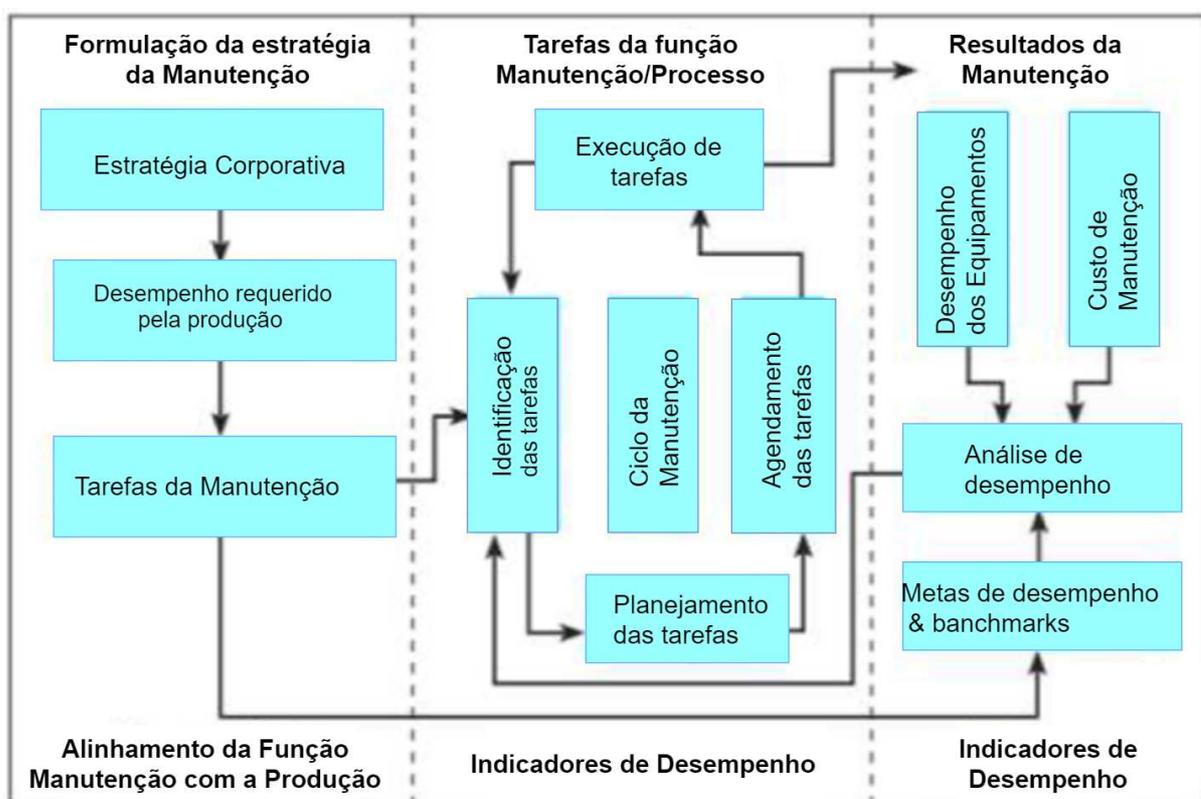


Figura 8 – Panorama conceitual para a análise da performance da função manutenção.

Fonte: Autor. Adaptado de Muchiri et al: 2011

O panorama conceitual da Figura 8, apresenta três partes fundamentais, a saber: A formulação da estratégia da manutenção, as tarefas/processos da função manutenção e os resultados da manutenção, e revela que o controle de qualquer sistema depende da definição de indicadores de resultados apropriados, conforme o interesse do gestor. No entanto, os indicadores devem acompanhar o desempenho da manutenção nos seus processos principais e não em aspectos particulares, para permitirem uma visão geral da condição da manutenção.

A Tabela 2 mostra os principais indicadores e índices de desempenho normalmente utilizados na avaliação da performance da função manutenção (FILHO, 2006).

Tabela 2 – Indicadores de Desempenho. Fonte: Branco Filho: 2006

INDICADORES DE DESEMPENHO	
Indicadores de desempenho dos equipamentos	
Indicadores de custo da manutenção	
Indicadores da eficiência dos programas de manutenção	
Indicadores da eficiência da mão de obra	
Indicadores administrativos na manutenção	
Indicadores de estoque	
Indicadores de segurança, saúde e meio ambiente	

Sugere-se que os indicadores de desempenho, como os descritos na Tabela 2, devem ser avaliados em blocos onde subconjuntos são analisados separadamente de acordo com seu significado e utilidade. De modo que haja ao menos três subconjuntos, separados em 1) Aqueles que monitoram o desempenho da manutenção nos níveis mais baixos, como os do ciclo de vida de um equipamento 2) Aqueles que impactam o sistema de execução das manutenções e 3) Aqueles que impactam a política global da manutenções na organização voltadas a segurança, ao custo e ao desempenho (SOUZA et al., 2012), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Níveis de Indicadores de Desempenho. Fonte: Autor

NÍVEIS DE INDICADORES DE DESEMPENHO	
Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de desempenho do equipamento
Nível 2	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores administrativos na manutenção • Indicadores de estoque • Indicadores de custo de cada manutenção • Indicadores da eficiência da manutenção
Nível 3	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores da eficiência dos programas de manutenção • Indicadores de retorno sobre investimento na manutenção • Indicadores de segurança, saúde e meio ambiente

A forma de avaliação e o número de indicadores que serão utilizados pela organização depende fortemente do ramo de negócio e da política empresarial de manutenção que se pretende adotar. Contudo frisa-se o mencionado por Xavier (XAVIER, 2007) “é melhor ter poucos indicadores importantes e acompanhá-los bem”.

4.1.1 Indicadores do equipamento

Em relação aos indicadores que monitoram o desempenho da manutenção dos equipamentos baseados nas características de seus ciclos de vida (nível 1), os principais são:

- $R(t)$ - Confiabilidade;
- TMF - Tempo Médio de Falhas ou Mean Time TO Failures (MTTF);
- TMEF - Tempo Médio entre Falhas ou Mean Time Between Failures (MTBF);
- TMR - Tempo Médio entre Reparos ou Mean Time Between Repair (MTBR);
- $F(t)$ - Disponibilidade ou probabilidade de falha;

Esses indicadores medem atributos bem básicos do sistema. A primeira dessas medidas é a confiabilidade - $R(t)$. A definição convencional de confiabilidade, representa a probabilidade de que um item, um equipamento ou um sistema esteja funcionando continuamente em um intervalo de tempo $[0, t]$, ou ainda que esteja em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento (TAVARES, 1999).

Seu uso está ligado a estratégia de se realizar a manutenção periódica de equipamentos ou máquinas. Estabelecer um período de manutenção razoável é a chave para a redução de custos mantendo a confiabilidade operacional. A literatura propõe vários métodos para realizar o cálculo de como se determinar a melhor momento de ser fazer manutenções. Aqui será abordado um destes métodos, o que utiliza a análise de Weibull, também denominada análise de dados de vida.

A análise de Weibull é uma ferramenta que a partir de amostras representativas, possui a funcionalidade de fazer previsões de um produto dentro de uma população. Isto é feito por “encaixe” em uma distribuição estatística de dados de vida e esta distribuição pode então ser utilizada para estimar características importantes dos ciclo vida de equipamentos, como a probabilidade de falha em um período específico. A fórmula de Weibull pode ser representada pela fórmula:

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\frac{t}{\eta}\right)^\beta \quad (4.1)$$

Onde:

$F(t)$ - é a probabilidade de falha para uma determinada amostra;

t - é o tempo até a falha;

η - é a característica de vida ou parâmetro de escala;

β - é o parâmetro de inclinação.

A análise de Weibull é um método de modelagem de informações contendo valores maiores que zero (como exemplo, podem ser dados de tempo médio de falha conhecido como mean-time-to-fail (TMF) abordado mais adiante). Uma característica importante desta análise, é que se houver a possibilidade de fazer uma coleta de 3 amostras, já é viável realizar o estudo de confiabilidade. Através da utilização de Weibull, é possível responder alguns problemas de engenharia tais como:

- Um usuário informa sobre duas falhas de um mesmo equipamento funcionando pelo período de três meses. O gerente da área questiona: quantas falhas teremos no próximo trimestre, semestre ou ano? Quanto vai custar? Qual é a melhor ação corretiva para reduzir os riscos e as perdas?
- Para adquirir peças de reposição e agendar o trabalho da equipe de manutenção, quantos componentes serão enviados para revisão mês a mês no próximo ano, sabendo-se que o gerente de manutenção quer ter 95% de certeza de que as peças em estoque e a mão de obra serão o suficientes?
- O custo de uma falha não prevista de um componente (manutenção corretiva) é em torno de 20 vezes o custo de uma manutenção planejada. Qual é o intervalo ideal (melhor custo-benefício) que deve ser estabelecido para a substituição deste componente?

Não é o intuito ir a fundo na estatística e mostrar o porquê das fórmulas e sim como utilizar o indicador. No Capítulo 7, Seção 7.4 este trabalho realizou um estudo pela distribuição de Weibull do cálculo do indicador confiabilidade - $R(t)$ para valores estimados de tempo até a falha de projetores multimídia. Por meio deste estudo os gestores poderão avaliar qual é a probabilidade aceitável de falha e quando ela ocorre, para programarem manutenções periódicas nos equipamentos.

Perto de confiabilidade estão os indicadores **Tempo Médio de Falhas (TMF)**, e **Tempo Médio Entre Falhas (TMEF)**. O primeiro é o tempo médio que o sistema opera até acontecer uma falha, enquanto o segundo é o tempo médio entre duas falhas consecutivas. A diferença entre as duas é o tempo necessário para reparar o sistema depois da primeira falha. Estipulando Tempo Médio de Reparo (TMR):

$$\mathbf{TMEF = TMF + TMR} \quad (4.2)$$

O indicador **Tempo Médio de Reparo (TMR)** nos aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Nesse período estão todas as ações envolvidas no reparo, sejam

elas da equipe de compras, de laboratório ou qualquer outra equipe de trabalho (ZEN, 2016).

Outro indicador importante deste nível é a **Disponibilidade**, representada por $F(t)$, é definida como a fração média de tempo sobre o intervalo $[0,t]$ que o sistema está funcionando, em outras palavras, a Disponibilidade representa a probabilidade de em um dado momento um equipamento esteja em funcionamento normal ou produção e é interpretada como a probabilidade de que o sistema estará operante em um período de tempo aleatório, e só é significativo em sistemas que incluem reparo de componentes com defeito. Pode se calcular a disponibilidade usando as seguintes equações:

$$A = \frac{TMF}{TMEF} = \frac{TMF}{TMF + TMR} \quad (4.3)$$

Uma medida relacionada é $A(t)$, que é a probabilidade do sistema operar em um determinado instante t .

O uso do indicador Disponibilidade é apropriado para aplicações em que performance contínua não é vital, mas onde seria caro ter o sistema fora por um período significativo de tempo. É possível que um sistema de baixa confiabilidade tenha uma alta disponibilidade, por exemplo, um sistema que cai toda hora, mas se recupera em um segundo.

4.1.2 Indicadores do sistema de execução das manutenções

No tocante aos indicadores que impactam o sistema de execução das manutenções (nível 2), os principais são:

- IMF - Custo total de manutenção por faturamento bruto;
- IMBA - Custo total de manutenção por ativo imobilizado;
- MP - Cumprimento dos planos de manutenção preventiva e preditiva;

O acompanhamento dos custos de manutenção, são um dos principais indicadores que a atividade de manutenção deve observar, representando a somatória básica de todo recurso financeiro utilizado pelo setor, compreendendo: custos de intervenção de manutenção (recursos materiais, sobressalentes e mão de obra), custos próprios (internos) da equipe de manutenção, tais como administração, treinamento, etc. Além destes, a atividade de manutenção deve estimar os custos de perdas de produção (se houver), e o custo da perda de oportunidade pela falta do produto se houver demanda. Normalmente as empresas acompanham apenas os custos de intervenção, mas devem no mínimo acompanhar também os custos próprios (ZEN, 2016).

Bem assim, os indicadores **custo total de manutenção por faturamento bruto (IMF)** e **custo total de manutenção por ativo imobilizado (IMBA)** são calculados da seguinte fórmula:

$$\text{IMF} = \frac{\text{custo total de manutenção}}{\text{faturamento bruto}} \quad (4.4)$$

$$\text{IMBA} = \frac{\text{custo total de manutenção}}{\text{valor base do ativo sem depreciação}} \quad (4.5)$$

Perceba aqui que o indicador **IMF** usa em seu cálculo a variável faturamento bruto, o que pode gerar uma falsa percepção por sua inaplicabilidade dentro de organizações governamentais, porém podemos utilizar este mesmo indicador para o caso de instituições que não possuem um faturamento o valor de seu orçamento anual. E assim aferir o quanto está se gastando em manutenção em termos percentuais, por exemplo. Este indicador se torna importante a medida que comparamos seu valor com o usualmente adotado por outras organizações ou empresas do setor da empresa que está sendo monitorada.

Noutro giro encontra-se o indicador **IMBA**, o qual é usado como um fator preponderante para se analisar a viabilidade financeira do serviço de manutenção que se deseja prestar. Este indicador representa em termos percentuais o valor do serviço de manutenção com relação ao que custou o equipamento. Adota-se usualmente que caso o serviço de manutenção ultrapasse a taxa de 50% do valor, o serviço é inviabilizado.

Ao lado dos indicadores de custo, estão os índices que acompanham o processo de planejamento e execução das manutenções preventivas e preditivas, os quais podem ser visualizados por meio de um Diagrama de Venn 9, representando os conjuntos de ações programadas e realizadas, no universo de planejamento, em um dado período de tempo.

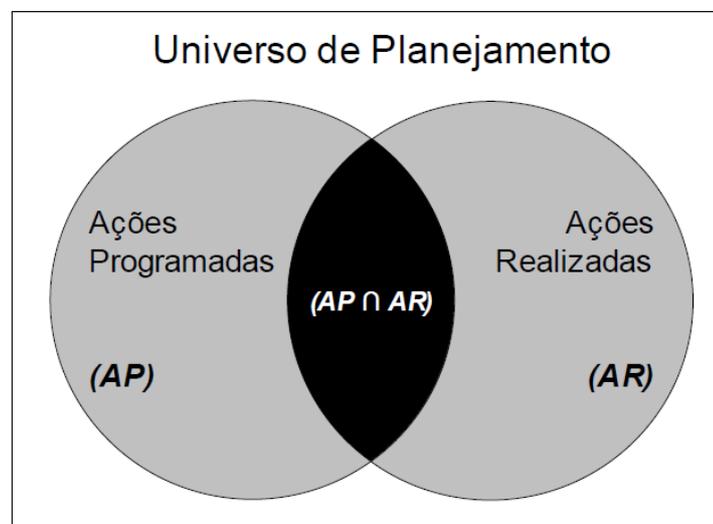


Figura 9 – Diagrama de Venn do cumprimento dos planos de manutenção preventiva e preditiva **Fonte: (SIQUEIRA, 2006)**

Em uma situação ideal, os conjuntos AP e AR seriam idênticos, havendo perfeita correlação das ações executadas com as ações planejadas. Na prática, as imperfeições do processo, de origem internas à programação e execução, ou externas, oriundas do meio ambiente ou de agentes fora do controle do planejador, geram diferenças entre estes conjuntos, reduzindo a qualidade do planejamento. Para medir a eficiência do processo de programação, será útil associar um universo de referência ao conjunto união dos itens programados e executados, AP U AR (SIQUEIRA, 2006).

Para avaliação destes indicadores, sugere-se então que a Eficiência do cumprimento dos planos de manutenção preventiva e preditiva seja medida através do indicador **MP**.

$$\text{MP} = \frac{\text{tarefas realizadas no programa de manutenção preventiva ou preditiva}}{\text{tarefas programadas no programa de manutenção preventiva ou preditiva}} \quad (4.6)$$

4.1.3 Indicadores da política global de manutenções

Por fim quanto aos indicadores que impactam a política global de manutenções das organizações voltados a segurança, ao custo e ao desempenho, nível 3 da Tabela 3, os principais são:

- OEE - Eficiência Global do Equipamento;
- TEEP - Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos;
- Satisfação do Cliente com a manutenção;
- Taxa de Frequência de acidentes;

Estes indicadores buscam monitorar as condições de adequabilidade do tipo de manutenção que estão sendo empregados e as condições de segurança das instalações, além disso possuem métricas para mensurar a eficácia dos custos na manutenção e utilização dos recursos de forma a propiciar a sustentabilidade empresarial.

Os indicadores **OEE** e **TEEP** objetivam traduzir o comportamento do processo produtivo auxiliando os gestores empresariais na utilização eficiente dos recursos, eles representam numericamente algumas informações da planta, possibilitando uma análise mais detalhada do processo. A partir da correta utilização destes índices, é possível calcular a capacidade produtiva que está sendo perdida, decorrente da ineficiência do processo de manutenção como um todo, assim como identificar quais componentes são responsáveis por estas ineficiências. Bons índices nestes indicadores são constantemente perseguidos (SOUZA; PIRES, 1999).

Apesar da importância dos indicadores OEE e TEEP eles são adotados normalmente em setores cuja a criticidade da manutenção é elevada, caso das indústrias de

petróleo, siderurgia e automotiva, por exemplo. Devido ao escopo ao deste Trabalho, estes indicadores não serão estudados a fundo ou adotados.

A satisfação do cliente é medida por pesquisa de opinião dos clientes internos dos serviços de manutenção com a aplicação de questionários adaptados ao contexto do ativo mantido. A análise dos resultados das entrevistas torna possível a visualização de pontos vulneráveis do relacionamento entre a qualidade dos serviços e o grau de satisfação do cliente. No caso da função manutenção a satisfação do cliente está intimamente ligada ao conceito de durabilidade do serviço.

