

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO DA DIVISÃO DE
EQUIPAMENTO BASEADO EM PROCESSOS
QUANTITATIVOS UTILIZADOS PELA PLATAFORMA E-
CAMPUS**

LINCOLN FERREIRA LIMA

**MANAUS / AM
2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

LINCOLN FERREIRA LIMA

**GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO DA DIVISÃO DE
EQUIPAMENTO BASEADO EM PROCESSOS QUANTITATIVOS
UTILIZADOS PELA PLATAFORMA E-CAMPUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão de Operações e Serviço.

Orientador: Prof. Dr. José de Castro Correia

**MANAUS / AM
2017**

LINCOLN FERREIRA LIMA

**GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO DA DIVISÃO DE
EQUIPAMENTO BASEADO EM PROCESSOS QUANTITATIVOS
UTILIZADOS PELA PLATAFORMA E-CAMPUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão de Operações e Serviço.

Aprovado em 06 dezembro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José de Castro Correia, Presidente
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Helder Cruz da Silva, Membro
Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª. Dr.^a. Andreia Brasil Santos, Membro
Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

A meu orientador, professor José de Castro Correia, pela dedicação, apoio técnico e acima de tudo, grande amizade.

Aos professores do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção da UFAM, pela fundamentação teórica de grande valia e outros ensinamentos que utilizei por toda minha vida profissional.

A minha esposa, Lane Cruz da Silva, pelo incentivo e parceria ao longo de todo o mestrado.

Aos meus companheiros de mestrado pela troca de conhecimentos e incentivo mútuo.

E, a alguns amigos que, sem objetivar benefícios próprios, colaboraram comigo, em forma de serviços, incentivo, apoio ou reconhecimento extrínseco, e para tanto não mediram esforços, não se individualizaram, mas se irmanaram. São eles Alessandra Marques de Souza, Andréa Paixão de Almeida, Cosme Vitor da Silva Neto, George da Silva Matos, Margareth Sena de Medeiros, Marisa Dutra Gadelha Maia, Patrícia Auxiliadora Ribeiro de França, Patrícia Costa de Oliveira, Patrícia Eline Martins de Souza.

RESUMO

Essa pesquisa tem como objetivo definir e aplicar uma análise organizacional utilizando o PMOC (Plano de Manutenção Operação e Controle) por meio de um sistema de informação para a gestão da manutenção e assim compreender a relação dos conceitos de organização para os modelos de gestão da manutenção e o modelo de sistema de informação (e-Campus). Buscou-se, inicialmente, apresentar e analisar formas de manutenção estratégica por meio do PMOC e o sistema de informação e-Campus, também procurou-se descrever as atividades realizadas na divisão de equipamento da Prefeitura do Campus da UFAM e estabelecer um plano de gestão para a manutenção dos condicionadores de ar. Com isso foi possível concluir que, com a utilização de um sistema de informação, aliado às pesquisas relacionadas ao assunto com fundamentação teórica e aplicação prática em uma instituição de ensino público federal é possível desenvolver soluções com dados concretos em Excel como indicadores de desempenho para um melhor gerenciamento do processo de gestão da manutenção da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção, Sistema de Informação, Controle Organizacional, PMOC, UFAM.

ABSTRACT

This research aims to define and apply an organizational analysis using the PMOC (Operation and Control Maintenance Plan) through an information system for maintenance management, and thus to understand the relationship of the organization concepts to the management models of the Maintenance and model information system (e-Campus). In order to do so, it was initially sought to present and analyze forms of strategic maintenance through the PMOC and the e-Campus information system, also sought to describe the activities carried out in the Division of Equipment of the City Hall of the Campus of UFAM and establish a plan Maintenance of air conditioners. With this, it was possible to conclude that, with the use of an information system, together with the research related to the subject with theoretical foundation and practical application in a federal public education institution, it is possible to develop solutions with concrete data in Excel for better management of the management process of the Maintenance of the Federal University of Amazonas - UFAM.

Key words: Maintenance Management, Information System, Organizational Control, PMOC, UFAM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da Gerencia da Manutenção.....	26
Figura 2 - Fluxograma	27
Figura 3 – Manutenção de Risco	43
Figura 4 – Fases da Manutenção Produtiva.....	45
Figura 5 – Controladores de Valor	47
Figura 6 – Gerenciamento de Ativos	49
Figura 7 – Passos Metodológicos	56
Figura 8 - Login E-campus.....	59
Figura 9 - Tela padrão do Portal E-campus.....	59
Figura 10 - Tela de Requisição de Serviço.....	60
Figura 11 - Requisição de Serviço.....	60
Figura 12 - Tela de Pesquisa - Unidade.....	61
Figura 13 - Solicitação de Serviço – Campos de Cadastro	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantitativa de RS no 1º semestre de 2014 emitidas pela DE/PCU para as Unidades Acadêmicas e emitidas pelas Unidades.....	68
Gráfico 2 - Quantitativa de RS no 2º semestre de 2014 emitidas pela DE/PCU para as Unidades Acadêmicas e emitidas pelas Unidades.....	69
Gráfico 3 - Quantitativo geral de RS emitidas à DE/PCU referente a manutenção de condicionadores de ar.....	70
Gráfico 4 - gráfico comparativo do número de solicitações de serviço da DE/PCU referente ao ano de 2014 e 2015.....	70
Gráfico 5 - quantitativo de RS encaminhadas a DE/PCU no periodo de janeiro a dezembro de 2014.....	71
Gráfico 6 - Quantitativo geral de RS emitidas à DE/PCU referente a manutenção de condicionadores de ar e de instalação em 2015.....	72
Gráfico 7 – Comparação de dados quantitativos de RS emitidas à DE/PCU e Unidades acadêmicas, referente a manutenção de condicionadores de ar e de instalação.....	72
Gráfico 8 - Comparativo do Quantitativo de RS atendidas pela DE/PCU referente a manutenção de condicionadores de ar nos anos de 2014 e 2015.....	74
Gráfico 9 - Comparativo de quantidade de manutenções preventivas executadas de 2014 a 2015.....	75
Gráfico 10 - percentual faturado do valor global contrato por lote.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços incluídos no cronograma de manutenção preventiva SPLIT.....	60
Tabela 2 - Serviços incluídos no cronograma de manutenção preventiva ACJ	67
Tabela 3 - Valor faturado referente ao Pregão 001/2014.	76

LISTA DE SIGLAS

CTIC – Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação

DE – Divisão de Equipamento

MBC – Manutenção Baseada Em Condições

MBR – Manutenção Baseada Em Risco

MP – Manutenção Preventiva

MPT – Manutenção Produtiva Total

SGC – Sistema de Gerenciamento de Serviços

SGM – Sistema De Gestão de Manutenção

SGMC – Sistema de Gerenciamento de Manutenção computadorizada

SIGM – Sistemas Informatizados de Gerenciamento de Manutenção

PCU – Prefeitura do Campus Universitário

PCP – Programação e Controle de Produção

PMOC – Plano de Manutenção Operação e Controle

RS – Requisição de Serviço

TPM – Manutenção Produtiva Total

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2 GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO	16
2.1 Engenharia De Manutenção.....	16
2.2 Gestão Da Manutenção.....	17
2.3 Manutenção Baseada Em Condições (MBC)	19
2.4 Sistema De Gestão De Manutenção	19
2.5 E-Manutenção.....	20
3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	21
3.1 Conceituação	21
3.1.1 Aplicações adequadas e inadequadas.....	22
3.2 Programa De Manutenção Preventiva	24
3.3 Planejamento E Manutenção Preventiva	26
3.4 Manutenção Preventiva Em Sistemas E-Manutenção	28
3.4.1 Retorno do investimento	29
3.4.2 Sistemas Informatizados de Gerenciamento de Manutenção (SIGM)	30
3.4.3 Consequência de uma quebra.....	32
4 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO	34
4.1 Conceito.....	34
4.2 Manutenção Corretiva	35
4.3 Manutenção Planejada.....	37
4.3.1 Manutenção planejada, mas não programada (<i>run-to-failure</i>).....	38
4.4 Ações Básicas De Manutenção.....	38
4.5 Planos De Manutenção Fixos Ou Flutuantes.....	40
4.6 Estratégias De Manutenção	40
4.7 Manutenção Baseada Em Risco.....	42
4.8 Manutenção Produtiva Total.....	44
4.9 Manutenção Orientada Por Valores.....	46
4.10 Gestão De Ativos.....	48
4.11 Métricas De Manutenção.....	49
5 METODOLOGIA	54
5.1 Percurso Metodológico.....	54
6 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO.....	57
6.1 Caracterização Da Universidade Federal Do Amazonas (UFAM).....	57
6.2 Caracterização Do Portal e-campus.....	58
7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	63

7.1 RESULTADOS QUANTITATIVOS DE RS.....	63
7.1.1 PMOC.....	63
7.2 Manutenções Preventivas Em Condicionadores De Ar.....	74
7.3 Custo Das Manutenções Corretivas E Preventivas Em Condicionadores De Ar, Freezers, Geladeiras E Bebedouros.....	75
7.4 Propostas De Melhoria	77
8 CONCLUSÃO	79
9 REFERÊNCIAS	80
APÊNDICES E ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias da informação e comunicação (TICs) constituem importantes ferramentas de apoio ao gerenciamento de uma organização, facilitando a elaboração de cronogramas de manutenção, gestão de riscos e recursos (KHATIB, 2000).