A conceituação e a medição da qualidade de serviços é mais difícil que a de produtos tangíveis, pois os serviços são basicamente intangíveis e constituem processos vivenciados bem subjetivamente, onde a produção e consumo acontecem simultaneamente (JUNIOR et al., 2012).

Ademais há ainda na linha dos indicadores que impactam a política global de manutenções (nível 3), a Taxa de Frequência de Acidentes que é um indicador extremamente importante para a manutenção, pois mensura a eficiência das ações em busca de um ambiente seguro para o trabalho. Esta Taxa é usualmente representada pelo número de acidentes por milhão de homens hora (HH) trabalhando.

$$\text{Taxa de Frequência} = \frac{\text{Numero de acidentes}}{\text{Homens Horas Trabalhando}} \mathbf{10^6} \quad (4.7)$$

5 Computerized Maintenance Management System - CMMS

Esse capítulo mostra a definição de um software CMMS, como sua utilização pode alavancar a eficácia do departamento de manutenção, e quais benefícios tanto gerenciais, quanto nos gastos relativos a manutenção, essa ferramenta pode trazer. Apesar da UnB já utilizar um sistema incorpora algumas características de um CMMS, a ferramenta pode ser considerada incompleta se comparada com as existentes no mercado.

5.1 Definição

Computerized Maintenance Management System ou em português Sistema Informatizado de Gestão de Manutenção, os CMMS, também conhecidos como Enterprise Asset Management (EAM) são softwares desenhados para simplificar a gestão da manutenção.

Para melhor entender o que são essas ferramentas a MicroMain corporation, quebrou o termo para explicar o uso de cada componente individualmente ([CORPORATION, 2016](#)).

Informatizado

Significa que com a ferramenta CMMS os dados sobre a manutenção estarão guardados em um computador. Hoje em dia esse conceito é muito comum, guardar dados no computador, mas antigamente, antes dos anos 1980, esses dados eram armazenados com o uso de papel e lápis, o que tornava a manutenção muito mais reativa do que proativa, ou seja, ela era realizada quando algo de errado acontecia.

Nessa época era um pouco difícil pensar realizar manutenção preventiva, por existir a dificuldade de manter o tracking (rastros) de qual ativo precisaria de manutenção rotineira, quando todo o histórico deles era mantido em um sistema de arquivamento físico, em uma gaveta.

Foi então que no final dos anos 80 e começo dos anos 90, começou a surgir os CMMS, como solução para esses problemas, as organizações migraram seus dados sobre manutenção para seus computadores e começaram a ter a possibilidade de rastrear as ordens de serviço, gerar relatórios mais rápido e determinar quais ativos precisariam de manutenção preventiva, ajudando a diminuir gastos e aumentar os lucros.

Manutenção

Manutenção é a atividade realizada pelos usuários do CMMS todos os dias, seja

por demanda, ordem de serviço ou inspeções de rotina. O software não substitui o trabalho humano, mas ele ajuda a determinar quais tarefas estão priorizadas adequadamente e que todo está em seu devido lugar (inventário, trabalho, etc.). O software permite que o gestor e sua equipe foquem mais no trabalho e menos na parte burocrática.

Gestão

É a principal função do software, que foi desenhado para que os usuários possam saber sobre o estado da manutenção, com horários, ordens de serviço, previsões de inventário e acesso a relatórios de forma imediata.

Sistema

Sistema pode ser visto como a combinação geral de características do CMMS, que variam de acordo com os diferentes tipos de CMMS.

Quando explicado os componentes um à um, percebe-se qual a real função desse software, desenhado para facilitar e melhorar a forma como é realizada a Gestão da Manutenção.

5.2 Benefícios de se utilizar uma ferramenta CMMS

Em empresas e organizações privadas e públicas, o setor de manutenção é tipicamente visto como um centro de gastos. Quando é necessário realizar economias, esse é um dos primeiros setores onde cortes são feitos. Mas a verdade é que o setor da manutenção age em todos os outros, assegurando que as atividades corram de forma adequada. Por isso, o uso de uma ferramenta que seja adequada, ajuda as atividades de manutenção fluírem de forma mais inteligente e eficaz.

No white paper da Q Ware ([PUBLICATION, 2015](#)), uma empresa que desenvolve soluções de CMMS, são listados os benefícios tangíveis e intangíveis trazidos com o uso de um software CMMS.

Benefícios Tangíveis

1. Menos quebra de equipamentos e de ativos.
2. Menos custos de trabalho.
3. Menos material e uso de peças.
4. Redução de estoque.
5. Economia de papel.
6. Economia em contas de energia.

7. Estender o ciclo de vida dos equipamentos.
8. Medição de desempenho precisa.

Benefícios Intangíveis

1. Cria processos padronizados.
2. Maior satisfação do cliente.
3. Ambiente de trabalho menos estressante.
4. Organiza sua carga de trabalho
5. Facilidade de cumprir os regulamentos.
6. Melhor comunicação.
7. Fazer decisões melhores.

5.3 Comparativo entre CMMS Disponíveis no Mercado

A ferramenta Capterra é um site que permitir buscar softwares voltados para diferentes tipos de negócio (CAPTERRA, 2016). Nela o usuário pesquisa sobre o software desejado e é devolvido uma série de resultados, que podem ser filtrados de acordo com a necessidade do usuário.

Por meio desta ferramenta foram encontrados diversos tipos de softwares CMMS, podendo consultar um tipo específico, por meio dos filtro, e também ver o perfil do software escolhido que traz informações sobre o fornecedor e um checklist com as features do software, uma forma prática e simples de comparação de características existentes entre os diferentes tipos de CMMS disponíveis. A partir do checklist presente na página de cada software, foi criada a Tabela 4, que possui uma visão geral das características de um apanhado de CMMS pesquisados.

Esse comparativo serviu como referência para avaliar o software atualmente utilizada na UnB, o SIPAT. Se suas funcionalidades estão alinhadas com o que existe no mercado ou se está aquém do que outras empresas e organizações utilizam. E também foi utilizado no levantamento de requisitos para o software proposto no trabalho.

Tabela 4 – Comparativo entre características dos softwares CMMS. Fonte: Autor.

	ManWinWin	Rosmiman IWMS	comma CMMS	INTERAL Maintenance	Maintenance As- sistant	Asset Bug
Acompanhamento de Ativos	X	X	X	X	X	X
Controle de Inventário	X	X	X	X	X	X
Acesso Mobile	X	X	X	X	X	X
Calendário de Planejamento	X	X	X	X	X	X
Manutenção Preventiva	X	X	X	X	X	X
Agendamento	X	X	X	X	X	X
Rastreamento de Serviço	X	X	X	X	X	X
Gestão Técnica		X	X	X	X	X
Gestão de Ordem de Trabalho	X	X	X	X	X	X

6 Cenário Atual da Manutenção de Equipamentos na UnB

Esse capítulo mostra o cenário atual da manutenção de equipamentos da Universidade de Brasília, descrevendo a Diretoria de Manutenção de Equipamentos, o Sistema de Patrimônio (SIPAT), responsável pelo inventariado dos bens da universidade e que contém algumas funcionalidades relacionadas a manutenção. E também descreverá o processo atual seguido pela DIMEQ para realização da manutenção.

6.1 Diretoria de Manutenção de Equipamentos (DIMEQ)

Em 30 de outubro de 1987, pelo ato da reitoria nº 550, foi criada Diretoria de Manutenção de Equipamentos - DIMEQ, anteriormente denominado Centro de Manutenção de Equipamentos Científicos – CME da Fundação Universidade de Brasília, garantido a ela, desde então, o tratamento autônomo e descentralizado sob o aspecto orçamentário, financeiro, administrativo e gerencial (DIMEQ, 2016).

Por este ato da reitoria foi atribuída a DIMEQ à responsabilidade de promover, com qualidade, a manutenção e o reparo nos equipamentos da Universidade, introduzindo novos conceitos metodológicos e técnicos para que sejam reduzidas as paradas de funcionamento desses equipamentos; visando a redução de custos, a satisfação do usuário e a viabilização das atividades de ensino e pesquisa.

Na estrutura organizacional da DIMEQ estão compreendidas quatro seções especializadas, a saber, Seção de Apoio a Logística, Seção de Eletrônica e Informática, Seção de Eletromecânica e Seção Mecânica. Esta configuração se fez necessária, em suma, pelos tipos de equipamentos que a Universidade possui, os quais precisam ser agrupados, pois cada tipo de equipamento necessita de uma mão de obra específica, bem como instrumentos e ferramentas para fins de manutenção. São eles, equipamentos eletrônicos, de informática, eletromecânicos, eletrotécnicos, ópticos e de mecânica fina, e os mecânicos que, por sua vez, se dividem de refrigeração e de mecânica geral.

Os serviços prestados pela DIMEQ devem atender uma comunidade acadêmica bastante ampla, o que faz do processo de manutenção permanente um grande desafio, sendo composta, segundo informações do Anuário Estatístico da UnB 2015 (BRASILIA, 2015)), de 2.695 professores, 2.623 técnicos administrativos e 36.372 alunos regulares e 7.576 de pós-graduação. Constituída por 26 institutos e faculdades e 21 centros de pesquisa especializados, oferecendo 109 cursos de graduação, e 147 cursos de pós-graduação stricto sensu e 22 especializações lato sensu. Os cursos estão divididos em quatro campi

espalhados pelo Distrito Federal: Darcy Ribeiro (Plano Piloto), Planaltina, Ceilândia e Gama, possuindo diversos órgãos de apoio como o Hospital Universitário, a Biblioteca Central, o Hospital veterinário e a Fazenda Água Limpa.

Somado a grande comunidade acadêmica que a DIMEQ precisa atender, encontra-se o diversificado parque científico que a Universidade de Brasília possui. Esta diversificação, a complexidade e quantidade de equipamentos demandam, segundo (LIMA; CASTILHO, 2006) um elevado estoque de peças de reposição, espaço físico, qualificação permanente dos técnicos, meios de transporte específicos e, sobretudo, um sistema de gerenciamento e comunicação que esteja em constante evolução, pronto a atender as necessidades emergentes. Há ainda, diversos equipamentos importados que requerem na maioria das vezes, serviços especializados.

Ao visualizar os números da Universidade, pode se ter uma noção do desafio que é gerenciar as manutenções dos equipamentos, ainda mais quando se estuda o crescimento da população Universitária da UNB de 2006 a 2014, conforme demonstra os Figura 10 e Figura 11, retirados do anuário estatístico da Universidades de 2011 e 2015, respectivamente. Eles revelam que nestes 8 anos a população universitária cresceu 56,95% aproximadamente.

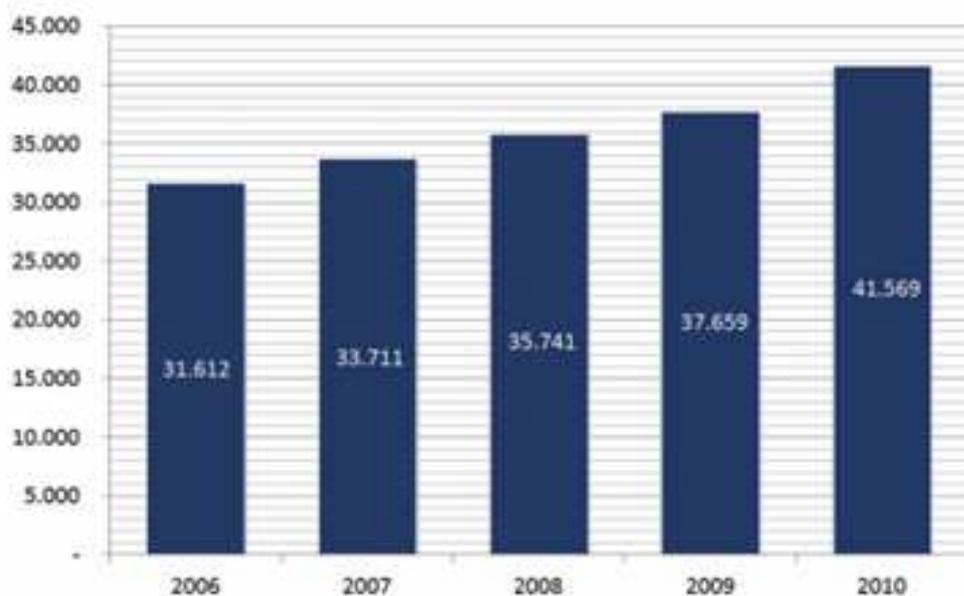


Figura 10 – Evolução da população universitária da UnB, 2006 a 2010. **Fonte: Anuário estatístico da Universidade de Brasília, 2011.**

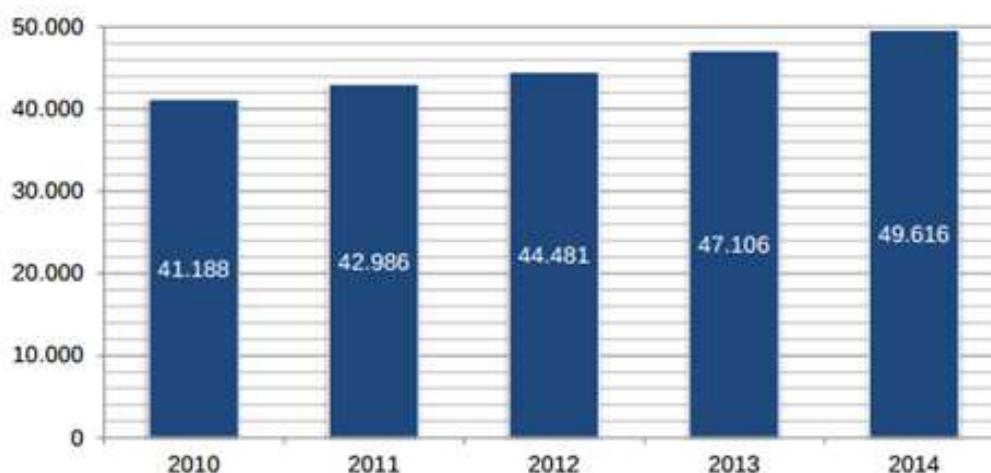


Figura 11 – Evolução da população universitária da UnB, de 2010 a 2014. **Fonte: Novo anuário estatístico da Universidade de Brasília, 2015.**

Todo esse crescimento deve ser levado em conta ao se analisar o serviço de Manutenção oferecido pela DIMEQ, pois sua consequência é um enorme descompasso entre a quantidade de adquiridos e os recursos aplicados na preservação desse patrimônio. Além de que, conforme relata (LIMA; CASTILHO, 2006) ao se adquirir esses equipamentos “patrimônios” a DIMEQ não foi ouvida cometendo assim um erro conceitual grave para gestão da Manutenção, como já foi relatado no capítulo de Manutenção do presente trabalho.

O gerenciamento da manutenção do parque científico da UnB é informatizado, permitindo a todos os usuários solicitar e acompanhar reparos nos equipamentos ou a programação de manutenção preventiva de todos os equipamentos cadastrados no Sistema de Informações Patrimoniais (SIPAT), sejam eles da UnB ou de outras instituições.

Para facilitar o gerenciamento da manutenção, a DIMEQ utiliza informações básicas, a partir do ingresso do equipamento e dos registros das ocorrências, envolvendo fornecedores e a própria equipe da DIMEQ, mesmo que esses equipamentos sejam oriundos de convênio e comodatos.

O público atendido pela DIMEQ é denominado usuário, e a informação que mais os interessa é o tempo que o equipamento ficará indisponível durante a manutenção, sendo chamado de tempo total de manutenção caracterizado pelo tempo total que o equipamento fica indisponível para a utilização, ou seja, o tempo decorrente entre a solicitação e a conclusão do serviço. O tempo total de manutenção é um indicador monitorado e visível aos usuários das manutenções providas pelas DIMEQ.

Todavia, vê-se que apesar da Diretoria de Manutenção de Equipamento da Universidade de Brasília se esforçar para oferecer aos usuários um bom serviço, não possui

controles estatísticos e probabilísticos sobre os ciclos de vida útil dos Equipamentos, implantando assim somente uma política de manutenções corretivas e emergenciais. Não possuindo indicadores de custo efetivos que embasem decisões relacionadas as manutenções.

6.2 Sistema de Patrimônio - SIPAT

O Sistema de Patrimônio da UnB, SIPAT, responsável pela Gestão do patrimônio mobiliário da UnB e das manutenções de equipamentos do DIMEQ/PRC, foi desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados - CPD. Sua primeira versão foi liberada em 1964, sendo desenvolvido em *Cobol*. Com o famoso bug do milênio, que iria ocorrer no ano 2000, em 1999 o código foi refatorado e reescrito para *visual basic, vb6*, escolhido pelo suporte que seria dado pela Microsoft. A transição dos sistemas levou 8 meses, os grandes e de 4 a 5 meses nos pequenos.

Segundo um técnico do CPD, que descreveu o sistema e explicou como ele funcionava e como foi desenvolvido, o SIPAT é mais utilizado pelo setor de Patrimônio, sendo acoplado ao sistema de pessoal, para verificar a carga patrimonial. Possui também algumas funcionalidades voltadas para manutenção, que são utilizadas pela DIMEQ.

A versão atualmente utilizada, como já escrito, foi desenvolvida em *virtual basic* e está sendo utilizada desde o ano 2000, após uma massiva refatoração feito pelo CPD nos sistemas da universidade. O SIPAT trabalha em 3 camadas: **Servidor de Aplicação**, **Servidor de Banco de Dados** e **Sistema Cliente**. Ele é instalado e utilizado pela Intranet da Unb. Sua instalação tem que ser solicitada pelo usuário ao CPD.

Quanto a documentação do sistema, na reunião realizada com dois técnicos do CPD, em dezembro de 2016, foi explicada que eles seguem a metodologia de desenvolvimento RUP e estão estudando passar para Ágil, e portanto possui alguns documentos, todos defasados, e que as funcionalidades foram apenas descritas, na primeira versão, mais eles não possuem nenhum rastreio dos requisitos.

A Tabela 5, mostra as funcionalidades do SIPAT voltadas para o PAT, setor de Patrimônio, e a Tabela 6, mostra as funcionalidades que são mais utilizadas pela DIMEQ, relativas a manutenção de equipamentos. Os dados foram retiradas do Manual do Usuário do SIPAT.

Tabela 5 – Principais Funcionalidades do SIPAT. Fonte: Autor.

Registro de Material Permanente e Tombamento.
Solicitação de Instalação ou Reparo.
Solicitação de inspeção para redistribuição ou baixa.
Cadastro de Agente Patrimonial.
Consulta de dados básicos dos bens, locais e agentes cadastrados.
Consulta de andamento da solicitação de reparo.
Consulta de laudo de Inspeção.
Consulta do histórico da movimentação dos bens.
Relatório de Termo de Transferência, Relação de Carga Patrimonial por Agente
Relatório de Inventários por agente patrimonial
Relatórios de bens que estão em manutenção, das solicitações de manutenção, bens alocados na unidade com valores unitários, total e quantitativo, classificados pelas contas do SIAFI e outros.

Tabela 6 – Funcionalidades voltadas para Manutenção. Fonte: Autor.

SOLICITAÇÃO DE REPARO DE EQUIPAMENTO.
ANDAMENTO DA MANUTENÇÃO/REPARO.
SOLICITAÇÃO DE INSPEÇÃO PARA BAIXA OU REDISTRIBUIÇÃO.
LAUDO DE VISTORIA.

6.3 Processo de Manutenção da DIMEQ

Processo e Modelagem de Processo.

Business Process Modeling Notation (BPMN), é uma notação para modelar processos de negócios com intuito de facilitar o entendimento do processo. Antes de falar sobre a notação, é bom entender o que é um processo e porque modelá-lo facilita na sua visualização e entendimento. Segundo Hammer e Champy ([HAMMER; CHAMPY, 1994](#)), “um processo é um grupo de atividades realizadas numa sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes” e Harrington ([HARRINGTON, 1993](#)) diz, “processo é qualquer atividade que recebe uma entrada (input), agrega-lhe valor e gera uma saída (output) para um cliente interno ou externo”. Diante desses conceitos pode-se entender processo como atividades que são executadas sequencialmente, que tem entradas e saídas e geram ao final valor ao cliente.

Então, por que modelar um processo? O principal motivo de modelar um processo é facilitar a sua compreensão, assim como a UML tem diversos diagramas para o paradigma orientado a objetos, BPMN tem processos de negócio. A notação foi criada por Business Process Management Initiative (BPMI) e atualmente é mantida pelo Object Management Group, buscando padronizar essa representação gráfica.

Alguns dos elementos presentes na notação são descritos em Figura 12:

Elemento	Descrição
	Tarefa é uma atividade que está incluída dentro de um processo.
	Indica o onde o processo começará
	Indica o fim do processo.
	Os gateways de decisão são o ponto do processo onde o fluxo pode ter dois ou mais caminhos alternativos. Somente um caminho pode ser seguido.
	O gateway paralelo mostra onde o fluxo pode ser seguido paralelamente.

Figura 12 – Descrição dos elementos do BPMN. Adaptado de: **Legenda BPMN.**

6.3.1 Explicação do Processo AS IS

O chamado processo AS IS, notação utilizada para descrever o processo atual, seguido pela Diretoria de Manutenção de Equipamentos da UnB, tem por objetivo reparar equipamentos e sugerir sua substituição caso seja necessário, como é visto na Figura 13.

Esse processo é iniciado pelo usuário que deseja abrir uma ordem de serviço, o qual é feito pelo SIPAT, Sistema Patrimonial. A DIMEQ recebe a ordem de serviço também pelo sistema, imprime e envia um técnico ao local designado para avaliar a situação do equipamento, se for possível reparar o equipamento no local, o técnico o faz, se não o equipamento é recolhido. Existe então outra bifurcação no processo relativa a existência de peças necessárias para o conserto do equipamento. Se eles tiverem as peças, o equipamento é reparado e devolvido ao usuário, senão é feita uma lista com as peças necessárias para que elas possam ser compradas. Após isso, o equipamento é devolvido ao usuário e o responsável pelo reparo da baixa do serviço pelo sistema.

A anotação no processo refere-se a uma regra definida no documento **Normas de Registro e Controle de Bens Patrimoniais Móveis da FUB**, de setembro de 2004, que diz no capítulo VIII, art. 47, inciso II, parágrafo primeiro, “Para os equipamentos que se encontrarem em reparo no CME, o Centro de Custo interessado poderá diligenciar ou indicar alternativas que viabilizem a sua recuperação, desde que o custo dos serviços não ultrapasse o limite de 50% (cinquenta por cento) do seu valor de mercado, de acordo com a Instrução Normativa SEDAP n. 205/1988.”

“As Normas de Registro e Controle dos Bens Patrimoniais Móveis, integrantes do Sistema de Gestão do Patrimônio Mobiliário da FUB (SIPAT), têm por finalidade

estabelecer normas e procedimentos para regulamentar as atividades relativas ao tombamento, registro, controle, movimentação, baixa e inventário de bens móveis, incluindo os bens culturais, adquiridos pela Instituição, assim como à incorporação ao patrimônio da Fundação Universidade de Brasília dos bens e equipamentos provenientes de doações.” (Normas de Registro e Controle dos Bens Patrimoniais Móveis, 2004). O intuito do documento é juntar em um único lugar todas as normas internas que tratam da gestão do patrimônio da FUB (Fundação Universidade de Brasília), considerando os equipamentos, os materiais permanentes e os bens culturais e o seu devido valor para a instituição.

O processo foi desenhado a partir de entrevistas realizadas com um funcionário da DIMEQ (Tabela 7), e depois validado com o mesmo. Nas entrevistas foi possível perceber que existe um acompanhamento razoável do processo de manutenção, porém que está sujeito a diversas melhorias, que já são práticas comuns no mercado. Por exemplo, na entrevista foi perguntado ao técnico se eles sabem qual o custo total do reparo de um equipamento, contando as horas trabalhadas do técnico no reparo, as horas que o equipamento fica indisponível para o usuário, o que dependendo do equipamento, pode paralisar a atividade suportada por ele, o preço de peças que precisem ser compradas para que o reparo possa ser feito, a confiabilidade do equipamento quando ele passou por inúmeros reparos. A única forma de medição que eles têm segundo a entrevista é a de que se o valor da manutenção custar mais que 50% do valor de um equipamento novo, eles o substituem, mas esse custo é apenas referente ao preço de um peça nova necessária.

Tabela 7 – Questionário respondido na entrevista com o funcionário da DIMEQ. Fonte: Autor.

Perguntas	Respostas
Como são inventariados os equipamentos da Universidade de Brasília?	Pelo SIPAT.
Como é feito o processo de manutenção?	Para iniciar o pedido de manutenção o usuário entra no SIPAT, descreve o problema, insere o tipo (reparo), depois o técnico vai ao local, se for possível ele realiza o reparo, senão, o equipamento é recolhido. Em seguida o equipamento é devolvido ao usuário.
Quais são as áreas envolvidas no processo de manutenção?	DIMEQ e prefeitura.
Qual é o procedimento para se solicitar a manutenção de um equipamento?	A manutenção é solicitada pelo SIPAT.
Este setor emprega algum método para saber a frequência de quebra de cada equipamento ou modelo de equipamento? Se existir, como é feito?	Pelo patrimônio (SIPAT) é possível saber quantas vezes o equipamento foi para a manutenção.
É conhecido o valor gasto em cada manutenção prestada?	Não.
É realizado algum tipo de manutenção preventiva?	Sim, existe uma seção de manutenção preventiva.
Quem realiza o serviço de manutenção de equipamentos na Universidade? (Equipe interna? Algum prestador de serviço? A própria assistência técnica do fabricante?)	Se o equipamento estiver na garantia, a empresa fornecedora. Sem garantia, uma prestadora de serviço.
Se a manutenção for interna, como são adquiridas as peças de reposição? São originais? Possuem garantia?	É feita uma lista de peças de reposição, contendo quais faltam, as mais usadas. Peças muito caras a UnB não libera recurso, usuário geralmente compra. O manual vai direto para o usuário.
É dado algum prazo de garantia aos equipamentos que passaram por manutenção? Se sim, qual?	Sim, 10 dias úteis.

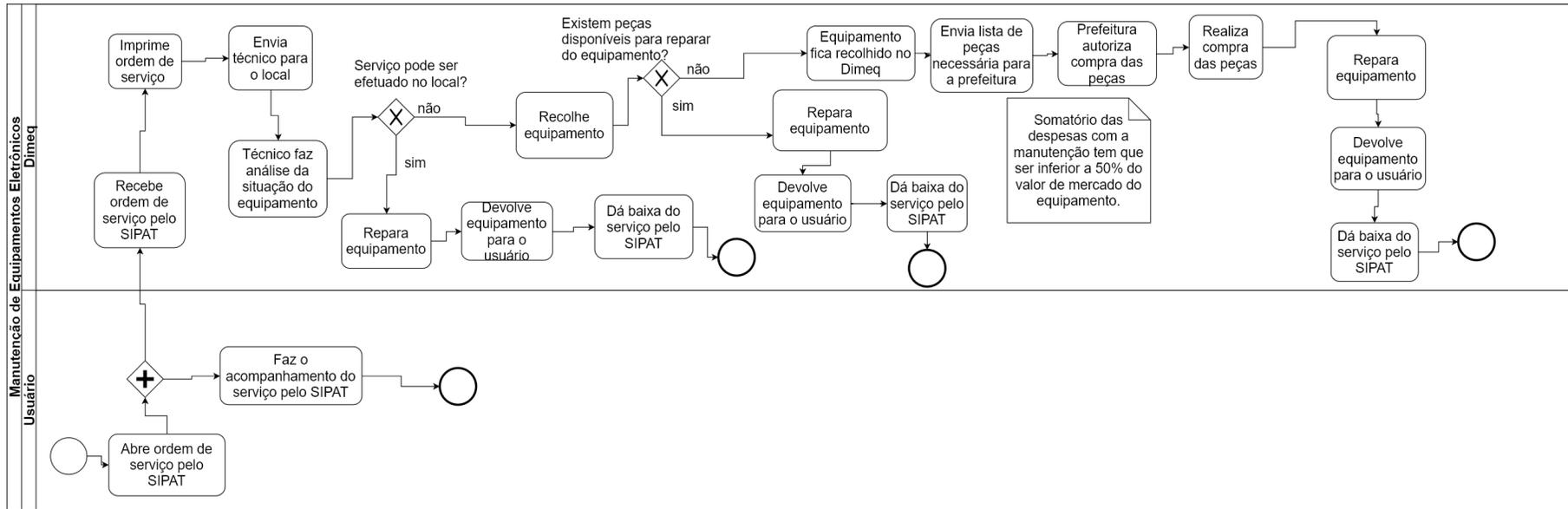


Figura 13 – Processo AS IS (atual) seguido pela DIMEQ. Fonte: Autor.

Kardec e Nascif (2010) falam em Manutenção - Função Estratégica, que em empresas bem-sucedidas o setor de manutenção tem reagido rapidamente a mudanças e esse posicionamento inclui uma crescente conscientização de quanto uma falha de equipamento afeta a segurança, da relação entre manutenção e qualidade do produto e de como as atividades realizadas nas empresas exigem cada vez mais uma maior disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, ao mesmo tempo em que se busca diminuir os custos. Para se atingir essas características é necessário que todos os envolvidos no processo mudem suas atitudes.

A Universidade de Brasília hoje possui quatro campi, sendo o central o Campus Darcy Ribeiro e os outros mais afastados são os da Ceilândia, Gama e Planaltina. Esse processo é seguido à risca, hoje, apenas no Darcy Ribeiro, pois devido à falta de técnicos (atualmente são apenas 10 técnicos para os quatro campi), os outros campi estão levando os equipamentos até o Darcy para que eles sejam reparados. Não existe a parte em que o técnico vai até o local, avalia a situação do equipamento. Pensando nisso, existem também vários riscos que podem ser considerados, como o transporte do equipamento de um local para o outro, que pode acarretar em maiores danos, o aumento no tempo de indisponibilização do equipamento para seu usuário, entre outros.

Ao perguntar ao entrevistado, como eram realizadas as manutenções no campus do gama - FGA, ele disse que quem tem acesso ao SIPAT, para abrir as ordens de serviço é a secretaria do campus. Sendo que por falta de pessoal no DIMEQ os equipamentos são levados até eles.

A substituição dos equipamentos é feita após o DIMEQ emitir um laudo técnico justificando a impossibilidade da recuperação do equipamento e a inviabilidade econômica. Após o laudo, o Centro de Custo deve requisitar a compra de um equipamento novo, seguindo os procedimentos da Instrução Normativa SEDAP n. 205/1988.

Na entrevista, percebeu-se a necessidade de se ter um sistema mais completo, o qual dê maior suporte as atividades de manutenção, pois ele possui poucas funcionalidades direcionadas a manutenção, sendo elas de registro de ordem de serviço, acompanhamento do chamado, registro de quantas manutenções foram feitas no equipamento, mas sem ter uma análise mais detalhada sobre como essas informações possam gerar resultados significativos para instituição. Por isso, o trabalho busca formular indicadores que possam auxiliar aos usuários do sistema a tomar futuras decisões relacionadas a manutenção e substituição de equipamentos.

7 Solução Proposta

Esse capítulo discorre sobre a solução que está sendo proposta, como o sistema foi pensado, suas características, o processo que o usuário irá seguir, para se ter uma visão geral do que é o sistema e qual é o objetivo do sistema e para quem ele está sendo feito. O seu diferencial, que será, por meio de indicadores, auxiliará os gestores em suas tomadas de decisão quanto ao setor de manutenção e os técnicos, quanto a estratégia de manutenção que será escolhida para cada tipo de equipamento. O sistema foi pensado como um módulo do software SIPAT, já existente e utilizado pela Universidade de Brasília.

7.1 Visão Geral do Sistema

A finalidade dos tópicos abaixo, é definir os requisitos de alto nível em termos de necessidades dos usuários finais, coletando, analisando e definindo as características e necessidades de alto nível do sistema. O detalhamento de como o sistema atinge essas necessidades são descritos nos casos de uso (Seção 7.2.1).

Oportunidade de Negócios

O setor de manutenção vem ganhando grande espaço nas organizações e empresas, por poder ser um grande diferencial na qualidade dos serviços internos oferecidos, para o ambiente de trabalho e de grande economia nos gastos.

Tendo em vista essa preocupação crescente em como melhorar a qualidade e aumentar o ciclo de vida dos ativos (equipamentos, bens e outros), esse sistema é proposto, para que a UnB, possa ter um gerenciamento eficaz da manutenção e que traga resultados contundentes e que possam ser analisados e incorporados as decisões gerenciais da instituição. Assim como, ter os objetivos do setor alinhados aos objetivos da universidade.

Descrição do Problema

Tabela 8 – Descrição do Problema. Fonte: Autor.

O problema afeta	Falta de um sistema que controle o gerenciamento da manutenção de forma eficaz e completa.
O seu impacto é	Processo de manutenção, disponibilidade, confiabilidade dos equipamentos e gastos realizados com o setor de manutenção.
O seu impacto é	Conseguir ter maior controle sobre os gastos e a qualidade dos equipamentos da universidade.
Uma solução ideal seria	Um sistema que contemplasse todas as características observadas no setor de manutenção e que mostre relatórios que auxiliem nas tomadas de decisões gerenciais e técnicas.

Sentença de Posição do Produto

Tabela 9 – Sentença de Posição do Produto. Fonte: Autor.

Para	Setor de Manutenção.
Quem	Técnicos e Gestores.
O Sistema de Gerenciamento da Manutenção	É um software.
Que	Acompanha o ciclo de manutenção de equipamentos e auxilia nas tomadas de decisões.
Diferente de	O sistema atual que apenas permite acompanhar as ordens de serviços abertas.
Nosso produto	Sistema que acompanha o ciclo de manutenção de equipamentos e auxilia nas tomadas de decisões.

Demografia do Mercado

O mercado-alvo desse sistema compreende instituições e empresas com grande e diversificado número de ativos, que suportam atividades chaves e precisam ter alta disponibilidade e confiabilidade.

Ambiente do Usuário

O usuário do sistema irá utilizá-lo no mesmo ambiente do SIPAT, pois ele foi pensado para ser um módulo do mesmo. Portanto, será instalado nos computadores da universidade, o usuário deverá solicitar sua instalação ao CPD, e ele será utilizado pela intranet da instituição.

Resumo dos Usuários

Tabela 10 – Resumo dos Usuários do Sistema. Fonte: Autor.

Nome	Descrição	Papel
Técnico	Usuário que irá monitorar as manutenções pelo sistema. Incluir nos sistemas os dados das manutenções realizadas, que alimentarão os relatórios que o sistema disponibiliza.	Abrir ordens de serviços. Incluir informações das manutenções realizadas.
Gestor	Usuário que irá acompanhar o andamento da manutenções, por meio das informações do sistema, relatórios e gráficos.	Visualizar relatórios e gráficos.

Perfil dos Usuários

Tabela 11 – Perfil do Técnico. Fonte: Autor.