De acordo com Kelly (1984), o uso das TICs no gerenciamento da manutenção começou ainda não década de 1970, com o surgimento dos primeiros computadores pessoais.

Ao longo do tempo, várias tecnologias têm evoluído e, com elas, a integração dos sistemas de manutenção cresceu. Em particular, três aplicações principais foram identificadas como novas técnicas para uma operação de manutenção: (i) Sistemas de Gerenciamento de Manutenção (SGM), (ii) Manutenção Baseada em Condições (MBC) e (iii) processos de e-manutenção. Para Lopez-Campos (2010), o SGM é um *software* de gerenciamento voltado para a manutenção, capaz de incorporar o acesso livre à informação. Ele oferece informações capazes de facilitar a tomada de decisão.

O MBC é uma técnica utilizada para monitorar máquinas para fins de diagnóstico e prognóstico (BELICHES, 2000). A e-manutenção, segundo Levrat et al. (2008), é o conjunto de processos de manutenção que utiliza a tecnologias para permitir decisões proativas em uma determinada organização.

Flores (2010) discute que a manutenção é um meio de facilitar o cuidado e restauro de alguma coisa, mantendo, assim, o seu funcionamento. Defende que é fácil isolar *bugs* ou problemas dentro de um sistema de pré-forma do reparo. A manutenção tem caráter preventivo, na medida em que reduz custos e o Tempo Médio de Reparo (TMR).

A manutenção inclui também a criação de procedimentos padronizados e listas de verificação em seu Sistema de Informação para Gerenciamento de Manutenção, criando melhores práticas para solução de problemas, tendo as ferramentas corretas no local e recodificando o histórico de reparo em seu SGM (sistema de Gerenciamento de Manutenção) para revisão posterior.

Como muitas dessas ações podem ser rastreadas pelo sistema, ele pode desempenhar um papel importante na melhoria da manutenção. A capacidade de manutenção também é um dos atributos de *design* mais comumente considerados que

podem fazer a diferença entre uma troca de cinco minutos e uma reconstrução de uma semana.

Os sistemas modernos são projetados com componentes modulares para que possam ser trocados rapidamente. A implementação destas técnicas, ferramentas e processos no chão de fábrica, não é uma questão trivial. No geral, integrá-lo em uma única plataforma de *software* é a preocupação mais desafiadora. “Portanto, vários acadêmicos e os profissionais da área sublinham a necessidade de uma abordagem que possa apoiar a sua implementação efetiva, utilização e integração de sistemas de manutenção” (WESSERL, 2009).

Nesse estudo, utilizou-se da coleta de dados bibliográficos e também de dados exploratórios, obtidos junto ao sistema de informação da Universidade Federal do Amazonas (e-Campus da UFAM), tendo como objetivo utilizar o ambiente digital, por meio da tecnologia da informação, para implementação e desenvolvimento do sistema de gerenciamento da manutenção em se tratando da divisão de equipamento.

De acordo com estudo realizado por Medeiros et al (2012), o crescimento da estrutura física do campus da instituição estudada demanda a ampliação, de forma conjunta, do sistema preexistente, bem como mudança na metodologia de trabalho e na qualificação dos profissionais, tendo em vista o aumento da complexidade da instalação.

Assim sendo, de modo geral, esse estudo tem como propósito descrever as atividades executadas durante os anos de 2014 e 2015, bem como prover elementos de análise através dos respectivos dados coletados pelo e-campus da UFAM para apresentar e analisar formas de manutenção estratégica por meio do PMOC (Plano de Manutenção Operação e Controle).

A pesquisa é relevante para a formação do engenheiro de produção na medida em que contempla a competência de desenvolvimento e gestão de projetos voltados para manutenção e melhoria de operações, por meio do uso eficiente da tecnologia da comunicação.

1.1 Objetivo Geral

Apontar aspectos que contribuam com a implantação de Gestão de Manutenção. Assim, definir e aplicar um plano de gestão de manutenção utilizando o PMOC (Plano de Manutenção Operação e Controle) por meio de um sistema de informação (e-campus) para a gestão da manutenção dos condicionadores de ar do Campus Universitário da UFAM.

1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar formas de manutenção estratégica e o sistema de informação e-Campus;
- Propor um plano de gestão para a manutenção dos condicionadores de ar por meio do PMOC e o sistema de informação e-campus;
- Descrever as atividades realizadas na Divisão de Equipamento da Prefeitura do Campus da UFAM.

2 GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

As subseções a seguir detalham importantes características das técnicas de manutenção, favoráveis ao entendimento dessa pesquisa.

2.1 Engenharia De Manutenção

A engenharia de manutenção é a disciplina voltada para a aplicação de conceitos de engenharia na otimização de equipamentos, procedimentos e orçamentos departamentais para alcançar o melhor uso, a confiabilidade e disponibilidade de equipamentos.

A manutenção e, portanto, a engenharia de manutenção, estão aumentando em importância devido ao aumento de equipamentos, sistemas, maquinarias e infraestrutura. “Desde a Revolução Industrial, os dispositivos, equipamentos, máquinas e estruturas têm se tornado cada vez mais complexos, exigindo uma série de pessoal, vocações e sistemas relacionados e necessários para mantê-los” (DHILLON, 2006).

A manutenção, de acordo com Souza (2015), é para garantir que uma unidade seja adequada para fins, com disponibilidade máxima a custos mínimos. As responsabilidades típicas da engenharia de manutenção são, conforme Mendonça (2010):

- Assegurar a otimização da estrutura da Organização de Manutenção;
- análise de falhas repetitivas de equipamentos;
- estimativa de custos de manutenção e avaliação de alternativas;
- previsão de peças sobressalentes;
- Avaliar as necessidades de substituição de equipamentos e estabelecer programas de substituição;
- Aplicação dos princípios de programação e gerenciamento de projetos aos programas de substituição;
- Avaliar as ferramentas de manutenção necessárias e as habilidades necessárias para a manutenção eficiente do equipamento;
- Avaliar as habilidades requeridas para o pessoal de manutenção;
- Revisão das transferências de pessoal para e de organizações de manutenção;
- Avaliar e relatar os riscos de segurança associados à manutenção do equipamento (MENDONÇA, 2010, p. 28).

Kardec; Xavier (2009) e Tavares (2005), destacam que a engenharia de manutenção deve ser aplicada visando os seguintes objetivos: aumentar a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, analisar relatórios, eliminar problemas crônicos; gerir

materiais e sobressalentes, realizar a análise de falhas, elaborar planos de manutenção, acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica e assessorar a compra de novos equipamentos.

Nascif (2005), ao estudar sobre o caso, afirma que as empresas raramente conseguem aplicar e praticar a engenharia de manutenção se não tiverem suas rotinas estabilizadas. Baseado nessa afirmação, Slack (2009) destaca que as melhores e mais caras instalações somente serão eficazes se possuírem uma infraestrutura adequada capaz de governar e controlar o meio de funcionamento diário da empresa.

2.2 Gestão Da Manutenção

Para Souza (2015), o gerenciamento da manutenção é um processo dedicado à supervisão de recursos e de manutenção de modo a evitar a inatividade de equipamentos ou a destinação de recursos para a realização de manutenções ineficazes. Green (2000) complementa que “os programas de *software* de gerenciamento de manutenção podem ajudar com o processo. Os principais objetivos do gerenciamento de manutenção são agendar o trabalho de forma eficiente, controlar custos e garantir a conformidade regulamentar” (GREEN, 2000).

A gestão da manutenção, na visão de Leão (2012), é essencial para o sucesso de qualquer organização, porque um programa de manutenção mal organizado pode deter toda a empresa. Por exemplo, se os funcionários da manutenção estão consertando uma fotocopiadora quebrada em vez de uma peça essencial de equipamento de produção, uma fábrica pode parar de produzir.

Se o gerente de manutenção não entender os processos da empresa bem o suficiente para saber o que é mais importante, esse tipo de problema de programação se torna mais provável. Se o gerente de manutenção programar quatro funcionários quando apenas um for necessário, a empresa perderá dinheiro. Se materiais como produtos químicos não são armazenados e eliminados adequadamente, a empresa pode ter problemas de conformidade. No processo de Gestão de Manutenção, alguns fatores são considerados relevantes:

Agendamento: Para atingir o objetivo de um agendamento eficiente, o gerente de manutenção deve entender como a empresa trabalha e conhecer a prioridade relativa de diferentes equipamentos. Por exemplo, em um armazém de suprimento de papel, o empilhador e o caminhão de entrega podem precisar de manutenção ao mesmo tempo. Sem a empilhadeira, os funcionários não podem mover caixas de papel ao redor do armazém. Sem o caminhão de entrega, eles não podem entregar ordens de papel aos clientes. O gerente da manutenção necessita saber que tarefa tem a prioridade mais elevada e que uma pode ter recursos para esperar um pouco mais quando necessário.

Controle de Custo: Controlar custos é um objetivo importante, mas não está inteiramente sob o controle do gerente de manutenção. O orçamento do departamento de manutenção é geralmente definido pela empresa, e o gerente de manutenção tem que trabalhar com tudo o que é fornecido. Por exemplo, uma parte necessária para manter um determinado equipamento pode estar disponível em mais de um fornecedor. O gerente de manutenção pode ter que decidir entre uma parte cujo valor seja inferior, mas que pode desgastar mais rapidamente, ou uma parte mais confiável, contudo economicamente menos acessível.

Conformidade: “Os gerentes de manutenção devem assegurar que todas as tarefas de manutenção sejam conduzidas de acordo com as leis e regulamentos locais, estaduais e federais” (SOUZA, 2015). Por exemplo, pode ser mais fácil e mais acessível para agendar apenas um funcionário para trabalhar em um equipamento, mas se houver um regulamento de segurança exigindo dois funcionários para executar a tarefa, em seguida, o gerente de manutenção poderia incorrer em uma multa para a empresa por não atender ao regulamento. Parte do trabalho do gerente de manutenção é ficar familiarizado com todos os regulamentos relevantes e certificar-se de que eles são seguidos.

Engenharia de Manutenção: Segundo Viana (2012), a engenharia de manutenção aplica conhecimentos científicos e empíricos na solução de problemas, permitindo a melhoria e a evolução da manutenção. Conforme documento da ABRAMAN (2007), a engenharia de manutenção tem a premissa de melhoria contínua através de estudos, análise de falhas, desenvolvimento de fornecedores de materiais, equipamento e serviços.

2.3 Manutenção Baseada Em Condições (MBC)

“O MBC é definido como a manutenção preventiva baseada em monitoramento e funcionamento, os parâmetros do elemento e as ações subsequentemente executadas” (UNE, 2002).

Segundo Aguiar (2009), a monitorização é uma tarefa manual ou automática na qual são observados a corrente, o estado e o comportamento de um determinado elemento de chão de fábrica (em geral o comportamento térmico e vibratório) (AGUIAR, 2009).

O objetivo final da tarefa de monitoramento é adotar uma abordagem de manutenção baseada em condições para reduzir a probabilidade de falha e evitar danos irreversíveis ao equipamento. O MBC permite maximizar o serviço e vida útil dos equipamentos e seus componentes, antecipando o monitoramento de parâmetros significativos.

Por estas razões, o MBC é uma componente chave da manutenção. Nos últimos anos, tanto a redução do preço dos sensores e o aumento da informação quanto a capacidade de processamento melhoraram o desenvolvimento de ferramentas de diagnóstico automático.

Neste contexto, uma das aplicações mais difundidas são as e-MVBC, pois são técnica e economicamente viáveis, além de oferecem muitos benefícios. Mais especificamente, reduzem significativamente o tempo, economizando até 20% em pequenas perdas de produção, melhorando a qualidade e reduzindo o estoque de peças sobressalentes.

2.4 Sistema De Gestão De Manutenção

O principal objetivo de qualquer SGM é fornecer condições para analisar informações de manutenção e equipamento a fim de otimizar a gestão e o apoio às decisões estratégicas, táticas e operacionais.

Um importante requisito para esses sistemas é a compatibilidade e integração com outros sistemas que contenham informações em formação. Fumagalli et al (2009) indicam a SGM como um fator de sucesso para a organização da manutenção, pois permite o acesso a informações que podem ser usadas para priorizar ações e tomar melhores decisões em atividades de manutenção, além de fornecer controle adequado do sistema.

De acordo com Crain (2003), incorporando um sistema de gestão completo na função de manutenção pode reduzir orçamento anual de 10-30% do departamento de manutenção.

Ross (2010) identifica cinco sistemas SGM mais implementados em todo o mundo: *SAP Plan tMaintenance*, *Maximo Asset Management*, *MP2*, *Ellipse* e *PMC*.

2.5 E-Manutenção

Embora o termo e-manutenção tenha sido usado desde 2000 como um componente da e-manufatura, no momento ainda não há uma definição padronizada de e-Manutenção dadas por uma instituição oficial. Pode-se dizer que e-manutenção é "o conjunto de manutenção e processos que usam as tecnologias eletrônicas para decisões proativas em uma determinada organização" (LEVRAT et al., 2007, p.88).

Esses processos e métodos de manutenção (tecnologias, procedimentos, padrões, etc.) são específicos de cada organização de acordo com características particulares. Isto significa que, para diferentes autores, a e-manutenção poderia envolver diferentes atividades.

Frequentemente, essas atividades incluem: e-monitoramento, e-prognóstico, e-diagnóstico, e-gestão, e-service, manutenção remota e serviços colaborativos de manutenção.

Essas atividades são apoiadas por uma variedade de tecnologias de *hardware* e *software*, tais como dispositivos móveis e sem fios, sistemas, aplicações baseadas na *web*, redes P2P, agentes, arquiteturas de *software* específicas, protocolos de comunicação, entre outros.

3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA NAS EMPRESAS

As subseções a seguir abordam a manutenção preventiva e todas as suas fases, considerando suas particularidades, características e benefícios.

3.1 Conceituação

Nos dias atuais as empresas ou organizações tendem a buscar a qualidade total dos produtos. Para isso as áreas fabris devem estar disponíveis e a manutenção preventiva dos equipamentos se torna imprescindível. “A manutenção é uma função integrada no ciclo de fabricação da empresa” (KELLY e HARRIS, 1987, p.34).

Segundo Leite (2013), a manutenção preventiva (MP) significa o cuidado e manutenção por pessoal com a finalidade de manter o equipamento em condições de funcionamento satisfatório, prevendo inspeção sistemática, a detecção e correção de falhas incipientes, quer antes que eles ocorram ou antes que se tornem grandes defeitos.

Conforme Souza (2015), a manutenção preventiva tende a seguir as orientações de planejamento, de tempos em tempos para evitar equipamento de desagregação.

Quanto ao trabalho realizado no equipamento para evitar sua avaria ou mau funcionamento, segundo Green (2000) trata-se de uma ação regular e rotineira sobre os equipamentos. A manutenção preventiva, na visão de Flores (2010), é a manutenção que inclui testes, medições, ajustes, substituição de peças e de limpeza, realizados especificamente para prevenir falhas que porventura ocorram.

A manutenção preventiva na fábrica é a parte integral nos processos de fabricação de produtos, sendo de extrema importância e nunca deve ser desprezada, pois este departamento garante a qualidade do produto fabricado e aumenta a disponibilidade do funcionamento dos equipamentos, sempre interligado, sob a ótica de Mirshawka (2014), a entrega dos produtos agregados. A manutenção preventiva se tornou tão importante que atualmente se torna parte da estratégia organizacional da empresa:

Hoje a função da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e preservação ao meio ambiente, com confiabilidade e custos adequados (PINTO, 2001, p.16).

“O método preventivo proporciona um determinado tipo de trabalho, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento das atividades” (GREEN, 2000). A manutenção preventiva auxilia na produção e a mesma se programa para a produção, de forma mais precisa e confiável.

A manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda do desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, buscando em intervalos distintos de tempo. É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou a instalação tão rápida quanto possível, mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada (PINTO, 2001).

O objetivo principal da manutenção é evitar ou mitigar as consequências da falha do equipamento. Isso pode ser através da prevenção da falha antes que ela realmente ocorra. É projetada para preservar e restaurar a confiança do equipamento, substituindo componentes desgastados antes que falhem realmente. “As atividades de manutenção preventiva incluem revisões parciais ou completas em períodos especificados, mudanças de óleo, lubrificação, ajustes menores e assim por diante” (MIRSHAWKA, 2014).