Descrição	Pessoa que irá alimentar o sistema com os dados de manutenção dos equipamentos. Irá abrir ordens de serviços e após a manutenção ser realizada, irá fechá-la.
Tipo	Usuário experiente.
Responsabilidades	Revisar os requisitos e os designs da Interface de Usuário. Fornecer feedback regular após a release do produto.
Crítérios de Sucesso	Precisa ser capaz de importar os equipamentos, visualizá-los, escolher o tipo de manutenção dos equipamentos, abrir e fechar ordens de serviços, inserir informações das manutenções realizadas, visualizar gráficos de acompanhamento do estado dos equipamentos, visualizar relatórios.
Envolvimento	Revisor de requisitos.
Produtos Liberados	Relatórios de uso/visualização.
Comentários/Problemas	Nenhum.

Tabela 12 – Perfil do Gestor. Fonte: Autor.

Descrição	Pessoa que irá visualizar os relatórios, gráficos e consultar as informações sobre as manutenções e equipamentos.
Tipo	Usuário primário.
Responsabilidades	Consumidor básico das informações do sistema.
Crítérios de Sucesso	Visualizar gráficos e consultar as informações sobre as manutenções e equipamentos.
Envolvimento	Utilização do sistema.
Produtos Liberados	Consultas e relatórios.
Comentários/Problemas	Nenhum.

Necessidades dos Usuários

Tabela 13 – Problemas que devem ser resolvidos pelo Sistema de Manutenção de Equipamentos. Fonte: Autor.

Necessidade	Prioridade	Preocupações	Solução Atual	Soluções Propostas
Importar dados dos equipamentos	Alta	Volume de dados	Acoplado ao sistema de patrimônio	Importar os dados para o sistema de manutenção
Agrupar equipamentos por especificação e grupo	Média	Nenhuma	Equipamentos são classificados por especificação e grupo	Conseguir visualizar os equipamentos por especificação e grupo
Visualizar quantidade de equipamentos parados, em uso e em manutenção	Alta	Transformar informações em gráfico	Não existe	Mostrar em uma listagem pelas classificações e geral em um gráfico
Visualizar relatórios (gastos totais e ordens de serviços)	Alta	Qualificar os dados dos indicadores de eficiência	Não existe	Disponibilizar os relatórios.
Escolher tipo de manutenção	Alta	Nenhuma	Seção de manutenção preventiva	Disponibilizar opção de escolher o tipo de manutenção por equipamento
Abrir ordem de serviço	Média	Nenhuma	Já existe no SI-PAT	Possibilitar aos técnicos abrir uma nova ordem de serviço pelo sistema
Visualizar ordens de serviços abertas para um equipamento	Média	Nenhuma	Já existe no SI-PAT	Possibilitar visualização de uma listagem das ordens de serviço
Adicionar componentes de um equipamento que devem ser trocados nas manutenções preventivas	Alta	Nenhuma	Não existe	Possibilitar adição dos componentes principais de um equipamento
Visualizar dados cadastrais de um equipamento	Baixa	Nenhuma	Já existe no SI-PAT	Possibilitar a visualização dos dados cadastrais pelo sistema de manutenção
Visualizar indicadores do equipamento	Alta	Nenhuma	Não existe	Possibilitar visualização de indicadores

7.2 Requisitos do Sistema

Os requisitos do sistema foram elicitados a partir das referências bibliográficas, resultado de pesquisas feitas sobre quais são as características que um CMMS deve ter (Tabela 4), qual o processo que esse tipo de ferramenta deve seguir, da reunião realizada com os técnicos do CPD e entrevistas realizadas com técnico da DIMEQ, para descobrir o que eles precisam de um sistema de manutenção, o que eles sentem falta que poderia ajudar a melhorar a rotina e gerar resultados melhores.

Assim como, a partir da visão do sistema na Tabela 13, onde foram resumidas as necessidades e características para a modelagem do sistema.

Por ser um sistema novo para Universidade, para ajudar e facilitar o entendimento do que seria necessário, para tornar visível o que era pedido, foi, antes de elicitados os requisitos, prototipadas as telas do sistema e modelado o fluxo que seria seguido (Seção 7.3. Os protótipos encontram-se no APÊNDICE B.

Abaixo estão listados os requisitos elicitados para o sistema:

1. Técnico e Gestor visualizam, na página principal, um gráfico com a quantidade de equipamentos *em uso, em manutenção e parados*.
2. Técnico e Gestor visualizam, na página principal, uma listagem com os equipamentos classificados por grupo e especificação.
3. Técnico e Gestor visualizam relatórios disponibilizados pelo sistema.
4. Técnico importa equipamentos do SIPAT para o sistema.
5. Técnico e Gestor visualizam listagem de uma especificação com todos os seus equipamentos.
6. Técnico e Gestor visualizam gráfico com quantidade de equipamentos *em uso, em manutenção e parados*, de uma certa especificação e grupo.
7. Técnico escolhe o tipo de manutenção que será realizada em um equipamento.
8. Técnico adiciona os componentes principais de um equipamento.
9. Técnico visualiza os dados cadastrais do equipamento.
10. Técnico abre ordem de serviço.
11. Técnico visualiza ordens de serviços abertas pelo SIPAT.
12. Técnico e Gestor visualizam indicadores dos equipamentos.
13. Técnico visualiza listagem com manutenções a serem feitas.

14. Técnico e Gestor escolhem tipo de relatório que querem visualizar.

7.2.1 Diagrama de Caso de Uso

Para descrever as funcionalidades do sistema, foram utilizados casos de uso, que são uma forma de representar uma funcionalidade de um software em formato de texto, detalhando e especificando o que tal funcionalidade irá fazer. Para ter uma visão de como essas funcionalidades interagem com o usuário, foi desenhado o diagrama de caso de uso mostrado na Figura 14.

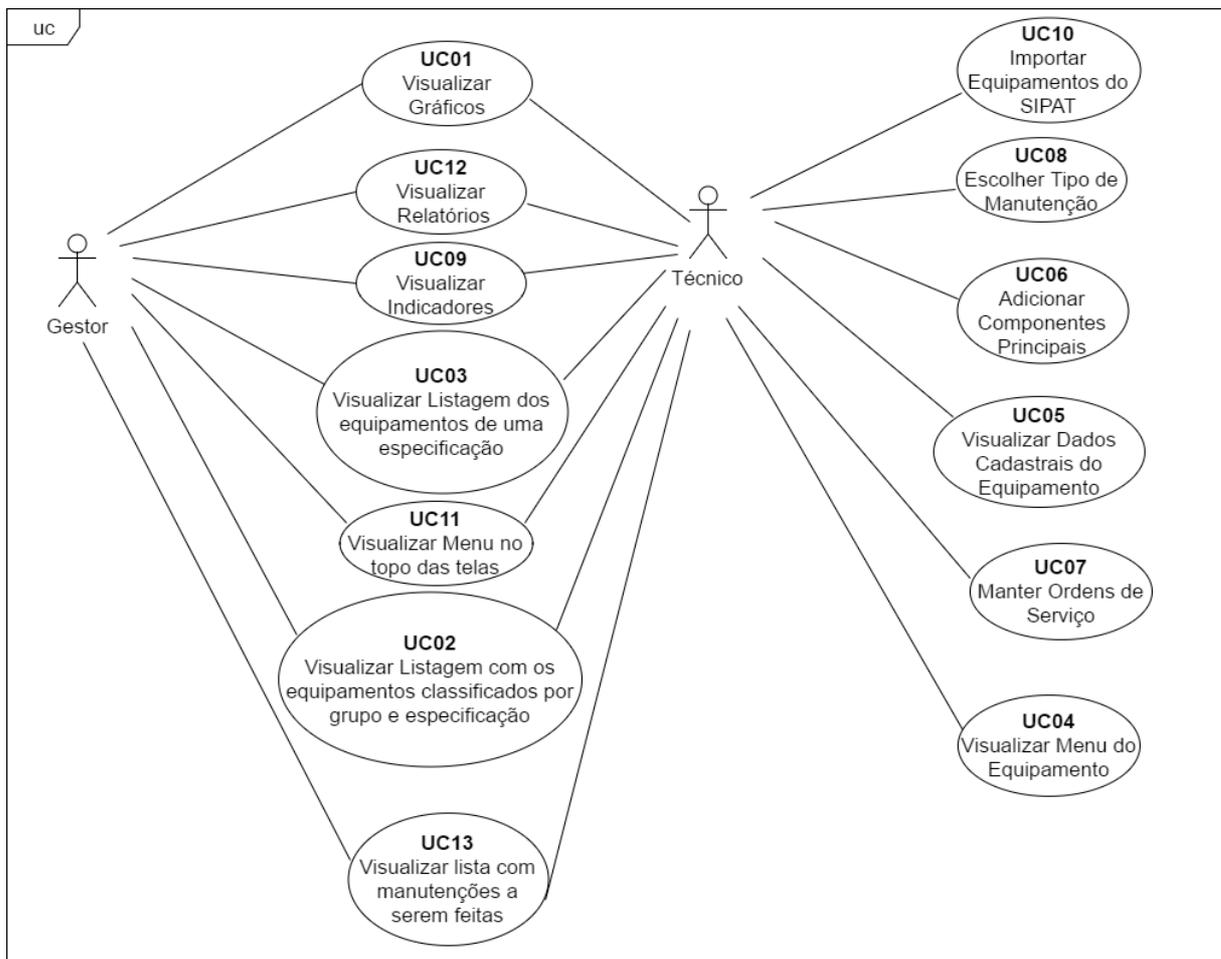


Figura 14 – Diagrama de Caso de Uso do Sistema. **Fonte: Autor.**

Os Casos de Uso mostrados no diagrama da Figura 14, foram todos especificados, e se encontram no APÊNDICE A do trabalho.

7.3 Processo TO BE

O processo TO BE é a sugestão de melhorias e remodelamento do processo AS IS, explicado na Seção 13 deste trabalho. Esse fluxo foi modelado, a partir dos protótipos e da observação e estudo das regras de negócio presentes no processo AS IS, o qual foi feito junto ao técnico da DIMEQ.

A sequência das atividades foi baseada no fluxo montado com as telas prototipadas, seguindo o caminho, a partir da importação dos dados dos equipamentos, seguindo para as configurações individuais dos equipamentos, análise dos indicadores, escolha do tipo de manutenção, e decisão, tendo como base as informações mostradas no sistema (relatórios, indicadores, etc) se o equipamento será mantido, substituído, se mudará o tipo de manutenção, entre outros.

O fluxo principal (Figura 15), possui um sub processo, mostrado na Figura 16, para realização de visita técnica, o qual foi extraído do processo AS IS, e não foi modificado. Isso porque, a forma com que as visitas para a avaliação e reparo dos equipamentos, extrapola o escopo da proposta do trabalho, que tem por objetivo, acompanhar o ciclo de vida do equipamento por meio do sistema aqui modelado.

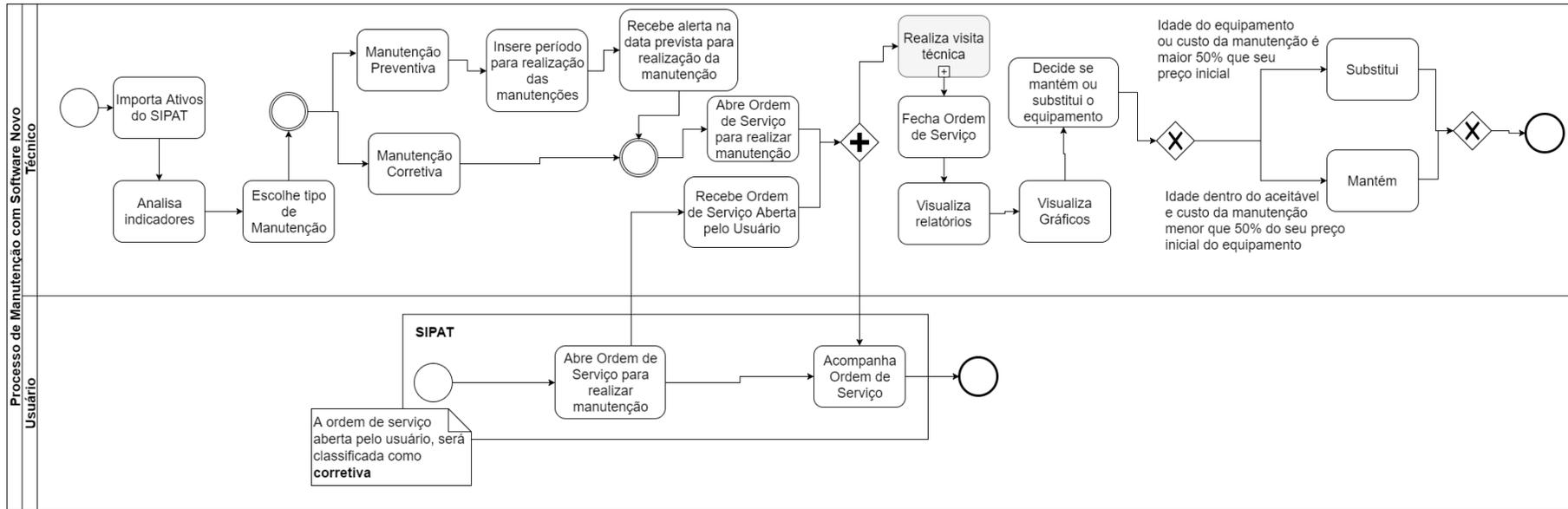


Figura 15 – Processo TO BE. Fonte: Autor.

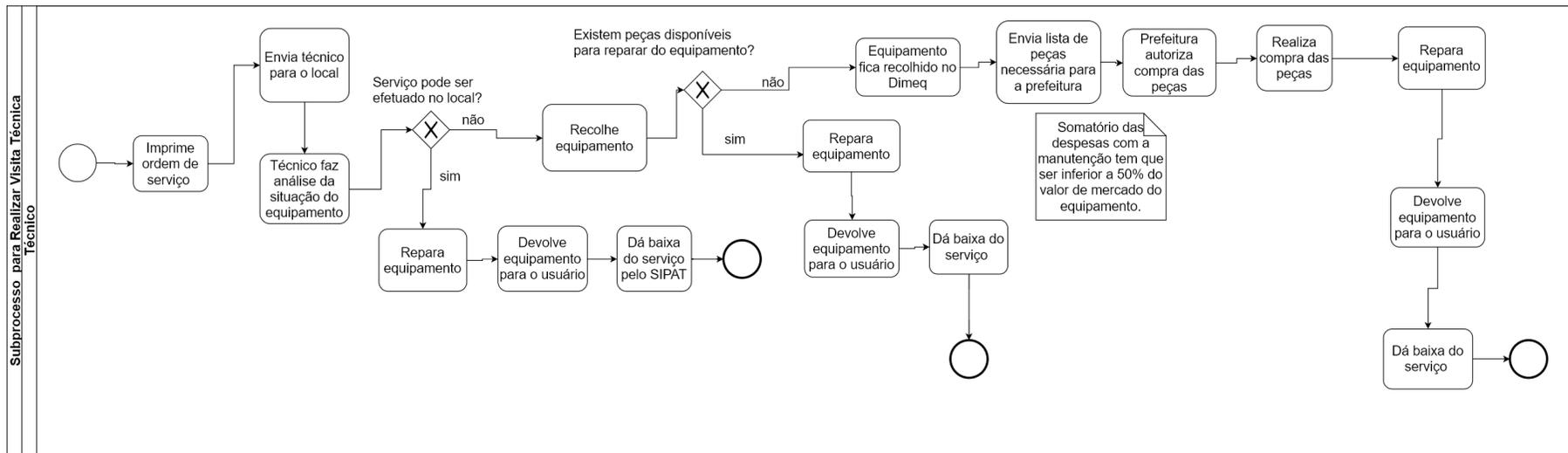


Figura 16 – Processo para realizar visita técnica. **Fonte: Autor.**

7.4 KPIs da solução

O sistema de informatização da manutenção, proposto neste trabalho como um módulo do SIPAT conta com indicadores de desempenho da manutenção, abordados no Seção 4.1, desta forma os gerentes terão acesso imediato a dados chaves do processo da manutenção, como o desempenho dos equipamentos, o custo das manutenções, a eficiência dos programas e etc. Estas informações permitem a identificação de desvios, e o controle que integra o laço de retro alimentação, que todo sistema de gestão bem implementado deve possuir, de modo que a análise dos indicadores possa gerar decisões bem fundamentadas. Nessa ótica, abordaremos aqui a forma e a metodologia de exibição de alguns destes indicadores.

Com relação ao cálculo da confiabilidade $R(t)$ e da disponibilidade $F(t)$, primeiramente é necessário que a ferramenta tenha cadastrada o tempo até a falha dos equipamentos. O que já é feito automaticamente pelo sistema no atendimento as ordens de serviço. Sendo assim, é coletado o tempo em dias ou em horas que o ativo operou antes de cada falha, aqui estimamos valores do indicador Tempo Médio até a falha (TMF) de projetores multimídia que necessitam de manutenção corretiva, conforme Tabela 14.

Tabela 14 – Valores de tempo até a falha dos projetores multimídia. **Fonte: Autor**

Projektor multimídia	
Amostragem	TTF (dias)
1	180
2	95
3	174
4	203
5	186
6	198
7	217
8	159

Pelos valores exemplificados na Tabela 14 podemos perceber que em média a cada 5 meses e 27 dias (176,5 dias), ocorre uma falha no projetor multimídia, exigindo manutenção corretiva. Neste pequeno exemplo foi coletado um total de 8 amostras, porém, a partir de 3 amostragens já é possível realizar o estudo de confiabilidade.

No entanto, antes deste estudo é necessário informar que a implicação das tarefas da função manutenção realizadas nos equipamentos respalda-se em duas situações diferentes. A primeira delas pressupõe que o condição do equipamento após a manutenção é “tão bom como novo”, o que significa que sua idade é restaurada para zero depois que

uma atividade de manutenção é realizada. O segundo caminho considera que a manutenção deixa o equipamento em uma condição “tão ruim quanto velho”, significando que sua idade é a mesma depois de realizada a manutenção se comparada com a situação imediatamente antes da manutenção. No nosso exemplo de confiabilidade nos basearemos na primeira opção, ou seja, a de que após a manutenção o componente terá sua idade restaurada. Para realizar os cálculos dos parâmetros, foi utilizado o software iterativo de alta performance voltado para o cálculo numérico, o MATLAB, versão R2016a.

Dito isto, com os dados de amostragem de tempo até a falha constantes na Tabela 14, são calculados os parâmetros (η e β) necessários para obter a distribuição de Weibull explicitada pela fórmula explicada na Subseção 4.1.1, este cálculo pode ser feito usando a função nativa do MATLAB Weibull parameter estimates (WBLFIT), conforme a Figura 17, veja que além desta função foi usado o comando `[parmhat] = wblfit(tmf)`, que retorna as estimativas de máxima verossimilhança, `parmhat`, dos parâmetros da distribuição Weibull dados os valores nos dados vetoriais, o que deve ser positivo. `parmhat(1)` estima o parâmetro Weibull η , e `parmhat(2)` estima o parâmetro Weibull β .



```
Editor - C:\Users\Paulo\Documents\MATLAB\weibull.m
weibull.m x +
1 - clear all
2 - clc
3 - tmf=[180,95,174,203,186,198,217,159];
4 - [parmhat] = wblfit(tmf)
5

Command Window

parmhat =

    189.4782    7.0188

fx >>

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.
```

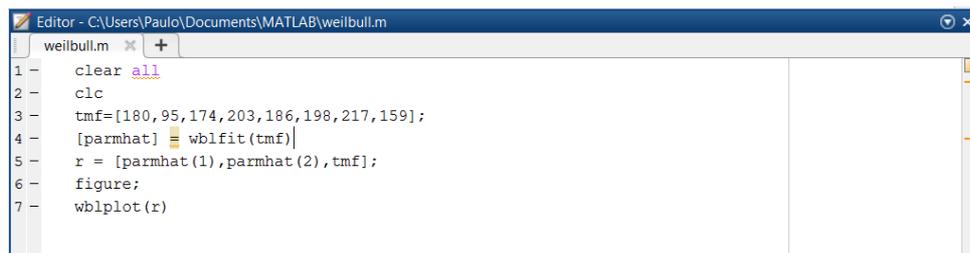
Figura 17 – Exemplo de comandos do Software MATLAB, versão R2016a, para o cálculo dos parâmetros(η e β) da fórmula de weibull **Fonte: Autor**

O parâmetro de forma β indica se a taxa de falha está crescente, constante ou decrescente. Se $\beta < 1$, é um indicativo de que o produto está com a taxa de falha decrescente. Este cenário é típico da chamada “mortalidade infantil”, indicando que o produto falha logo no seu período de “nascimento”. Se $\beta = 1$, é um indicativo de falha constante. São componentes que após sobreviverem ao “nascimento” possuem uma taxa de falha constante. Se $\beta > 1$, temos então a situação de uma taxa de falha crescente. Este cenário é típico de produtos que falham por desgaste como é o nosso caso ($\beta = 7,01$) em que o beta é muito maior do que 1, indicando que o projetor multimídia falha por fadiga após um determinado tempo.

A característica de vida, ou parâmetro η é uma medida de escala ou propagação

com relação à distribuição dos dados. Ele representa o número na escala do eixo X em que 62,5% dos projetores multimídia falharam. Fazendo a análise de confiabilidade para nosso exemplo em que $\eta = 189.4774$, significa dizermos que 37,5% dos projetores multimídia sobrevivem após um período de 189.4774 dias, ou melhor dizendo, após 6 meses e 9 dias.

Encontrados os valores dos parâmetros (η e β) já é possível obter os gráficos da confiabilidade $R(t)$ e da Disponibilidade $F(t)$, conforme os comandos dispostos no Editor de textos do MATLAB conforme a Figura 18, os resultados desses comandos podem ser evidenciados na Figura 19.



```
Editor - C:\Users\Paulo\Documents\MATLAB\weibull.m
weibull.m x +
1 - clear all
2 - clc
3 - tmf=[180,95,174,203,186,198,217,159];
4 - [parmhat] = wblfit(tmf)
5 - r = [parmhat(1),parmhat(2),tmf];
6 - figure;
7 - wblplot(r)
```

Figura 18 – Exemplo de comandos do Software MATLAB, versão R2016a, para o desenho do gráfico da confiabilidade pela da fórmula de weibull **Fonte: Autor**

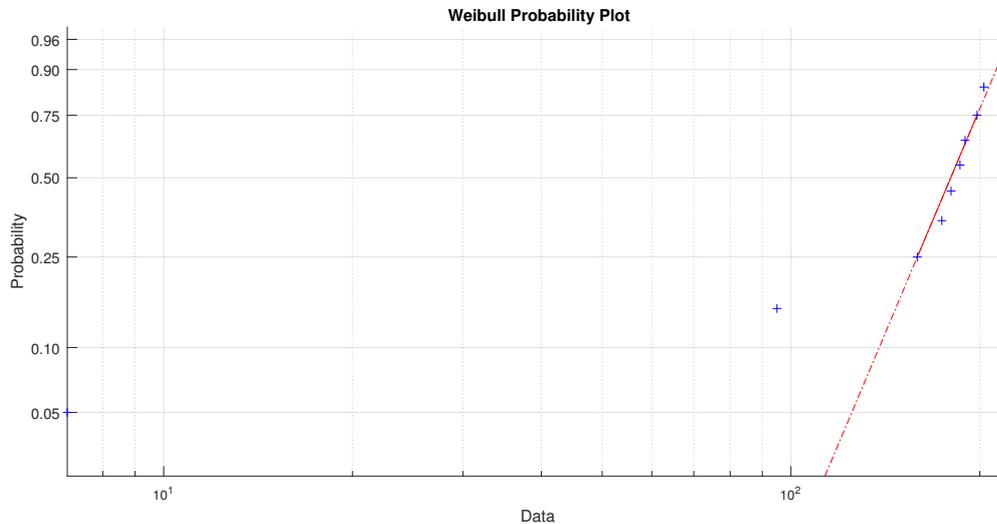


Figura 19 – Gráfico da confiabilidade **Fonte: Autor**

Outro exemplo de um possível comportamento do gráfico da Confiabilidade e da probabilidade de falhas pode ser evidenciado na Figura 20. Neste exemplo é adotado um número maior de amostras e é utilizada uma escala temporal em minutos de operação, que é mais adequada para a visualização dos gráficos.

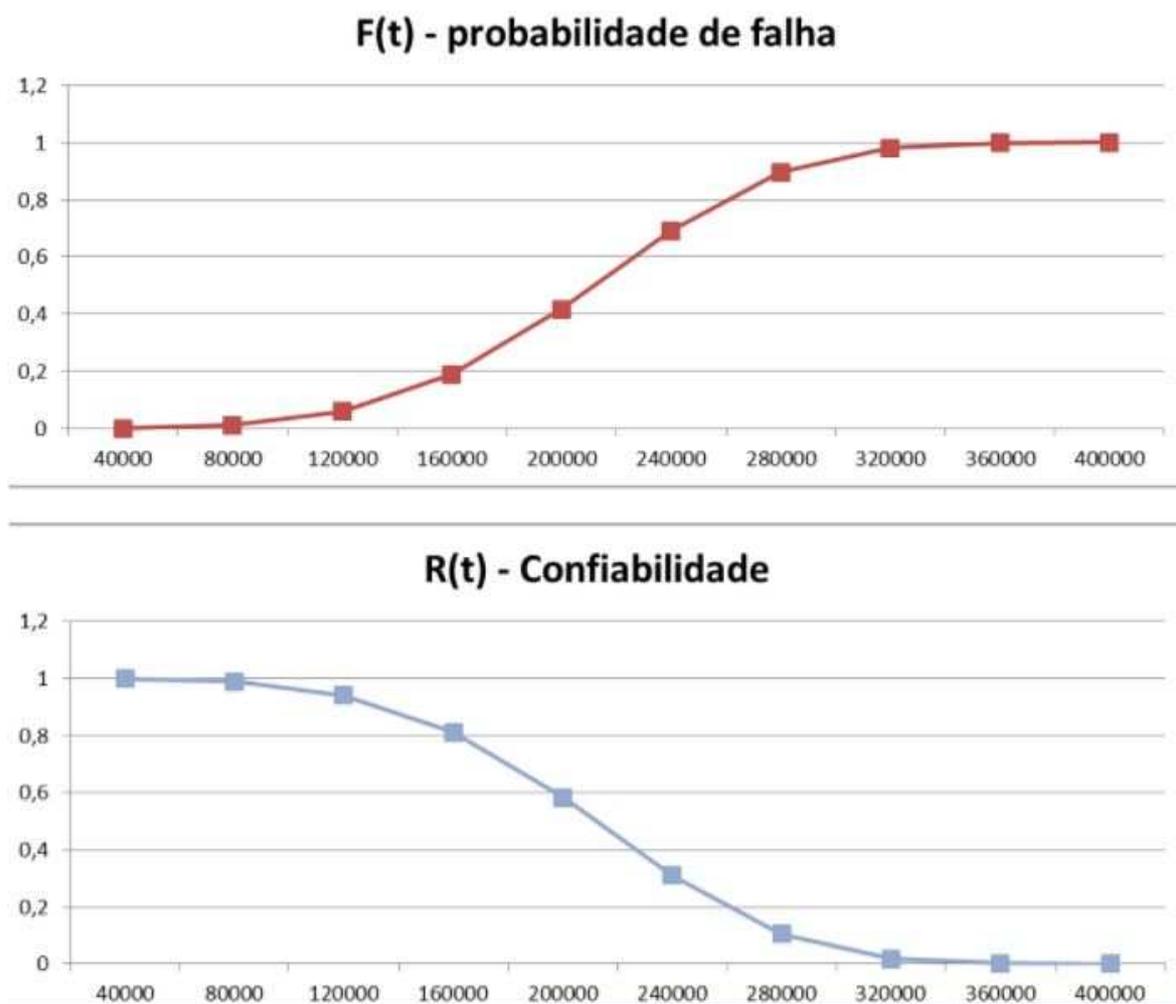


Figura 20 – Exemplo de comportamento dos gráficos de probabilidade de falhas e Confiabilidade **Fonte: Autor**

8 Conclusão

Inicialmente este trabalho realizou uma revisão bibliográfica acerca da função manutenção, abordando aspectos sobre sua importância, gerenciamento, metodologias e normas de operação, buscando conhecer o “estado da arte” do desenvolvimento deste tema. Após esta etapa foi avaliada a situação da gestão dos serviços de manutenção da UnB, que se mostrou um enorme desafio, tendo em vista o grande número de unidades, as inúmeras variedades e especificações de equipamentos e, ainda, o quadro reduzido de funcionários responsáveis por esta função.

Constatou-se ainda que a Diretoria da Manutenção de Equipamentos da Universidade - DIMEQ adota predominantemente a manutenção corretiva, passando a visão errônea de que o mais adequado em todos os casos é famoso quebrou-concerta, não avaliando e quantificando suas consequências. Deste modo, visando contribuir com o processo, foi sugerida uma solução que informatize e simplifique o gerenciamento da manutenção na UnB.

A solução proposta compreende os entraves burocráticos e legais inerentes ao serviço público ao não mudar completamente o sistema de gerenciamento atual da UnB - o SIPAT. O que é sugerido então, são novas funcionalidades àquele sistema aplicando conceitos e técnicas adquiridos na pesquisa que otimizam o serviço de manutenção, ao mesmo tempo que constrói indicadores de desempenho (KPIs) que auxiliam os gestores na fundamentação de suas decisões administrativas, dando maior previsibilidade e eficiência a área de manutenção.

Outras funções dos indicadores construídos pela solução são a identificação das possíveis falhas da gestão da manutenção de equipamentos da UnB, a eleição do melhor momento para se fazer manutenções e a viabilidade financeira da ação. Como ficou comprovada pela pesquisa, a etapa de escolha dos indicadores é bem particular de cada instituição. Para o estudo de caso particular da UnB, foram adotados os seguintes indicadores: Tempo Médio de Falha, Tempo Médio de Reparo, Tempo Médio entre Falhas, Disponibilidade, Confiabilidade, Satisfação do Cliente e Custo.

A modelagem da solução foi realizada por meio dos artefatos convencionais para o desenvolvimento de um software, a saber: A construção do processo AS IS, o levantamento dos requisitos, a construção do Processo TO BE e etc. Paralelamente a esta fase, foram avaliados os sistemas informatizados de gestão de manutenção (CMMS) adotados por outras organizações congêneres e outros CMMS existentes no mercado, fazendo um comparativo com a solução proposta.

Cabe aqui mencionar que foi realizada a prototipação de telas do sistema sugere-

rido, utilizando dados reais de uso e informando todo o processo que o usuário irá seguir, obtendo-se, assim, uma visão geral do que é o sistema e qual o seu objetivo. Todo esse processo foi alinhado e ratificado por membros da equipe do DIMEQ e do CPD da universidade.

Dentro do processo de construção do software foi levantado pela teoria um algoritmo para a definição da melhor técnica de manutenção (corretiva, preventiva, preditiva etc) que deve ser aplicada a cada equipamento, onde foram levadas em conta a criticidade do aparelho para a instituição, a segurança, além das questões operacionais, ou seja, quanto uma falha no equipamento impacta em custo, qualidade e tempo de reparo. A atribuição da melhor técnica de manutenção será gerada pelo sistema de forma automática, por meio da resposta a um questionário.

A etapa seguinte desta pesquisa deve ser a implementação e implantação da solução informatizada na Universidade de Brasília, bem como a mensuração de sua eficácia na solução do problema de gestão da manutenção. Acreditamos que a DIMEQ, através desta ferramenta computacional, conseguirá alcançar uma melhor manutenibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

Apesar de o mercado-alvo da solução proposta por este trabalho ser a UnB, seus conceitos são facilmente aplicáveis e modificáveis para o uso em outras instituições públicas ou privadas de vários segmentos, tendo em vista ser extremamente ampla o uso da função manutenção. Um dos setores que essencialmente deveria adotar tais conceitos é o da saúde pública, uma vez que a indisponibilidade de aparelhos clínicos pode comprometer o tratamento de doenças ou até provocar a perda de vidas humanas. Entretanto, o que temos observado na saúde pública brasileira é a negligência na manutenção de aparelhos hospitalares, causando a ineficiência e a baixa qualidade desta prestação de serviço público.

Por tudo isso, revelou-se bastante oportuna esta pesquisa e os resultados alcançados, tendo em vista o potencial de melhoria que poderá ser alcançado, com reflexos diretos na economia de recursos e na melhoria dos índices de disponibilidade, confiabilidade e segurança dos equipamentos da universidade. Isto poderá ensejar de uma forma direta um aumento na qualidade da produção de conhecimento e conteúdo para a comunidade acadêmica da UnB como um todo.

Referências

- ABRAMAN. *Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos*. 2013. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Citado 3 vezes nas páginas 27, 30 e 32.
- BRASILIA, U. de. *Anuário Estatístico da Universidade de Brasília, 2015*. 2015. Disponível em: <http://www.dpo.unb.br/documentos/anuario/Anuarioparcial_2015.pdf>. Citado na página 49.
- (BSI), B. S. I. *BS 3811: 1993, Glossary of Terms Used in Terotechnology*. [S.l.]: BSI London., 1993. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- CAPTERRA. *Capterra - The Smart Way to Find Business Software*. 2016. Disponível em: <<http://www.capterra.com/>>. Citado na página 47.
- CORPORATION, M. *WHAT IS A CMMS?* 2016. Disponível em: <<http://www.micromain.com/what-is-a-cmms/>>. Citado na página 45.
- DEKKER, R. Application of maintenance optimization models: a review and analysis. p. 229–240, 1998. Citado na página 28.
- DIMEQ. *titulo da página: Universidade de Brasília – Prefeitura dos campi*. 2016. Disponível em: <<http://www.prc.unb.br/Novo/?cmd=Unidades/dimeq.php>>. Citado na página 49.
- FILHO, G. B. Indicadores e índices de manutenção. *Rio de Janeiro: Ciência Moderna*, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 38.
- FULGENCIO, P. C. *Glossário Vade Mecum: administração pública, ciências contábeis, direito, economia, meio ambiente*. [S.l.]: Mauad Editora Ltda, 2007. 64 p. Citado na página 29.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. *São Paulo*, v. 5, p. 61, 2002. Citado na página 16.
- HAMMER, M.; CHAMPY, J. Reengenharia: revolucionando a empresa. *Rio de Janeiro: Campus*, v. 11, 1994. Citado na página 53.
- HARRINGTON, J. *Aperfeiçoando processos empresariais*. [S.l.]: Makron Books, 1993. Citado na página 53.
- IAM. *Institute of Asset Management*. 2016. Disponível em: <<https://theiam.org/>>. Citado na página 30.
- JUNIOR, D. M. P. et al. Satisfação dos clientes de serviços de manutenção de veículos: A realidade no município de barra mansa. *Revista Científica Linkania Júnior*, v. 2, n. 2, 2012. Citado na página 44.
- KARDEC, A. M. função estratégica/alan kardec, júlio nascif.–3. ed. ver. e ampl. *Rio de Janeiro Qualitymark: Petrobras*, 2009. Citado 4 vezes nas páginas 19, 20, 21 e 22.