Além disso, os trabalhadores podem registrar a deterioração do equipamento para que eles saibam como substituir ou reparar as peças desgastadas antes que causem a falha do sistema. O programa de manutenção preventiva é, portanto, ideal para evitar a falha do equipamento antes que ela ocorra.

3.1.1 Aplicações adequadas e inadequadas

A MP se torna adequada e inadequada conforme observações de Locus et al. (2015); Flores (2010) e Leite (2013), expostas no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Ações adequadas e inadequadas

Ações Adequadas	Ações Inadequadas
<p>Os ativos adequados para a manutenção preventiva incluem aqueles que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Têm uma função operacional crítica - Têm modos de falha que podem ser evitados (e não aumentados) com manutenção regular - Têm uma probabilidade de falha que aumenta com o tempo ou uso 	<p>As aplicações inadequadas para manutenção preventiva incluem aquelas que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Têm falhas aleatórias que não estão relacionadas com a manutenção (como placas de circuito) - Não cumprem uma função crítica

Fonte: O autor, 2017.

O planejamento é a maior vantagem da manutenção preventiva em relação a estratégias menos complexas. A manutenção não planejada e reativa tem muitos custos gerais que podem ser evitados durante o processo de planejamento. Conforme Leite (2013), o custo de manutenção não planejada inclui perda de produção, custos mais altos para peças e frete, assim como tempo perdido respondendo a emergências e diagnosticando falhas enquanto o equipamento não está funcionando.

“A manutenção não planejada normalmente custa de três a nove vezes mais do que a manutenção planejada” (SOUZA, 2015). Quando a manutenção é planejada, cada um desses custos pode ser reduzido. O equipamento pode ser desligado para coincidir com o tempo de inatividade da produção. “Antes do desligamento, todas as peças, suprimentos e pessoal necessários podem ser reunidos para minimizar o tempo necessário para uma reparação” (FLORES, 2010). Estas medidas diminuem o custo total da manutenção. A segurança também é melhorada porque o equipamento se divide menos frequentemente do que em estratégias menos complexas.

A manutenção preventiva não requer monitoramento baseado em condições. Isso elimina a necessidade (e o custo) de conduzir e interpretar dados de monitoramento de condições e agir sobre os resultados dessa interpretação. “Ele também elimina a necessidade de possuir e usar equipamentos de monitoramento de condições” (LEITE, 2013).

Ao contrário da manutenção reativa, Flores (2010) afirma que a manutenção preventiva requer planejamento de manutenção. Isso requer um investimento em tempo e recursos que não é necessário com estratégias de manutenção menos complexas. A manutenção pode ocorrer com muita frequência com uma estratégia preventiva de manutenção. A menos que, e até que as frequências de manutenção sejam otimizadas para uma manutenção mínima, ocorrerá muita ou pouca manutenção preventiva.

Conforme Locus et al. (2015) a frequência de manutenção preventiva é mais provável que seja muito alta. Esta frequência pode ser reduzida sem sacrificar a confiabilidade no monitoramento de condição e análise que é usado. A diminuição da frequência de manutenção é compensada pelos custos adicionais associados à realização da monitorização da condição.

3.2 Programa De Manutenção Preventiva

A manutenção deve ser programada com base em um tempo de uso ou gatilho. Um exemplo típico de um recurso com um cronograma de manutenção preventiva com base no tempo é um ar-condicionado que é atendido todos os anos, antes do verão. “Um exemplo típico de um ativo com uma programação de manutenção preventiva baseada em uso é um veículo a motor que pode ser agendado para o serviço a cada 10.000 km” (SOUZA, 2015).

A manutenção preventiva é mais complexa para coordenar do que tratar até a falha de manutenção porque o programa de manutenção deve ser planejado. “A manutenção preventiva é menos complexa para coordenar a manutenção preditiva porque estratégias de monitoramento não tem que ser planejadas nem os resultados interpretados” (GREEN, 2000).

A maioria dos programas de MP foi criada há muitos anos. Cada departamento em uma planta desenvolve seu próprio programa isoladamente. Por exemplo, uma fábrica montou um programa MP abrangendo equipamentos mecânicos, então outro programa foi criado para equipamentos elétricos e outro para cobrir sistemas de automação e controle. Um fornecedor de lubrificantes adicionou rotas de lubrificação e, além disso, outras atividades de MP, como Análise de Vibrações e Inspeções de Operadores, foram adicionadas a todas as outras tarefas MP.

Não é raro encontrar também que muitas antigas tarefas de Gestão de Tempo Fixadas, tais como revisões programadas e substituições, ainda estejam sendo feitas em uma base anual. Essas tarefas são muitas vezes impulsionadas pela disponibilidade de tempo e manutenção de pessoas em vez da verdadeira validade da tarefa.

Em algumas indústrias pode haver um período sazonal. Nestes casos, as pessoas de manutenção estão então mais disponíveis e alguns equipamentos estão em marcha lenta, para manter as pessoas ocupadas, alguns equipamentos são revisados e alguns componentes são substituídos. As decisões para fazer essas tarefas são frequentemente baseadas em crenças e não em fatos.

Isto apresenta uma boa oportunidade para perguntar se a expectativa de vida dos componentes em questão é previsível ou conhecida e se existe um método disponível para fazer inspeções enquanto o equipamento estiver operando. Se a condição de um componente pode ser medida enquanto uma linha de produção está operando, então a

condição do componente determinará que ação corretiva podemos tomar para evitar uma quebra. Se isso for feito, opta-se por fazer Manutenção Baseada em Condição (MBC).

Assim, sendo, cabe ressaltar que uma organização que busque mais resultados e tenha visão, em casos evidentes, vai encontrar as falhas antes que se tornem um problema. Elas usarão o tempo de aviso que obtiveram ao encontrar falhas no início do planejamento e, em seguida, agendar uma ação corretiva e executar essa ação antes que ocorra a quebra. Ao fazer isso, a empresa começa a otimizar a vida útil de um componente. Se uma empresa pode estimar o tempo do processo então ela pode usar esta informação como um guia para decidir a frequência de inspeção. A frequência de inspeção deve ser não inferior ao processo dividido por dois.

Empresas preventivas estão gastando um tempo considerável, não só para encontrar falhas e planejar e programar suas correções, mas também para encontrar a origem das falhas e, em seguida, projetar para fora aquelas falhas. Quando isso ocorre a organização está evoluindo para uma organização de manutenção preventiva e de aprendizagem.

Se uma falha se desenvolve em um período de tempo muito curto, o que é típico para os modos de falha de componentes eletrônicos, então não há tempo, ou ele é muito curto, para descobrir uma condição de deterioração. O monitoramento da condição, portanto, não é uma opção.

Neste caso, pode-se perguntar se o modo de falha tem uma distribuição aleatória ou regular no tempo. Se o modo de falha é aleatório, e o tempo de monitoramento da condição (TMC) é muito curto, então é um desperdício de tempo fazer inspeções do componente.

Se o modo de falha tiver uma distribuição regular, ou previsível no tempo, então a empresa pode considerar a Manutenção do Tempo Fixo (MTF), como revisões ou substituições em uma base regular. É interessante que nesse caso a empresa analise todas as suas atividades TMC e pergunte se eles não podem ser movidos para MBC e se as suas frequências estão certas. Conforme Souza (2015) não mais de 5 a 10% de todos os modos de falha têm uma distribuição regular no tempo.

Por essa razão, a escolha por ser uma organização preventiva em termos de manutenção, passa a ser fundamental. Considerando que a manutenção preventiva fará com que a empresa invista menos tempo e menos dinheiro em solução de problemas.

3.3 Planejamento E Manutenção Preventiva

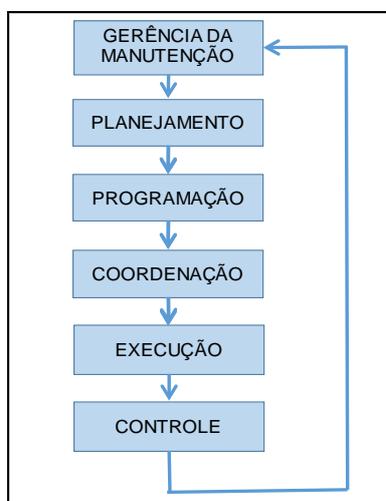
O planejamento tem como objetivo fundamental estabelecer uma sistemática para a realização da manutenção preventiva dos equipamentos, de modo a assegurar o bom funcionamento e a preservação dos equipamentos.