- KOREN, I.; KRISHNA, C. M. *Fault-Tolerant System*. São Francisco, CA: [s.n.], 2007. 1-10, 311-328 p. Citado na página 26.
- KRAR, S. *The IMPORTANCE of MAINTENANCE*. 2009. Disponível em: <<http://www.automationmag.com/>>. Citado na página 13.
- LIMA, F. A.; CASTILHO, J. C. N. de. *Aspectos da Manutenção dos Equipamentos Científicos da Uiversidade de Brasília*. Dissertação, 2006. Citado 3 vezes nas páginas 14, 50 e 51.
- LÖFSTEN, H. Maintenance of municipal infrastructure. *journal of infrastructure systems*. (asce; american society of civil engineers). p. 139–145, 1998. Citado na página 35.
- MARCO, V. S. de. *Gestão de ativos e o pas 55 – um novo paradigma? Programa de Monitoração da Eficácia da Manutenção na Gerência de Manutenção Integrada da Eletrobrás Eletronuclear S.A.*, 2013. Citado na página 32.
- MARTORELL, S. et al. The use of maintenance indicators to evaluate the effects of maintenance programs on npp performance and safety. p. 85–94, 1999. Citado 3 vezes nas páginas 35, 36 e 37.
- MUCHIRI, P. et al. Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, v. 131, n. 1, p. 295–302, 2011. Citado na página 37.
- NEUMANN, C. *Gestão de sistemas de produção e operações: produtividade, lucratividade e competitividade*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2013. v. 1. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 25.
- NICOLAY, M. *Gestão eficaz de ativos PAS 55 / Série ISO 55000*. 2015. Citado na página 29.
- PEREIRA, M. J. *Engenharia de manutenção: teoria e prática*. [S.l.]: Editora Ciência Moderna, 2011. Citado na página 18.
- PUBLICATION, A. C. C. Q. W. The benefits of cmms software. 2015. Disponível em: <<http://www.qwarecmms.com>>. Citado na página 46.
- SIQUEIRA, I. P. de. Indicadores de eficiência, eficácia e efetividade da manutenção. 2006. Citado 3 vezes nas páginas 7, 42 e 43.
- SOUZA, F. B. de; PIRES, S. R. Análise e proposições sobre o balanceamento e uso de excesso de capacidade em recursos produtivos. 1999. Citado na página 43.
- SOUZA, J. B. de et al. Indicadores de desempenho da função manutenção: um enfoque em aciarias brasileiras. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Universidade Estadual Paulista-UNESP Bauru, Depto de Engenharia de Produção, v. 7, n. 3, p. 75, 2012. Citado na página 38.
- SULLIVAN, A.; SHEFFRIN, S. M. *Glossário Vade Mecum: administração pública, ciências contábeis, direito, economia, meio ambiente*. Upper Saddle River, New Jersey: [s.n.], 2003. 272 p. Citado na página 29.
- TAVARES, L. A. *Administração moderna da manutenção*. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999. Citado na página 39.

XAVIER, J. N. Indicadores de manutenção. *Acedido em*, v. 19, n. 11, p. 2014, 2007. Citado na página 38.

XENOS, H. G. Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. *Belo Horizonte: EDG*, 1998. Citado na página 22.

ZEN, M. A. G. Indicadores de manutenção. 2016. Disponível em: <<http://www.mantenimentomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/indicadoresBR.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

Apêndices

APÊNDICE A – Especificação dos Casos de Uso

Tabela 15 – Caso de Uso - *Visualizar Gráficos*. Fonte: Autor.

Caso de uso 01	Visualizar Gráficos
Descrição	Sistema deve exibir um gráfico na tela principal do sistema (Figura 21), com a situação de todos os equipamentos do sistema. E outro gráfico na tela de listagem dos equipamentos por especificação (Figura 27). Situação do equipamento pode ser em uso, em manutenção e parado .
Ator	Gestor e Técnico
Pré-condições	Já terem dados de equipamentos importados do SIPAT para o Sistema.
Pós-condições	Visualização dos gráficos nas telas definidas.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar no Sistema e visualizar gráfico com a situação de todos os equipamentos do sistema. 2. Visualizar Listagem dos equipamentos na Tela Principal (Figura 21). 3. Clicar no botão Visualizar 4. Ser redirecionado para a Tela com a Listagem dos Equipamentos (Figura 27) de um determinada especificação. 5. Visualizar Gráfico da situação dos equipamentos da especificação (Figura 27).
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 16 – Caso de Uso - *Visualizar Listagem com os equipamentos classificados por grupo e especificação*. **Fonte: Autor.**

Caso de uso 02	Visualizar Listagem com os equipamentos classificados por grupo e especificação.
Descrição	<p>Na tela principal do sistema (Figura 21), deve aparecer uma lista, abaixo do gráfico com os dados dos equipamentos, agrupados por sua especificação. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo • Especificação • Quantidade • Em Manutenção • Em uso • Parados • Botão visualizar.
Ator	Gestor e Técnico
Pré-condições	Já terem dados de equipamentos importados do SIPAT para o Sistema.
Pós-condições	Visualização da listagem dos equipamentos com os campos definidos..
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar no Sistema e na tela inicial visualizar a lista (Figura 21). 2. Lista deve estar abaixo do gráfico. 3. Ao clicar no botão Visualizar, ator deve ser redirecionado para tela da especificação (Figura 27).
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 17 – Caso de Uso - *Visualizar Listagem dos equipamentos de uma especificação.*

Fonte: Autor.

Caso de uso 03	Visualizar Listagem dos equipamentos de uma especificação.
Descrição	<p>Na tela de uma especificação de equipamentos (Figura 27), deve aparecer uma lista, abaixo do gráfico (especificado no caso de uso 01) com os dados dos equipamentos. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro • Situação (em uso, em manutenção, parado) • Próxima Manutenção • Manutenções Realizadas • Tipo de Manutenção • Botão visualizar.
Ator	Gestor e Técnico
Pré-condições	Clicar no botão visualizar na página principal.
Pós-condições	Visualização da listagem dos equipamentos com os campos definidos.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar no Sistema e na tela inicial visualizar a lista de Equipamentos (Figura 21). 2. Clicar no botão Visualizar e ser redirecionado para tela da especificação (Figura 27). 3. Lista deve estar abaixo do gráfico da tela. 4. Ao clicar no botão visualizar, da listagem, o ator deve ser redirecionado para tela de menu do equipamento (Figura 28).
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 18 – Caso de Uso - *Visualizar Menu do Equipamento*. Fonte: Autor.

Caso de uso 04	Visualizar Menu do Equipamento.
Descrição	<p>Ao clicar em visualizar, em um equipamento, deve ser mostrado uma página com o menu dele. Ícones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dados Cadastrais • Ordens de Serviço • Tipo de Manutenção • Indicadores • Componentes Principais
Ator	Técnico
Pré-condições	Clicar no botão visualizar na página de especificação do equipamento.
Pós-condições	Visualização da Tela de Menu dos equipamentos.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em visualizar em um equipamento da lista (Figura 27). 2. Visualizar os campos da tela (Figura 28) 3. Clicar em um ícone e ser direcionado para sua tela.
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 19 – Caso de Uso - *Visualizar Dados Cadastrais do Equipamento*. Fonte: Autor.

Caso de uso 05	Visualizar Dados Cadastrais do Equipamento.
Descrição	Ao clicar em dados cadastrais, na tela do equipamento, deve ser mostrado uma página com os dados. Os dados serão importados do SIPAT.
Ator	Técnico
Pré-condições	Nenhuma.
Pós-condições	Visualização dados de cadastro do equipamento.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Dados Cadastrais (Figura 28). 2. Ser redirecionado para tela de dados do equipamento (Figura 29).
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 20 – Caso de Uso - *Adicionar Componentes Principais do Equipamento*. **Fonte: Autor.**

Caso de uso 06	Adicionar Componentes Principais do Equipamento.
Descrição	<p>Ao clicar em Componentes Adicionais, na tela do equipamento, deve ser mostrada uma página para serem adicionados componentes do equipamento, que precisam ser observados, na manutenção preventiva. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar (botão) • Nome • Departamento • Estado • observações • Editar (botão)
Ator	Técnico
Pré-condições	estar na tela do equipamento.
Pós-condições	Ter componente adicionado na listagem.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Componentes Principais (Figura 28). 2. Ser redirecionado para tela de adicionar o componente. (Figura 32). 3. Inserir nome do componente. 4. Clicar em Adicionar. 5. Visualizar componente adicionado na listagem. 6. Listagem deve conter os campos (nome, departamento, estado, observações). 7. Conseguir editar as informações. 8. Esses dados da listagem, devem ser puxados da ordem de serviço aberta para manutenção.
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 21 – Caso de Uso - *Manter Ordens de Serviço*. Fonte: Autor.

Caso de uso 07	Manter Ordens de Serviço.
Descrição	<p>Ao clicar em Ordens de Serviço, o técnico deverá ser redirecionado para uma página que terá uma lista com todas as ordens de serviços abertas para o equipamento e deve conseguir abrir uma nova ordem de serviço. Na ordem de serviço devem existir os campos para logar as horas trabalhadas e adicionar custos de peças para substituição. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir Nova Ordem de Serviço (botão) • Aberta por • Departamento • Data de Início • Data de Fechamento • Situação • ver (botão)
Ator	Técnico
Pré-condições	estar na tela do equipamento.
Pós-condições	Ver listagem, conseguir abrir nova ordem de serviço e visualizar as da listagem.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Ordens de Serviço (Figura 28). 2. Ser redirecionado para tela de ordens de Serviço. (Figura 35). 3. Clicar em Abrir Nova Ordem de Serviço. 4. Ser redirecionado para página (Figura 26). 5. Visualizar campos para o preenchimento da ordem de serviço. 6. Listagem deve conter os campos citados na descrição. 7. Conseguir visualizar ordem de serviço. 8. Esses dados da listagem, devem ser puxados da ordem de serviço aberta para manutenção.
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 22 – Caso de Uso - *Escolher Tipo de Manutenção*. Fonte: Autor.

Caso de uso 08	Escolher Tipo de Manutenção.
Descrição	<p>Técnico conseguir escolher qual tipo de manutenção será realizada no equipamento. O tipo poderá ser escolhido por equipamento (individualmente) ou para um lote de equipamentos (por especificação). A escolha por lote, será feita, por meio de um questionário, que sugerir a melhor estratégia para o tipo de equipamento. O tipo padrão de manutenção é a corretiva. Ou seja, assim que os equipamentos são importados, eles são classificados com esse tipo, pra mudar, precisa ir para a tela de tipo de manutenção. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Preventiva ● Corretiva ● Período de realização da manutenção ● Data Inicial ● Escolher data da compra ● A próxima manutenção será em ● Aplicar (botão) ● Escolher Tipo de Manutenção (botão) ● Agendar (botão)
Ator	Técnico
Pré-condições	estar na tela do equipamento.
Pós-condições	Escolher tipo de manutenção.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Tipo de Manutenção (Figura 28). 2. Visualizar os tipos Corretiva e Preventiva. 3. Selecionar Corretiva e clicar em aplicar. 4. Selecionar preventiva, preencher os campos e clicar em aplicar. 5. Escolher tipo por lote: entrar na tela da listagem de equipamentos por especificação (Figura 27). 6. Clicar no botão Escolher Tipo de Manutenção. 7. Ser redirecionado para tela (Figura 34) 8. Se manutenção sugerida for a preventiva, clicar em agendar. 9. Ser redirecionado para tela de tipo de manutenção (Figura 33). 10. Preencher período e data de início. 11. Se tipo de manutenção sugerido for corretiva, clicar em Aplicar.

Tabela 23 – Caso de Uso - *Visualizar Indicadores*. **Fonte: Autor.**

Caso de uso 09	Visualizar Indicadores.
Descrição	<p>O sistema mostrará para o técnico e gestor, indicadores de custo e de taxa de falhas de cada equipamento. O custo será calculado por meio das horas logadas pelo técnico na OS aberta para o reparo e também por custo de peças que precisarem ser substituídas. A taxa de falhas usará os conceitos de TMF, TMEF e TMR, para mostrar confiabilidade, desempenho e confiabilidade do equipamento. Serão mostrados gráficos para um acompanhamento visual da progressão dos indicadores. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preço do Equipamento • Custo máximo das manutenções • Custo da manutenção está em: • Tempo Médio de Falha • Tempo Médio entre Falhas • Tempo Médio de Reparo • Gráficos de acompanhamento
Ator	Técnico e Gestor
Pré-condições	estar na tela do equipamento.
Pós-condições	Visualizar campos de custo e taxa de falha.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Indicadores (Figura 28). 2. Ser redirecionado para tela de Tipo de Manutenção. (Figura ??). 3. Visualizar Campos e gráfico de custo e taxa de falha.
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 24 – Caso de Uso - *Importar Equipamentos do SIPAT*. Fonte: Autor.

Caso de uso 10	Importar Equipamentos do SIPAT.
Descrição	Técnico conseguir visualizar equipamentos a serem importados e atualizar a lista de equipamento. Campos: <ul style="list-style-type: none"> • Grupo • Especificação • Departamento • Incluir • Atualizar Lista (botão) • Importar (botão)
Ator	Técnico
Pré-condições	Nenhuma
Pós-condições	Conseguir importar equipamentos cadastrados no SIPAT para o sistema de manutenção.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Importar Equipamentos (menu fixo no topo das telas). 2. Ser redirecionado para tela de importação. (Figura 22). 3. Visualizar listagem com os equipamentos disponíveis para importação. 4. Clicar em importar. 5. Conseguir atualizar a lista. 6. Conseguir incluir todos os equipamentos de uma vez só. 7. Conseguir selecionar quais equipamentos quer importar.
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 25 – Caso de Uso - *Visualizar Menu no topo das telas.* **Fonte: Autor.**

Caso de uso 11	Visualizar Menu no topo das telas.
Descrição	Deve ser visualizado uma barra de menu fixa em todas as telas do sistema. Campos: <ul style="list-style-type: none">• Importar Equipamentos• Relatórios• Próximas Manutenções• Abrir Nova Ordem de Serviço
Ator	Técnico e Gestor
Pré-condições	Nenhuma
Pós-condições	Visualizar o menu fixo em todas as telas do sistema.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none">1. Entrar no sistema.2. Navegar pelas telas e visualizar o menu em todas elas.3. Visualizar os campos especificados na descrição.
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 26 – Caso de Uso - *Visualizar Relatórios*. Fonte: Autor.

Caso de uso 12	Visualizar Relatórios.
Descrição	<p>Visualizar relatório de gastos, que pode ser mensal e anual. Relatório de ordens de serviço, que mostrará as abertas e fechadas por mês e ano. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de relatório (gastos totais, ordens de serviço) • período (mensal e anual) • gastos com manutenções preventivas • gastos com manutenções corretivas • total de gastos • ordens de serviço abertas • ordens de serviço fechadas
Ator	Técnico e Gestor
Pré-condições	Nenhuma
Pós-condições	Visualizar relatórios.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Relatório (menu fixo no topo das telas). 2. ser redirecionado para tela de relatórios (Figura 24 e Figura 23) 3. Conseguir filtrar tipo de relatório. 4. Só aparecer na tela, os campos inseridos nos filtros.
Pontos de Extensão	Nenhum.

Tabela 27 – Caso de Uso - *Visualizar lista com manutenções a serem feitas*. Fonte: Autor.

Caso de uso 13	Visualizar lista com manutenções a serem feitas.
Descrição	<p>Mostrar listagem com todas as manutenções agendadas e corretivas da data d corrente para frente. A lista deve ser atualizada diariamente, retirando sempre as manutenções que já foram realizadas. Campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro • Especificação • Departamento • Tipo • Data • Prioridade
Ator	Técnico e Gestor
Pré-condições	Nenhuma
Pós-condições	Visualizar relatórios.
Fluxos de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em Próximas Manutenções (menu fixo no topo das telas). 2. Ser redirecionado para tela da listagem (Figura 25). 3. Visualizar listagem com campos da descrição.
Pontos de Extensão	Nenhum.

APÊNDICE B – Protótipos das Telas do Sistema

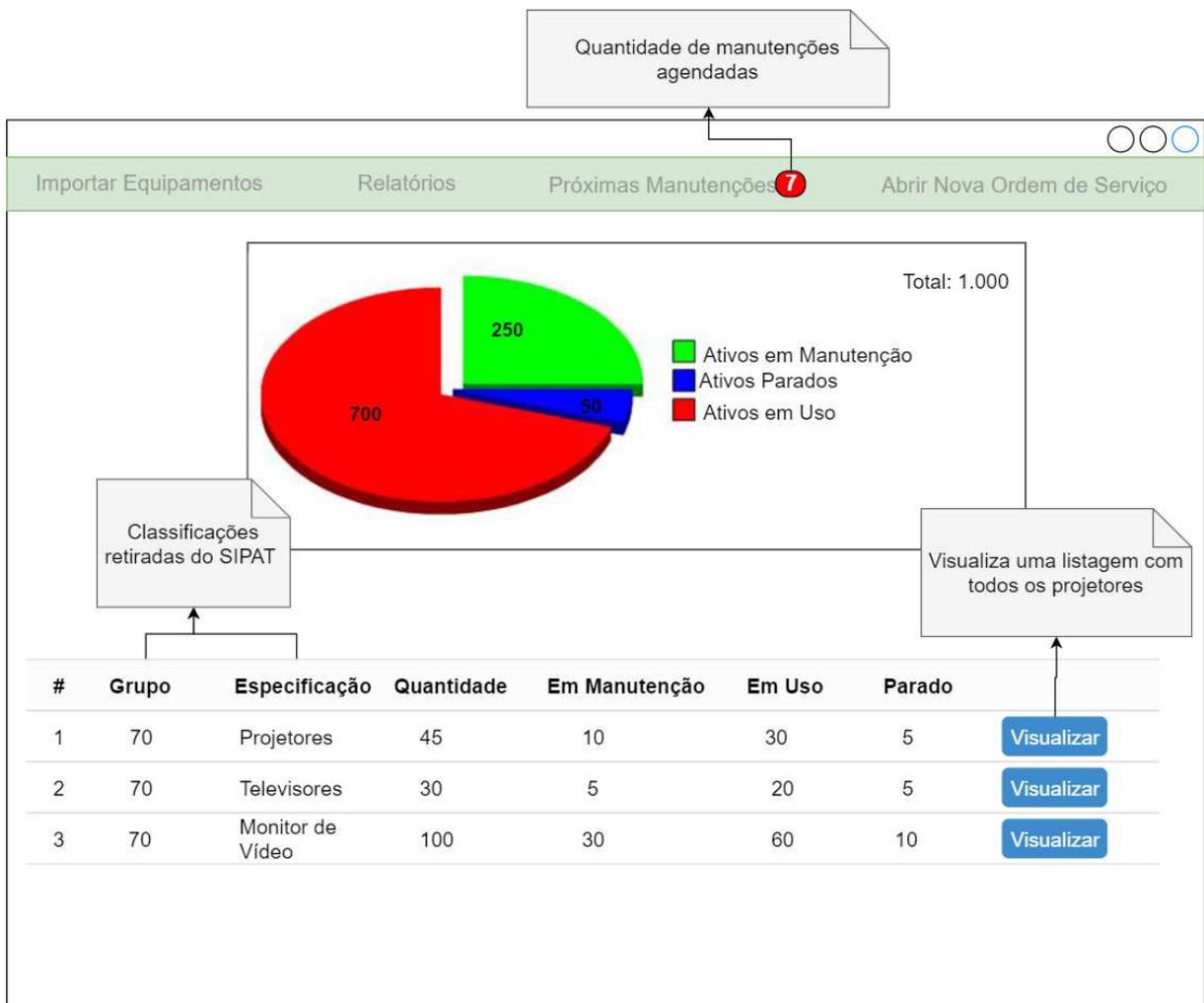


Figura 21 – Protótipo da Tela Principal do Sistema. **Fonte: Autor.**

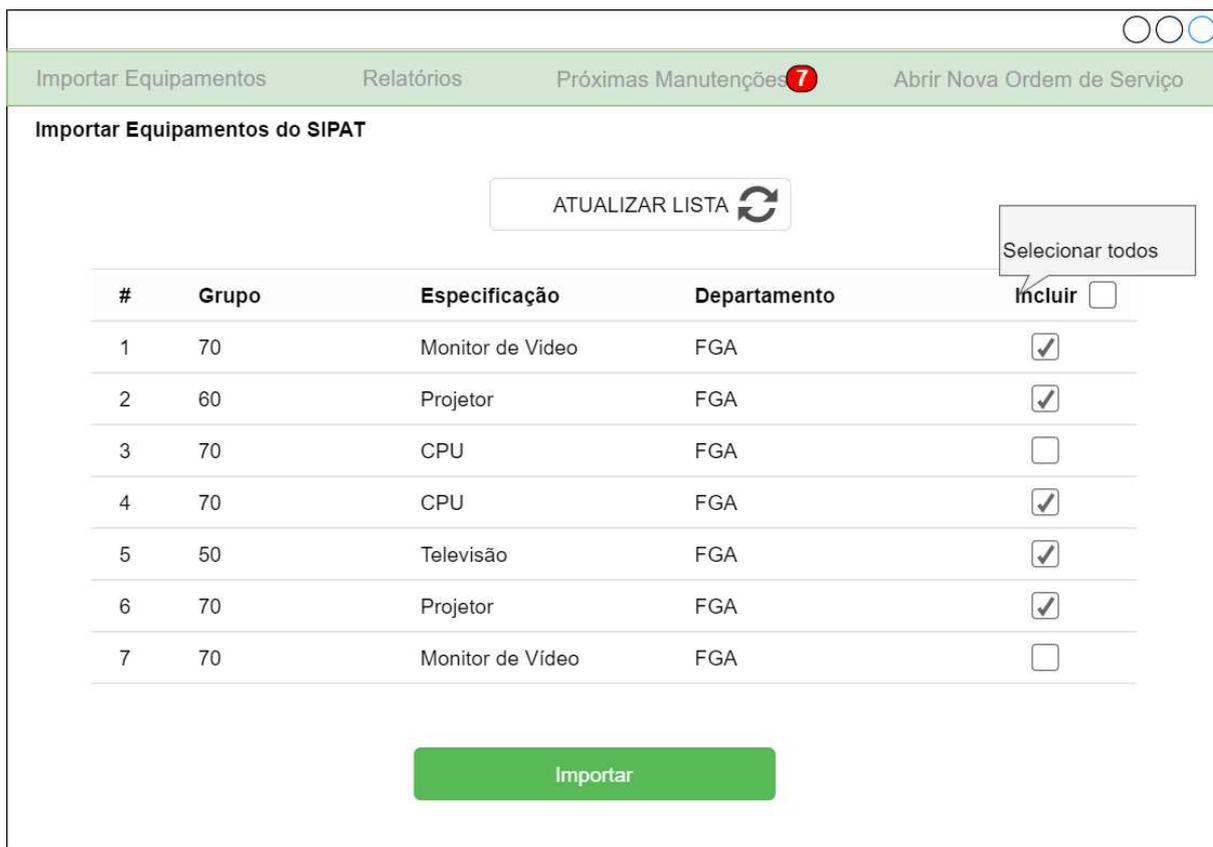


Figura 22 – Protótipo da Tela para Importar os Equipamentos Cadastrados no SIPAT.
Fonte: Autor.

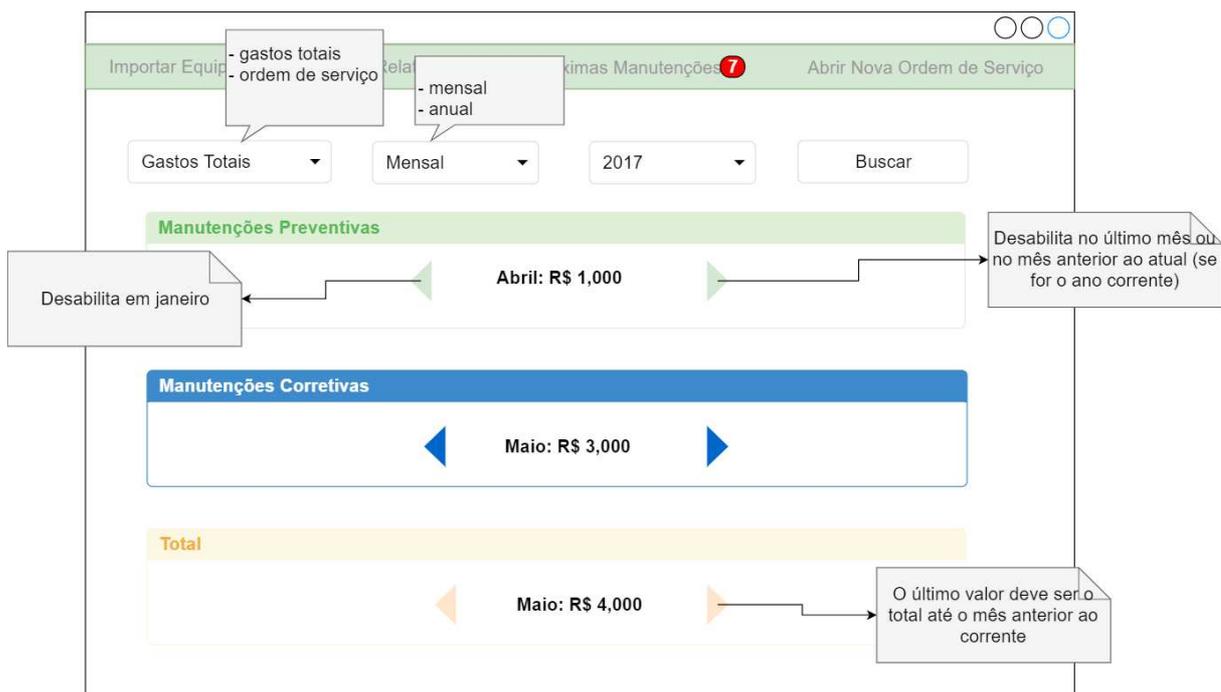


Figura 23 – Protótipo da Tela do Relatório dos Gastos realizados com manutenções.
Fonte: Autor.

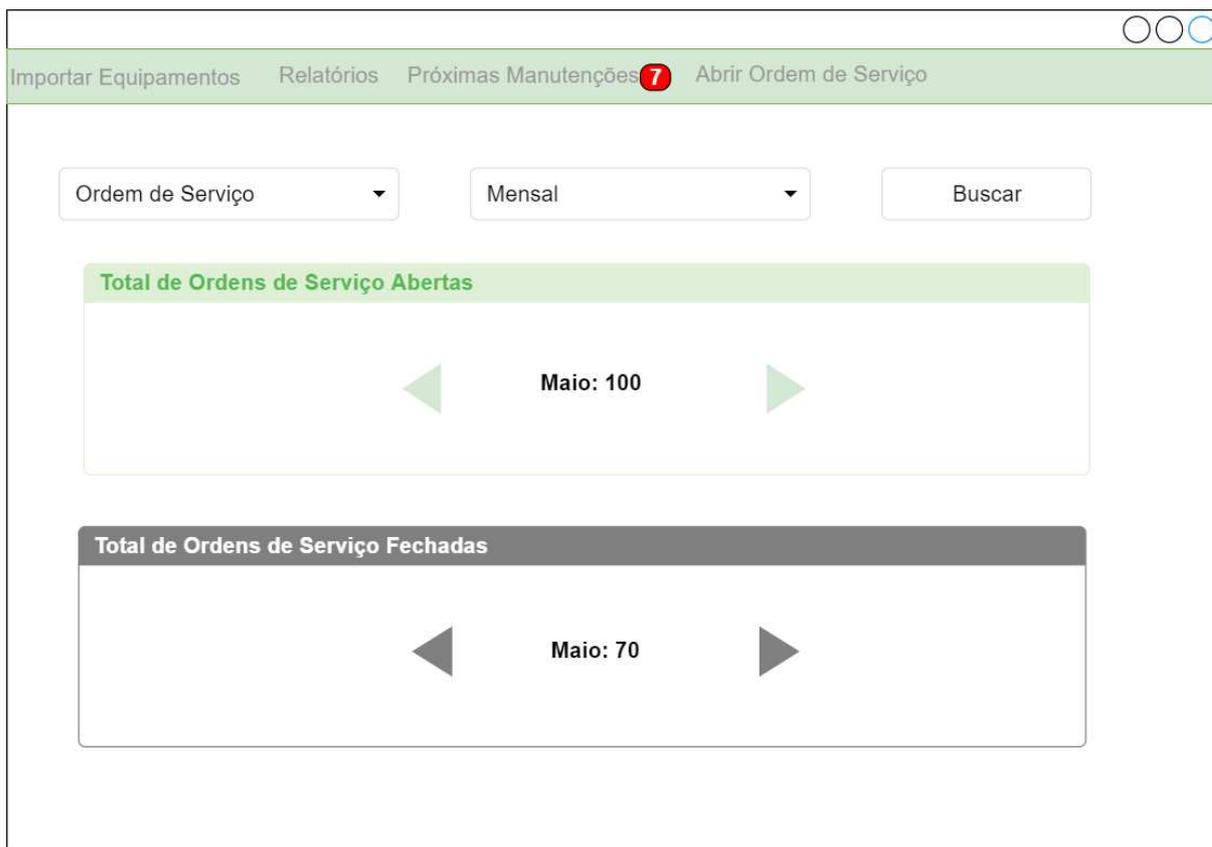


Figura 24 – Protótipo da Tela do Relatório de Ordens de Serviço. **Fonte: Autor.**

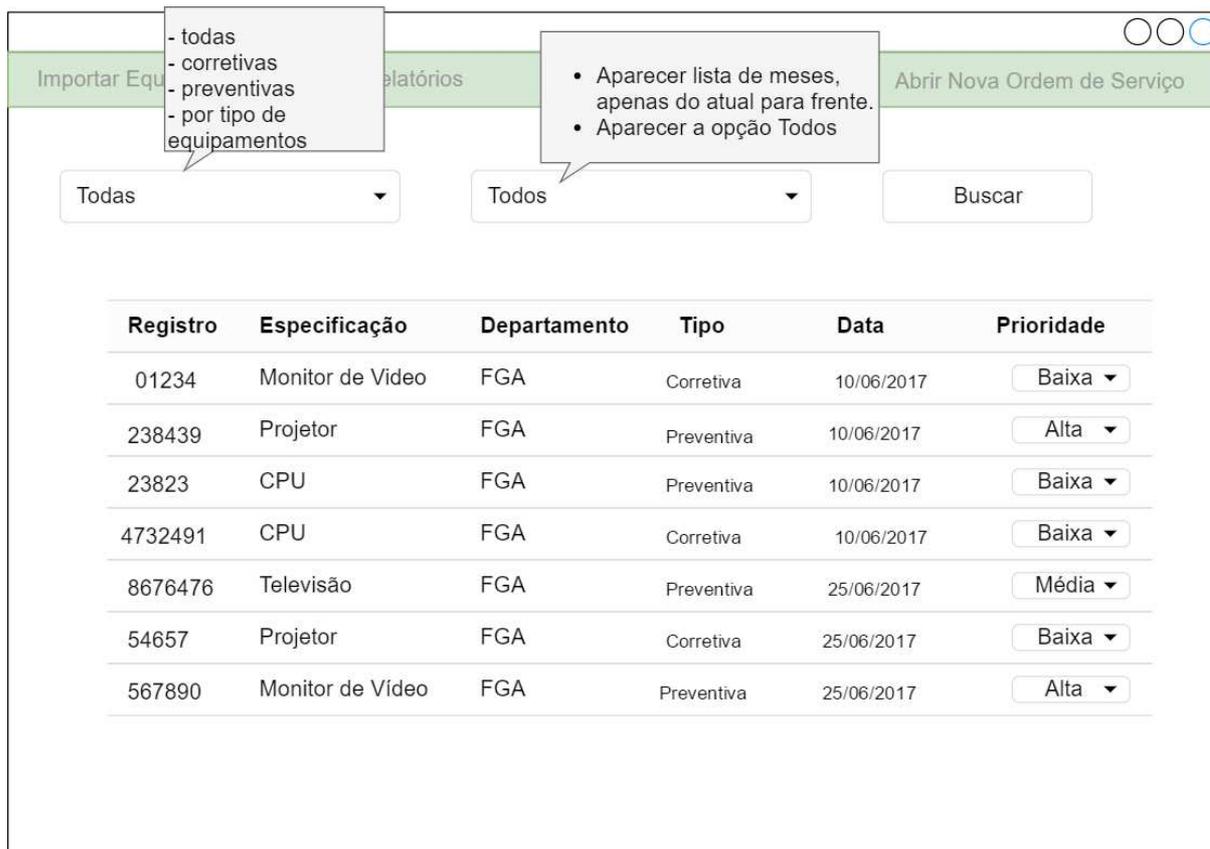


Figura 25 – Protótipo da Tela das Manutenções a serem realizadas. **Fonte: Autor.**

○○○

[Importar Equipamentos](#)
[Relatórios](#)
[Próximas Manutenções 7](#)
[Abrir Nova Ordem de Serviço](#)

Solicitação de Reparo de Equipamentos

Identificação da OS

Nro.	Ano	Data	Tipo Serviço	Utilização
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Reparo"/>	<input type="text" value="Apoio Administrativo"/>

Equipamento

Registro	Origem	
<input type="text" value="414350"/>	<input type="text" value="FUB"/>	<input type="text" value="MICROCOMPUTADOR TIPO PC"/>

Usuário

Nome	E-Mail	Fone
<input type="text" value="Maria José"/>	<input type="text" value="mjose@unb.br"/>	<input type="text" value="3107-0000"/>
Local	Utilização	
<input type="text" value="Coordenação de Patrimônio"/>	<input type="text" value="Placa de rede queimada"/>	

Log de Horas Trabalhadas e Custo de Peças de Substituição

Início	Término				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Logar"/>	\$	<input type="text"/>	<input type="text" value=".00"/>
				<input type="button" value="Adicionar"/>	

Esses campos são para utilização do técnico que irá realizar o atendimento. O cálculo das horas gastas na OS, será utilizado para calcular o custo das manutenções realizadas. Assim como o custo de peças de substituição.