“O planejador deve ser participativo no chão de fábrica para coletar dados e para alimentar o *software* de programação de ordens de serviço. Devem programar no sistema e viabilizar junto ao departamento de Programação e Controle da Produção (PCP) a melhor forma de programação preventiva dos equipamentos” (MIRSHAWKA, 2014).

A gerência também tem papel fundamental, pois é responsável pela coordenação, execução e monitoramento das atividades de manutenção preventivas. O fluxograma representado na figura 1 indica como se dá atuação do planejamento de manutenção, considerando-se que a maioria dos serviços é originada dos planos de inspeção, manutenção preditiva e cuja responsabilidade é da gerência da manutenção.

Considerando essa explanação sobre a manutenção preventiva, dando ênfase ao planejamento das atividades, é relevante destacar que: “A manutenção preventiva é aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação de um item” (NBR, 1994, p. 25). Deste modo, ressalta-se que a MP se dá a partir do momento em que o programador de manutenção gera semanalmente o programa.

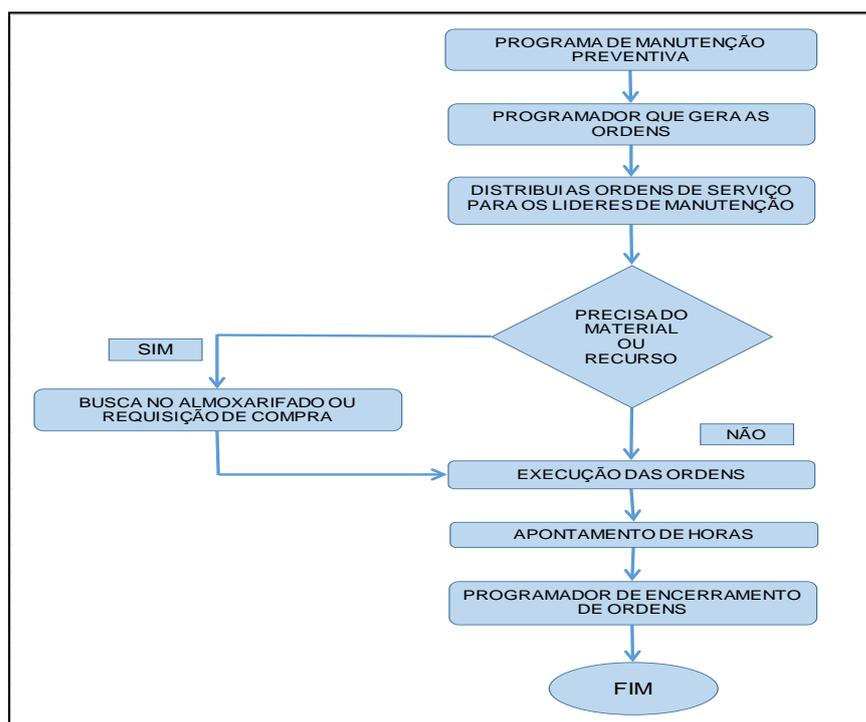
Figura 1 – Fluxograma da Gerência da Manutenção



Fonte: MIRSHAWKA, 2014.

Assim o fluxo de manutenção apresentado na Figura 2 tem este modelo padrão para o atendimento ao plano ou programa de manutenção preventiva. Esse tipo de manutenção preventiva é a fase inicial da manutenção planejada e segue um padrão anteriormente esquematizado, estabelecendo paradas periódicas com o fim de permitir a execução dos reparos programados, assegurando, dessa forma, o funcionamento perfeito da máquina por um tempo determinado.

Figura 2 – Fluxograma



Fonte: MIRSHAWKA, 2014.

Em um departamento de manutenção, o planejamento deve ter todo o apoio do pessoal de execução trazendo informações sobre condições de equipamentos bem como a solicitação de programação de serviços em emergência.

Usando assim de ferramentas da qualidade e interagindo com as áreas de execução, inspeção e liderança para alcançar as metas estipuladas nos indicadores de disponibilidade. Cabe lembrar que, para algumas atividades que requerem mais tempo, é necessária uma programação geralmente quando a produção abaixa que isto ocorre geralmente no final de ano. Sendo assim, já previamente se aprovisiona os materiais de manutenção bem como ferramentas e sobressalentes.

O planejamento é a maior vantagem da manutenção preventiva em relação a estratégias menos complexas. Manutenção não planejada e reativa tem muitos custos gerais que podem ser evitados durante o processo de planejamento.

“O custo de manutenção não planejada inclui perda de produção, custos mais altos para peças e frete, assim como tempo perdido respondendo a emergências e diagnosticando falhas enquanto o equipamento não está funcionando” (MIRSHAWKA, 2014, p. 31).

“A manutenção não planejada normalmente custa de três a nove vezes mais do que a manutenção planejada” (HALL, 2012, p. 19). Quando a manutenção é planejada, cada um desses custos pode ser reduzido. O equipamento pode ser desligado para coincidir com o tempo de inatividade da produção. Antes do desligamento, todas as peças, suprimentos e pessoal necessários podem ser reunidos para minimizar o tempo necessário para uma reparação. Estas medidas diminuem o custo total da manutenção. A segurança também é melhorada porque o equipamento quebra menos frequentemente do que em estratégias menos complexas.

Como vantagem pode-se destacar que a manutenção preventiva não requer monitoramento baseado em condições. Isso elimina a necessidade (e o custo) de conduzir e interpretar dados de monitoramento de condições e agir sobre os resultados dessa interpretação. “Ele também elimina a necessidade de possuir e usar equipamento de monitoramento de condição” (HALL, 2012, p. 21).

Já como desvantagem pode-se destacar que ao contrário da manutenção reativa, a manutenção preventiva requer planejamento de manutenção. Isso requer um investimento em tempo e recursos que não é necessário com estratégias de manutenção menos complexas. A manutenção pode ocorrer com muita frequência com uma estratégia preventiva de manutenção. “A menos que, (e até que) as frequências de manutenção sejam otimizadas para uma manutenção mínima, ocorrerá muita (ou pouca) manutenção preventiva”. (HALL, 2012, p. 23).

3.4 Manutenção Preventiva Em Sistemas E-Manutenção

Uma parte muito importante de uma relação custo-benefício da manutenção preventiva é o que Danete (2010) chama de atividade baseada em rota. Estas são as atividades que são mais fáceis de fazer e administrar, se forem apresentadas em uma lista.

Esta lista pode ser apresentada em formato eletrônico ou em papel e inclui atividades como lubrificação e inspeções por artesãos de manutenção e operadores de equipamentos.

Há duas coisas importantes com relação a essas atividades básicas de manutenção preventiva: “Com o retorno muito bom sobre o investimento (ROI) que a empresa obtém a partir desses programas, é muito difícil compreender porque muitas plantas não têm esses programas ou executa-os muito mal” (MENDONÇA, 2010, p. 24).

“Todos os principais sistemas informatizados de gerenciamento de manutenção (SGM) não têm a capacidade de administrar essas rotas de maneira eficiente” (LEÃO, 2012).

A manutenção preventiva tem como característica o monitoramento das condições de equipamento por parâmetros mensuráveis, por meio de um acompanhamento sistemático conforme critérios pré-estabelecidos. Para Nepomuceno (1999), esta política define quais são os parâmetros que devem ser selecionados em cada equipamento, em função das informações que podem ser geradas pela alteração de parâmetros do estado mecânico de cada componente.

A manutenção preventiva é aceitável quando a falha onera em grandes custos e as despesas são menores que os reparos e custos da perda de produção. Ela permite a otimização da troca de componentes, pois permite prever quando a peça está próxima do seu limite de vida. Acaba evitando desmontagens para inspeção e trocas, maximizando a vida útil dos equipamentos (VIANA, 2012, p. 32).

A manutenção preventiva, segundo Carvalho (2010), consiste na redução de falhas ou queda do desempenho do equipamento, através de um planejamento que contempla datas específicas e em períodos pré-estabelecidos de tempo, assegurando a continuidade do funcionamento do equipamento, parando apenas em consertos programados e facilitando o cumprimento de programas de produção. Conforme Viana (2012), esse tipo de manutenção pode reduzir as paradas ocasionadas por quebra de equipamento, proporcionando maior controle sobre a produtividade.

3.4.1 Retorno do investimento

Locus et al (2015) para descobrir o retorno do investimento, quando se trata da implantação de um programa de manutenção preventiva, baseado em e-tecnologia, realizou

uma análise de redução de custos como uma ferramenta para medir o retorno do investimento (ROI) de programas de atividades baseados em rotas. No último ano da pesquisa (em 2014), os autores verificaram que o ROI estava entre 5 a 10 vezes o investimento inicial e, em seguida, 10 a 30 vezes o custo para executar o programa.

Locus et al (2015) destacam que mesmo que um bom ROI possa ser verificado, o programa de inspeção é muito pobre na maioria das plantas e, se existir, não é executado com a maior prioridade.

3.4.2 Sistemas Informatizados de Gerenciamento de Manutenção (SIGM)

Todos os fornecedores de SIGM entrevistados por Loren e Rolf (2013) destacaram que seus sistemas podem produzir listas de inspeção para suportar rotas de inspeção. Deve-se entender, no entanto, que no mundo do computador a resposta é sempre: "Sim, nosso sistema pode fazer isso". Nunca é "não" (LOREN; ROLF, 2013).

O dilema é que o provedor não pensa em termos de atividades baseadas em rotas. Seus sistemas são orientados por ordens de serviço. Se cada inspeção recebe um número de ordem de serviço, então é possível fazer as inspeções em uma rota documentada com mais de 250 ordens de serviço. Em primeiro lugar, isso é impraticável para a pessoa que faz as inspeções, e, em segundo lugar, vai exigir muito tempo para alguém fechar todas as ordens de trabalho.

Outra forma similar destacadas pelos autores, executada em uma ordem de trabalho gerada pelo sistema é dar a cada rota um número de ordem de serviço e descrever cada inspeção em uma ordem de serviço secundária. Porém, isso ainda cria complicações e aumenta o tempo administrativo.

Um terceiro exemplo, dado pelos autores, está direcionado em como algumas plantas tentam documentar e administrar atividades baseadas em rotas e dar a cada rota um número de ordem de serviço tendo a rota documentada em uma planilha. Mais uma vez, o dilema é que “este método não irá suportar rotas eficazes e torná-lo-á mais pesado do que o necessário para alterar o conteúdo das inspeções, transferir tarefas para os operadores, alterar as frequências, mesclar inspeções mecânicas e elétricas e assim por diante” (LOREN; ROLF, 2013).

Todas essas atividades são frequentemente feitas se a empresa tiver um bom sistema de manutenção preventiva implementado. A solução é, portanto, ter um sistema autônomo para atividades baseadas em rotas. Mesmo em um momento em que parece que

todas as atividades devem ser integradas em um sistema de toda a empresa que abrange tudo, as melhores soluções ainda podem ser sistemas autônomos. Há poucas coisas - se houver alguma - em um sistema baseado em rotas que precisam ser ligadas a outras atividades. Portanto, a empresa pode muito bem comprar um sistema autônomo para esta atividade. Um sistema de usuário único que pode fazer isso bem não é caro. Os requisitos mínimos para um bom sistema baseado em rotas, na opinião de Bineck (2009), devem permitir que a empresa:

Veja todas as atividades de manutenção preventiva programadas por identificação de equipamento em um documento. Mude uma atividade de um ofício para outro em segundos. (Por exemplo, movendo uma inspeção mecânica para uma inspeção do operador).
Alterar uma frequência em segundos. Alterar uma atividade padrão em minutos. (Por exemplo, mudar a inspeção padrão de engrenagens para um novo método de inspeção) (BINECK, 2009, p. 37).

O sistema deve oferecer condições de gerenciamento de processos de modo eficiente, com rapidez e facilidade operacional. Bineck (2009) também descreve em seu estudo a relevância de uma empresa ter programas de inspeção considerando processos de e-tecnologia, para manutenção preventiva. Sendo que:

Se a empresa tiver um bom programa de inspeção implementado, ela deve reconhecer os seguintes indicadores:
Todas as horas para atividades de manutenção preventiva de lubrificação, mecânica, elétrica e instrumentação são de 6% a 12% do total de horas de manutenção. A maioria dos trabalhos nas programações de encerramento e semanais e diários é o resultado da detecção precoce de problemas das inspeções de manutenção preventiva. Não há duplicações desnecessárias de atividades de manutenção preventiva entre mecânica, elétrica, lubrificação, operadores, e assim por diante. O conteúdo do programa de manutenção preventiva é correto e realmente executa 100% das atividades de manutenção preventiva programadas.
O nível médio de vibração diminui continuamente (BINECK, 2009, p. 17).

Conforme Levi (2010) se o programa de manutenção preventiva não tem o conteúdo certo, não está gerando os resultados desejados. Se o programa não foi completamente atualizado nos últimos cinco anos, provavelmente contém, não só muita M, mas também as atividades erradas. Um bom programa MP tem 90 % (ou mais) de todas as atividades de MP realizadas como inspeções enquanto o equipamento está funcionando e menos de 10% são atividades de MP que exigem tempo de inatividade a ser feito.

Exemplos clássicos de MP errado e excessivo, são atividades de Manutenção Preventiva em unidades e acoplamentos V-Belt e muitos outros componentes com protetores de segurança. Muitos programas MP sugerem que esses componentes são inspecionados semanalmente por Técnicos de manutenção e cada turno pelos operadores (SILVA, 2011, p. 43).

Além disso, uma MP encerrado também é feito a cada seis meses. O fato é que a maioria dos inspetores são projetados de tal forma que os componentes não podem ser inspecionados enquanto o equipamento está operando e não faz sentido inspecionar algo que não pode ser visto.

Muitos desses equipamentos são grandes e pesados, por isso dois indivíduos podem levar várias horas para fazer as inspeções e substituir os equipamentos durante uma parada. Pior ainda, “se eles iriam encontrar um problema no componente durante esta inspeção e este problema tem que ser corrigido antes de iniciar, então isso poderia levar a um tempo prolongado com máquinas e mão de obra parados” (MENDONÇA, 2010, p. 13).

Se os equipamentos forem projetados da maneira correta, a única MP a ser feita deve ser inspeção no decorrer do processo produtivo. Em um programa de inspeção com base em rota, cada uma dessas inspeções leva uma média de cerca de três minutos, incluindo o tempo de caminhada. “Se um problema for encontrado durante essas inspeções, uma ação de manutenção corretiva planejada e agendada será feita quando a próxima oportunidade de o fazer se apresentar” (DA SILVA, 2009).

Para decidir sobre a posição e opção correta nesse fim, Berneck (2008) destaca que o profissional precisa entender três coisas:

- 1 A consequência de uma quebra do componente.
- 2 Como uma falha pode ser detectada.
- 3 Quanto tempo antes de uma falha do componente pode ser detectada (BERNECK, 2008).

3.4.5 Consequência de uma quebra

Conforme Leão (2012), a ruptura é definida como o ponto no tempo quando uma função de componentes cessa. A consequência de uma quebra pode ser priorizada nos seguintes grupos:

- a) Danos pessoais ou ambientais.

- b) Custos elevados para perdas de produção ou manutenção para corrigir a quebra.
- c) Preservação do valor.

Locus et al (2015) evidenciaram através do estudo por eles realizado que a seguinte abordagem é eficiente para avaliar a criticidade:

- Pergunte a si mesmo o que vai acontecer se este equipamento quebrar - Para 90% dos equipamentos, a resposta é dada pela leitura da placa de identificação do equipamento e pela compreensão do processo. Se houver um equipamento de reposição. Com que rapidez este equipamento de reposição pode ser iniciado, etc.
- Deve-se montar o MP certo para cada componente (acoplamento, válvula, refrigerador etc.) do equipamento. (Por exemplo, sistema hidráulico) (LOCUS et al, 2015, p. 21).

Quando a empresa seleciona o procedimento MP correto, é necessário documentar este procedimento. É importante que o gestor de manutenção decida sobre o formato para este documento, porque ele deve ser usado para a formação de pessoas e para melhorar o procedimento escolhido no futuro. Conforme Mendonça (2010), esses são os métodos básicos de inspeção, não métodos de manutenção preditiva, como análise de vibração, análise de partículas de desgaste, etc.

De acordo com Locus et al (2015), no mínimo o gestor de manutenção precisa incluir o que, como, e, especialmente, por que uma inspeção deve ser realizada. Danete (2010) lembra que demora algum tempo para desenvolver os documentos padrão de monitoramento de condições, mas que se o gestor tiver feito um, como um acoplamento, este documento será reutilizado para todos os outros acoplamentos desse tipo. As frequências e outros valores exclusivos do componente individual serão descritos na lista de rotas.

Silva (2011) destaca que o desenvolvimento de documentos é um bom treinamento para ensinar os futuros inspetores de MP a documentar tantos procedimentos de monitoramento quanto possível, e também promover a propriedade do sistema.