Figura 26 – Protótipo da Tela para Abrir uma Nova Ordem de Serviço. **Fonte: Autor.**

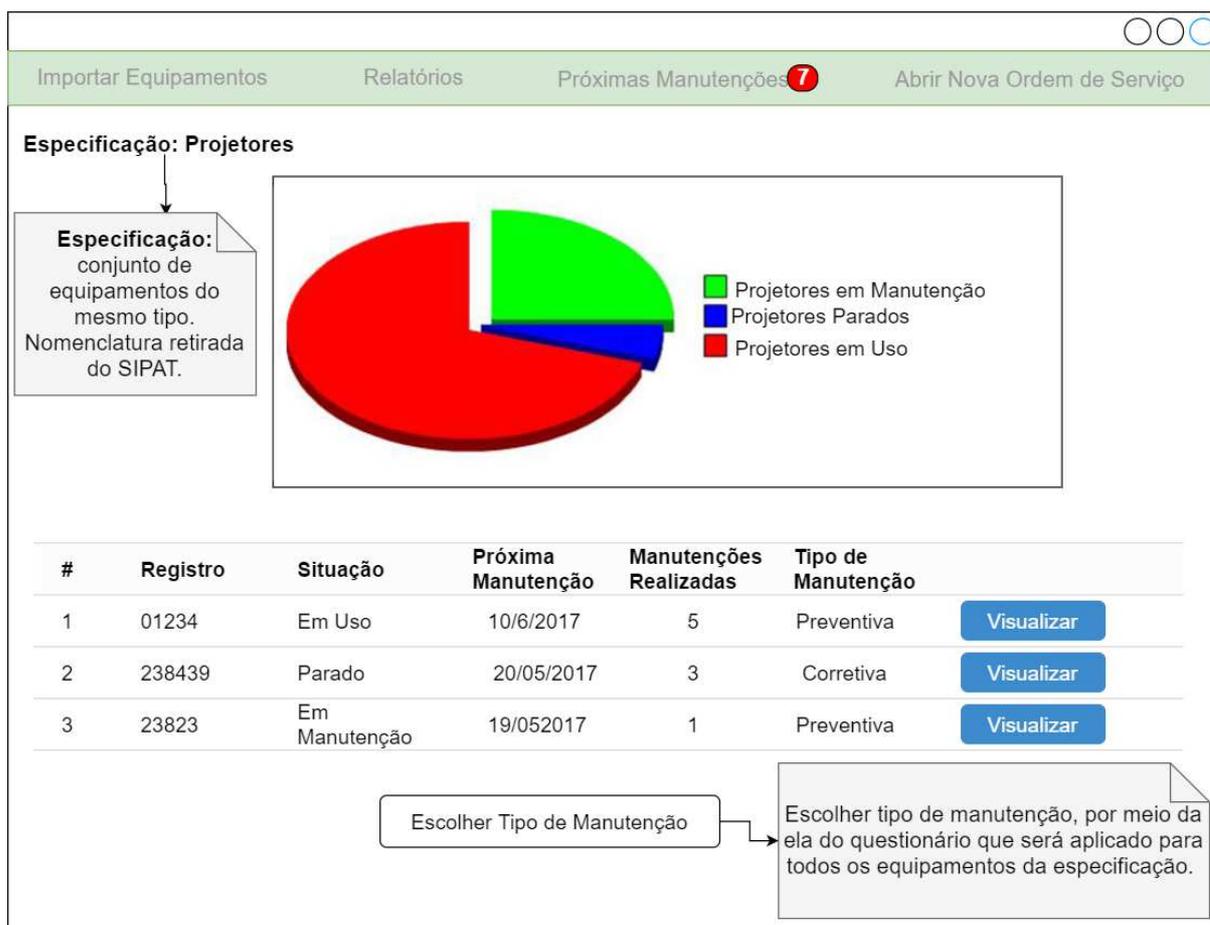


Figura 27 – Protótipo da Tela da Listagem de Todos os Equipamentos de uma Especificação. **Fonte: Autor.**

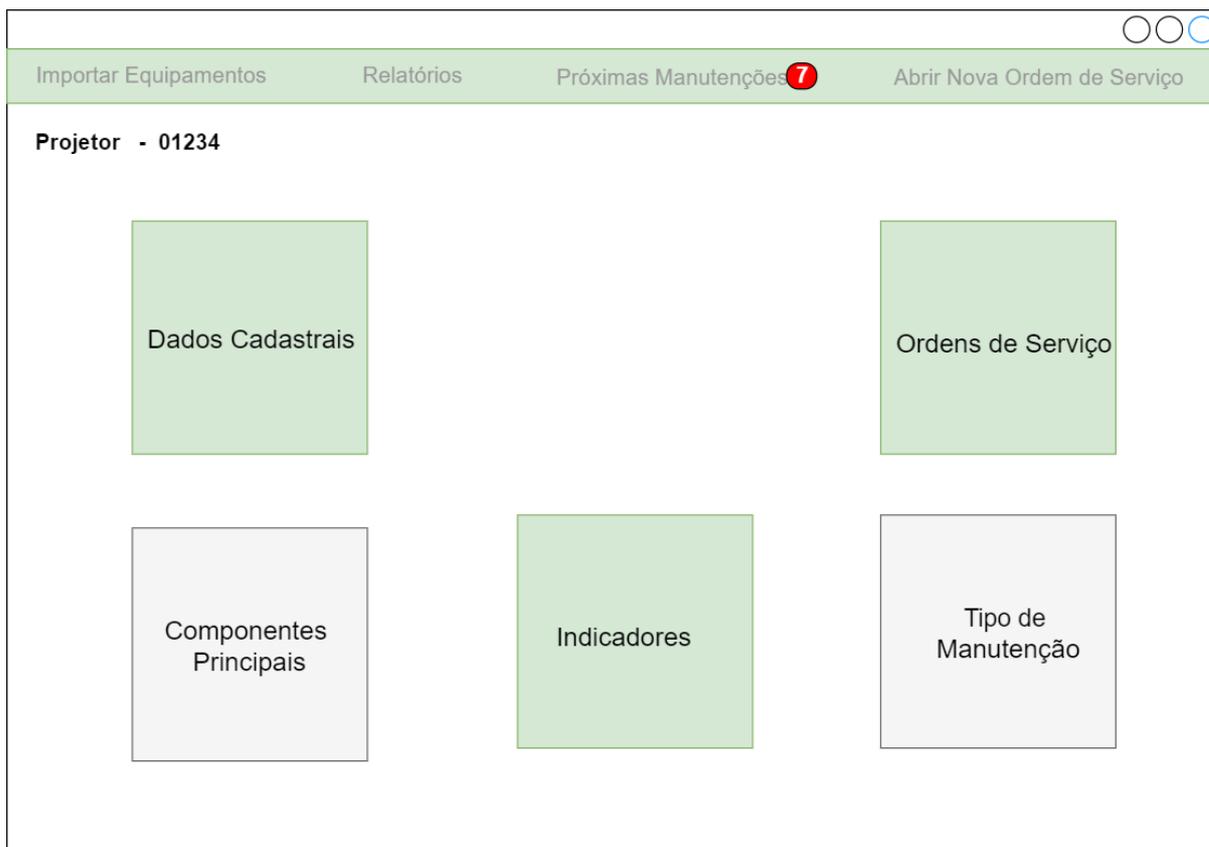


Figura 28 – Protótipo da Tela com o Menu do Equipamento. **Fonte: Autor.**

Importar Equipamentos Relatórios Próximas Manutenções **7** Abrir Nova Ordem de Serviço

Dados Cadastrais

Bens Incorporados - Dados Básicos

Tipo de Bem: Plaqueado Individual Quantidade Quantidade Inicial:

Registro: 321321 Origem: FUB Fundação Universidade de Brasília

Origem do Recurso: FUB - FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Dados do Convênio:

Material:

Grupo: 70 EQUIPAMENTOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS DE USO GERAL, PROGRAMAS, SUPRIMENTOS E EQUIP. DE SUPORTE

Classe: 20 UNIDADES CENTRAIS DE PROCESSAMENTO ANALÓGICAS

Espec.: 31730 MONITOR DE VIDEO

Conta: 142123500 EQUIPAMENTOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS

Estado Conservação: ECM

Ingresso: Unidade Gestora:

Forma: COMFFPA Especificação do Catalogo de Materiais:

Data: 25/02/2010 Valor (R\$): 370,00 Registro Substituído:

Plaqueta Anterior:

Situação: Data: 25/05/2011 Nota de Fornecimento do Material: Nro: 489 Data: 04/02/2010

Fornecedor: 51.525.082/0004-84 ITAUTEC S/A - GRUPO ITAUTEC

Procedência: Brasil Data de Vencimento da Garantia: 03/01/2012 **Fechar**

Perfil

- Características
- Doc. Ingresso
- Nota Empenho
- Agentes FUB
- Agentes HUB
- Fornecedores

Figura 29 – Protótipo da Tela dos Dados do Equipamento Cadastrados pelo SIPAT.
Fonte: Autor.

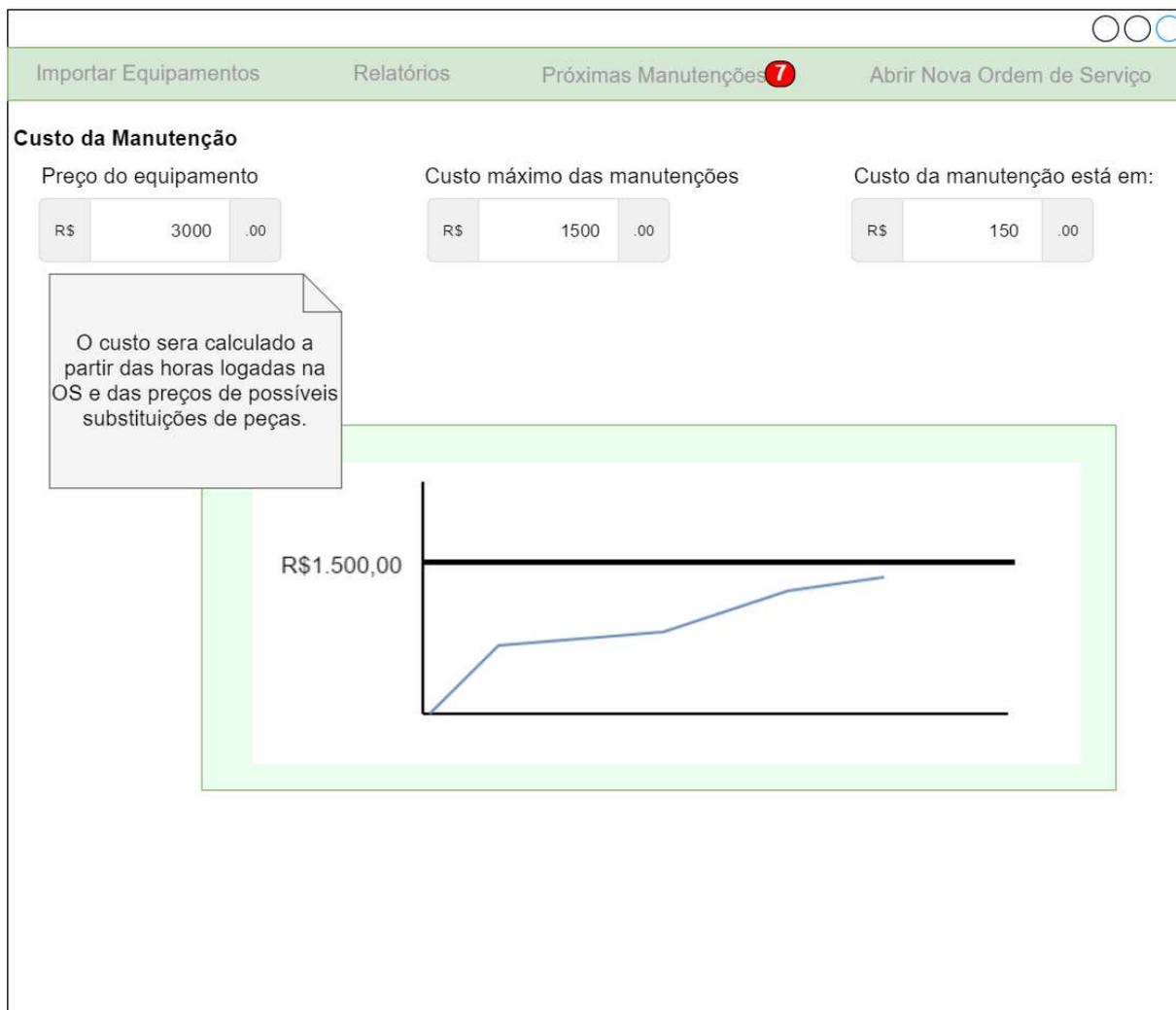


Figura 30 – Protótipo da Tela do Indicador de Custo. **Fonte: Autor.**

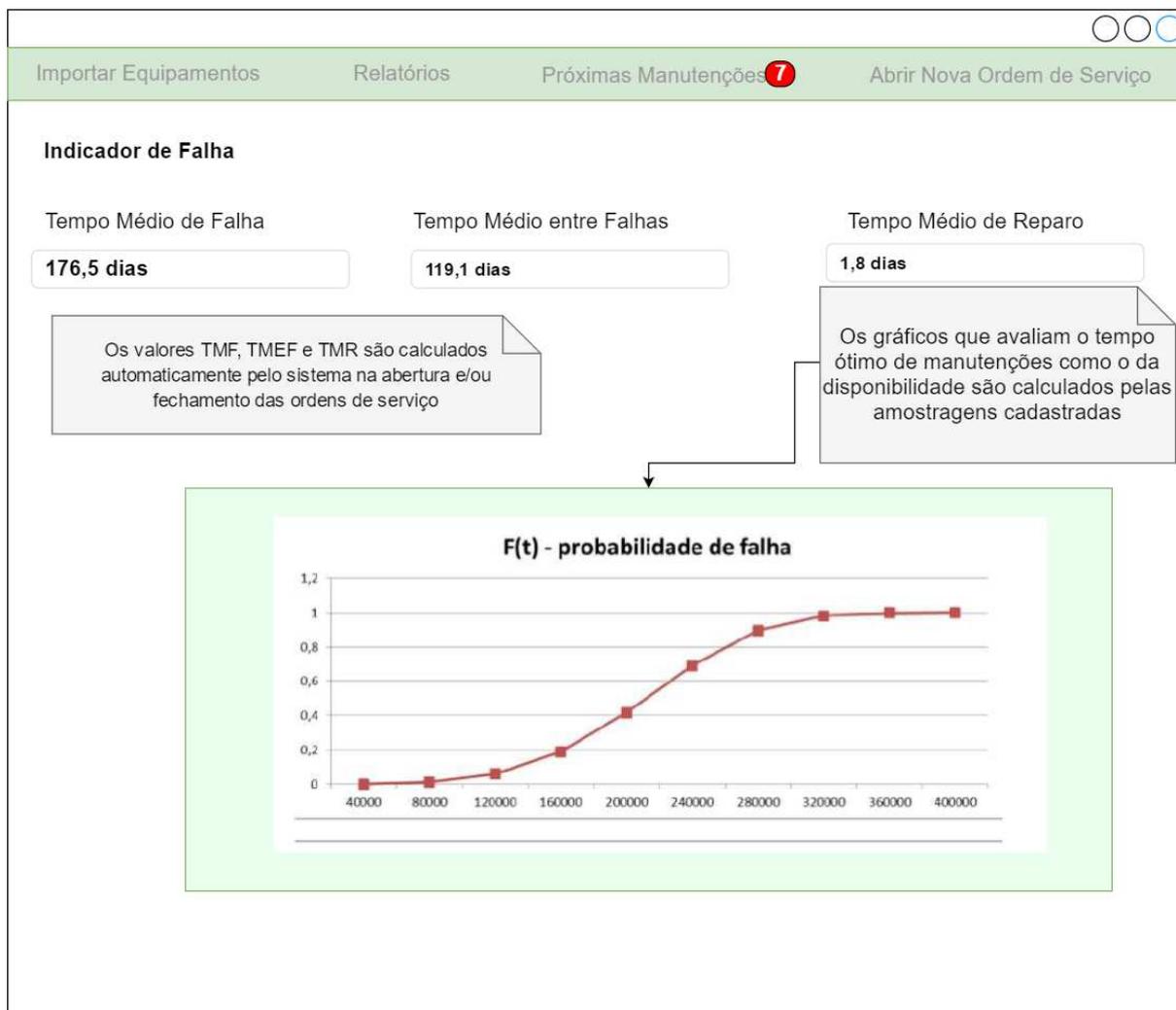


Figura 31 – Protótipo da Tela do Indicador de Falha. **Fonte: Autor.**

Componentes Principais

Nome

Adicionar

#	Nome	Departamento	Estado	Observação	
1	Controle	FGA	Bom	Precisa trocar pilhas na próxima manutenção	Editar
2	Lâmpada	FGA	Ruim		Editar
3	Lente	FGA	Arranhada		Editar

Figura 32 – Protótipo da Tela para Adicionar os Componentes Principais do Equipamento. **Fonte: Autor.**

Importar Equipamentos Relatórios **Próximas Manutenções** ⁷ Abrir Nova Ordem de Serviço

Tipo de Manutenção

Corretiva

Preventiva

• Ao selecionar esse tipo, os campos abaixo serão desabilitados.
• Manutenção corretiva é a default.

Período de Realização da Manutenção

6 meses

De quanto em quanto tempo a manutenção será realizada.

Data Inicial

13/6/2017

Escolher Data da Compra

5/6/2017

A próxima manutenção será em:

5/12/2017

Aplicar

Figura 33 – Protótipo da Tela para Escolha do Tipo de Manutenção que será realizada no Equipamento. **Fonte: Autor.**

Importar Equipamentos Relatórios **Próximas Manutenções** Abrir Nova Ordem de Serviço

Escolher Tipo de Manutenção

Caso ocorra uma falha desta máquina, equipamento ou peça

A falha afeta a produção ou a qualidade de um processo chave? Sim Não

A falha pode ferir alguém, afetar o meio ambiente ou a segurança patrimonial? Sim Não

É possível reduzir o risco de falha a um nível baixíssimo com a troca de partes? Sim Não

Há uma máquina stand-by disponível? Sim Não

Se o sistema sugerir manutenção corretiva

Se o sistema sugerir manutenção preventiva. Redireciona para tela Tipo de Manutenção

Nesta tela será sugerido um "default" do melhor tipo de manutenção para cada especificação de equipamento, com base no fluxograma sugerido na **Sistemática para avaliação da melhor técnica de manutenção** apresentada. Dependendo da resposta informada, a pergunta seguinte irá mudar desabilitando as que estiverem fora do fluxo seguido.

Aplicar Agendar

Figura 34 – Protótipo da Tela do Questionário para o sistema sugerir o tipo de manutenção mais adequado para um lote de equipamentos. **Fonte: Autor.**



Figura 35 – Protótipo da Tela de Listagem das Ordens de Serviço já Abertas para o Equipamento. **Fonte: Autor.**