Souza (2015), nessa mesma perspectiva, destaca que os gestores não podem errar, acreditando que técnicos e operadores sabem como inspecionar componentes. Eles foram treinados para fazer reparos e solucionar problemas existentes. Muito poucos foram treinados para encontrar problemas nas inspeções antes que eles realmente se tornem problemas. Por essa razão, Leão (2012) destaca que grande parte desse treinamento é um processo de pensamento, ou seja, é preciso ensinar as pessoas a pensar em inspeções em termos de antecipar problemas latentes.

4 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

Esse capítulo trata de sistemas de Gerenciamento de Manutenção, seu funcionamento, particularidades e vantagens para as organizações.

4.1 Conceito

SGMC significa "sistema de gerenciamento de manutenção computadorizada". Um SGMC “é um *software* que ajuda as equipes de manutenção a manter um registro de todos os ativos de que são responsáveis, agendar e acompanhar as tarefas de manutenção e manter um registro histórico do trabalho realizado”. (SOUZA, 2015, p. 53).

As principais funções de um SGMC são:

- a) Rastreamento de Ordens de trabalho - Gerentes de manutenção podem selecionar “o equipamento com um problema, descrever o problema e atribuir um técnico específico para fazer o trabalho. Quando a máquina é fixa, o técnico marca a ordem de trabalho "completa" e o gerente recebe a notificação de que o trabalho é feito”. (FLORES, 2010, p. 12).
- b) Agendamento de Tarefas - Como uma equipe começa a agendar manutenção preventiva eles precisam de um calendário de trabalho confiável. Sistemas SGMC são especialmente “bons em agendamento de trabalho recorrente e enviar lembretes para as pessoas certas. A programação organizada ajuda a equilibrar a carga de trabalho de uma equipe de manutenção, garantindo que as tarefas não sejam esquecidas. (LEITE, 2013, p. 34).
- c) Pedido de trabalho Externo - Equipes de manutenção muitas vezes têm de ter um pedido de trabalho de pessoas fora da equipe. Isso pode ser um pedido de um operador de linha de montagem que está ouvindo um ruído estranho de uma broca ou um inquilino em um prédio que está solicitando reparos de chuveiro. “O SGMC é um local central para registrar essas solicitações e acompanhar sua conclusão”. (SOUZA, 2015, p. 10).
- d) Gravar Histórico de Ativos - Muitas equipes de manutenção têm de cuidar de ativos que tem 10, 20, até 30 anos. Estas máquinas têm uma longa história de reparos. Quando surge um problema, é sempre útil ver como este problema foi resolvido da

última vez. “Nos sistemas SGMC, quando os reparos são feitos, eles são registrados no registro de histórico da máquina e podem ser vistos novamente pelos trabalhadores” (LOCUS et al., 2015, p. 28).

- e) Gerenciamento de Inventário - Equipes de manutenção têm de armazenar e gerenciar um monte de inventário que incluem coisas como peças sobressalentes para máquinas e suprimentos como óleo e graxa. Os sistemas SGMC permitem que a equipe veja quantos itens estão armazenados, quantos foram usados em reparos e quando novos precisam ser solicitados. “A gestão de inventário ajuda a controlar os custos relacionados com o inventário” (FLORES, 2010, p. 32).
- f) Auditoria e Certificação - Muitos sistemas SGMC mantêm um registro imutável de cada ação. Portanto, o histórico de manutenção de um ativo pode ser auditado. Isso é útil em caso de acidente ou reivindicação de seguro - um inspetor pode verificar se a manutenção adequada foi concluída em uma máquina. “Sistemas SGMC também podem manter dados em um sistema centralizado, o que ajuda a manter uma versão da verdade para a certificação” (LOCUS et al., 2015, p. 83).

O *software* de manutenção é usado pelos gerentes de manutenção para auxiliá-los na gestão de suas atividades de manutenção. Alguns *softwares* são muito básicos, como *software* de ordem de trabalho - usado para receber pedidos de trabalho e gerenciar reparos, ou mais complexo, como um CMMS (*Computerized Maintenance Management Software*), que é usado para documentar e gerenciar todos os aspectos das operações de manutenção.

Segundo Green (2000) o CMMS é uma valiosa ferramenta de gerenciamento de manutenção que ajuda a manter o funcionamento dos equipamentos, permitindo manter um ambiente de trabalho seguro e compatível, ajudando a controlar os custos e gerenciar recursos de forma eficaz.

4.2 Manutenção Corretiva

A manutenção não planejada também é conhecida como: manutenção reativa, manutenção corretiva ou manutenção de falha.

Conforme Beliches (2000), a manutenção não planejada ocorre em qualquer plano de manutenção de ativos e, infelizmente, é inevitável. Um exemplo comum deste tipo de manutenção (e o inconveniente que pode causar) é ter o carro quebrado no lado da estrada

e ter que esperar por um mecânico para vir para repará-lo. Segundo Flores (2010) o gatilho para este tipo de manutenção é um gatilho de avaria.

“Como esse tipo de manutenção é imprevisível e não programado, este método de realizar atividades de manutenção é altamente ineficiente” (SOUZA, 2015, 27). O tempo precisa ser gasto para investigar e determinar o problema, bem como determinar um plano de manutenção para obter o equipamento fixo rapidamente. É também provável que o tempo passe à espera de peças, suprimentos ou outro pessoal para concluir a tarefa de manutenção.

Este tipo de manutenção também pode ser muito caro. Os custos adicionais incluem o “tempo gasto em espera, os custos de prêmio que podem ser gastos em encomendas e remessas rápidas e os possíveis pagamentos de horas extras que podem ser necessários para pessoal adicional ou especializado necessário para concluir a tarefa” (FLORES, 2010, p. 46). Além disso, como é provável que a operação de outras partes da instalação seja negativamente impactada pela quebra da máquina que precisa de ser reparada, os custos de produção perdida também devem ser tidos em conta no custo deste tipo de manutenção.

Se nenhum planejamento de manutenção for realizado, este estilo de manutenção se tornará o estilo de manutenção padrão. “Isso ocorre porque os estilos de manutenção planejados e preditivos descritos mais tarde precisam de um investimento no planejamento antes de serem utilizados com êxito” (SOUZA, 2015, p. 31).

Embora exista a crença de que este tipo de manutenção deve ser evitado nas estratégias de manutenção planejadas, tais como a manutenção preventiva, é inevitável que, em algum momento, uma máquina seja quebrada e uma manutenção não planejada deste tipo será necessária. Isso implica todos os custos adicionais associados a este tipo de manutenção, que é aplicada ao equipamento após a ocorrência de falha, sendo voltada para a correção de falhas resultantes de defeito ou desgaste de um ou mais componentes do equipamento.

Segundo Mirshawka e Olmedo (1993) a manutenção corretiva é conduzida quando o equipamento falha ou cai abaixo de uma condição aceitável de operação ou desempenho. A manutenção corretiva ocorre de forma não planejada, conseqüentemente ocasionando falhas inesperadas, uma vez que não há acompanhamento do estado dos equipamentos, a tendência que ocorra defeitos imprevisíveis é enorme.

4.3 Manutenção Planejada

“A manutenção planejada como o nome já insinua é planejada, documentada e programada para ser concluída antes que ocorra uma avaria. Isso é diferente da manutenção não planejada” (SOUZA, 2015, p. 26). O processo de planejamento da manutenção torna as tarefas mais eficientes e elimina o efeito da manutenção nas operações da instalação.

A manutenção pode ser planejada e agendada (como obter seus serviços de carro a cada seis meses), ou planejada e não programada (como planejar substituir uma lâmpada sempre que parar de funcionar). As atividades planejadas de manutenção são planejadas com relação às tarefas de manutenção e ao seu tempo. Todos os gatilhos para manutenção programada são usados como gatilhos para este tipo de manutenção. Estes são incluir tempo, uso, evento e condição gatilhos baseados.

Sendo planejados, os requisitos de recursos são conhecidos e podem ser disponibilizados antecipadamente. Sendo programado, um tempo para a manutenção também é conhecido. Quando isso é combinado com o planejamento de recursos, os recursos podem ser pré-arranjados para que eles estejam prontos para ir assim que o trabalho pode começar.

A manutenção pode ser programada com prazos de entrega curtos e longos. Alguma manutenção programada pode ser planejada anos de antecedência, como seria o caso de um cronograma de manutenção anual, como um para substituir filtros de ar-condicionado todos os anos antes do verão. Outras manutenções programadas podem ter prazos de entrega mais curtos. Estes podem ser como resultado de horários baseados em uso (FLORES, 2010, p. 10).

Como resultado, as peças e suprimentos podem estar prontos para funcionar e outros equipamentos que podem tornar o local de trabalho inseguro podem ser desligados com segurança. Consequentemente, uma tarefa de manutenção planejada pode ser feita mais rapidamente com o equipamento voltando para a produção mais rápida, também.

4.3.1 Manutenção planejada, mas não programada (*run-to-failure*)

A manutenção planejada, mas não programada, ocorre em situações em que o plano de manutenção de um ativo deve aguardar a quebra antes de realizar a manutenção. Um exemplo comum é a espera de uma lâmpada para soprar antes de substituí-la.

Com este estilo de manutenção o processo para realizar a manutenção é planejado sem saber quando ocorrerá. Os recursos, bem como as peças e os suprimentos e pessoal estão prontos para uso, assegurando a reparação no prazo estabelecido (LEITE, 2013).

“Este tipo de manutenção pode ser eficiente para um técnico quando a manutenção tem um baixo impacto na produção” (SOUZA, 2015, p. 28). Isso significa que nenhum recurso de manutenção extra é desperdiçado em uma peça que pode ser substituída de acordo com as necessidades.

4.4 Ações Básicas De Manutenção

Quando os gatilhos de manutenção ocorrem, indicam que a manutenção deve ser realizada em um nível operacional. Os gatilhos de manutenção são usados para alertar um técnico de que a manutenção é necessária.

“Quando os gatilhos de manutenção são recebidos, os requisitos operacionais para a manutenção podem ser planejados, executados e registrados usando um GMAO”. (LOCUS et al., 2105). Há cinco principais gatilhos de manutenção:

- a) Disjuntor: “Os gatilhos de manutenção de avaria são iniciados quando uma peça de equipamento quebra em um estado inutilizável. Com estes gatilhos de manutenção, a manutenção é necessária para que o equipamento volte a funcionar” (SILVEIRA, 2009, p. 15). “Um gatilho de avaria é o único gatilho de manutenção usado quando uma estratégia de manutenção não foi projetada em nível tático ou estratégico” (BELICHES, 2000, p. 26). Se o plano de manutenção para o equipamento tiver sido designado como uma estratégia de execução para falha, um disparador de avaria é o único disparador que é utilizado para a manutenção da máquina. Nesse caso, a manutenção, embora não programada, permanece a manutenção planejada. Quando o equipamento tem uma estratégia preventiva de manutenção, um gatilho de avaria inicia a manutenção que tanto é não planejada quanto não programada.

- b) Acionador de tempo: O tempo é usado frequentemente como um gatilho para atividades de manutenção. “Com um disparador de tempo, a manutenção é acionada sempre que o calendário rola para uma data pré-especificada”. (SOUZA, 2015, p. 54). Como o calendário é tão facilmente previsto, o tempo é o menor gatilho complexo para agendar a manutenção planejada. O tempo pode ser usado como um disparador em muitas maneiras. Pode ser usado para desencadear a manutenção em intervalos regulares, a cada 6 semanas, por exemplo. Ele também pode ser usado para desencadear manutenção com base nas estações do ano, como "mudar filtros de ar condicionado antes do verão".
- c) Um exemplo comum de um gatilho de uso para manutenção é o cronograma sugerido pelos fabricantes de automóveis. Por exemplo, um fabricante de automóveis pode sugerir manutenção a cada 10.000 km. Este tipo de manutenção é disparado através de dados de medidores gravados. Outros exemplos incluem uso baseado em horas de uso e número de ciclos de produção.
- d) Quando a manutenção precisa ocorrer devido a um evento externo, um disparador de evento pode ser usado. Por exemplo, em um edifício, uma série de tarefas de manutenção pode precisar ser acionada se inundações ocorreu no porão. Essas tarefas podem incluir verificações elétricas, limpeza e verificações da caldeira.
- e) Gatilho de condição: “Um gatilho de manutenção baseado em condição ocorre após o estado do equipamento ter sido avaliado e, conseqüentemente, determinado como insatisfatório para uso contínuo sem manutenção planejada”. (FLORES, 2010, p. 42). Várias técnicas podem ser usadas para avaliar a condição de uma máquina, que vão desde métodos baratos, tais como inspeção visual, até técnicas mais exigentes tecnicamente, como monitoramento de vibração e análise termográfica.

A condição é o gatilho mais complexo para a manutenção. “Isso ocorre porque os dados sobre a condição devem ser obtidos e interpretados” (FLORES, 2010, p. 23). Muitas vezes, o equipamento necessário para realizar o monitoramento de condições requer treinamento especializado e experiência para operar efetivamente. Após a análise dos dados, isso pode indicar que a manutenção é necessária. Se este for o caso, então este é um exemplo de um gatilho baseado em condição.

4.5 Planos De Manutenção Fixos Ou Flutuantes

A manutenção planejada refere-se a um trabalho agendado que é executado em um ativo específico em um intervalo de tempo específico para evitar o tempo de inatividade ou desagregações não programadas no futuro. O exemplo perfeito de manutenção programada é o serviço anual em seu carro. Paga-se a um mecânico para completar um conjunto específico de tarefas para garantir que o veículo continue a funcionar sem problemas. Ao substituir o óleo em seu motor, o serviço também reduz as chances do motor apreender, poupando-lhe dinheiro em longo prazo.

No entanto, como os seres humanos tendem a esquecer as coisas, muitas organizações usam uma rastreadora manutenção agendada para acompanhar de forma eficaz qualquer manutenção preventiva ou inspeções que ocorre em intervalos regulares. Um rastreador de manutenção agendada é um recurso padrão em muitos pacotes CMMS. Normalmente, o cronograma pode ser baseado em tempo, evento ou medidor.

- a) **Planos de manutenção fixos** – “Para um cronograma baseado em tempo (por exemplo, toda semana), um tipo de cronograma fixo significa que a manutenção preventiva ocorre como o cronograma determina, independentemente de quando o último PM foi concluído” (MENDONÇA, 2010, p. 21). Por exemplo, uma MP devida a cada semana no domingo é acionada todas as semanas no domingo, independentemente. As programações fixas ajudam você a planejar o trabalho com base na data de início do trabalho anterior. Intervalo de tempo fixo MPs são geralmente usados para conformidade regulatória. “O tipo de programação flutuante significa que o intervalo se move dependendo de quando a última MP que foi criada” (MENDONÇA, 2010, p. 15). O exemplo mais óbvio disso é o serviço anual em um carro. Se for empurrado por 2 meses, o próximo é programado 12 meses a partir desse ponto.

4.6 Estratégias De Manutenção

Abaixo estão descritas as estratégias de manutenção mais utilizadas, bem como os seus prós e contras e as situações em que são melhor aplicadas. Normalmente, vê-se as plantas que empregam a execução de falha (apenas corrigir após uma avaria) ou manutenção preventiva (em um cronograma predeterminado). No entanto, dependendo do

valor do ativo ou de sua criticidade nas operações da planta, pode-se ver essa estratégia escalada para manutenção preditiva ou mesmo baseada em RCM.

- a) **Manutenção de repartição** – Executar a manutenção de falha é uma estratégia aceitável para o equipamento que é de importância mínima para operações (raramente usados ou duplica a função de algum outro equipamento) ou tem baixo custo. “Os equipamentos designados como de funcionamento até a falha são fixados em caso de avaria (por reparação, restauração ou substituição de peças) até que seja mais viável simplesmente encomendar um equipamento de substituição” (MENDONÇA, 2010, p. 25).
- b) **Manutenção (programada) preventiva** – Esta estratégia é empregada pela maioria das empresas e quase todas as pequenas e médias empresas fazem uso exclusivo dela. “A manutenção preventiva consiste em ativos sendo desconectados, inspecionados em intervalos periódicos e predeterminados e reparados, se necessário”. (KELLY, 1994). Embora seja uma estratégia relativamente fácil de configurar e executar, pode revelar-se bastante dispendiosa em longo prazo, uma vez que a maioria das vezes essas inspeções são uma passagem direta.
- c) **Manutenção preditiva (MPd)** – MPd é uma abordagem baseada em condições de gestão de ativos. Tipicamente, o equipamento de monitoramento é ligado a um CMMS e gera ordens de trabalho com base em alguma leitura de medidor (PSI, análise de vibração, hora) coletados pelo dispositivo de monitoramento. Também pode ser mais simples do que isso, como a inspeção visual dos operadores sobre a qualidade ou a velocidade com que o equipamento está funcionando. A vantagem da manutenção preditiva (acima da PM) é o potencial de redução de custos com a redução das horas-homem dedicadas à manutenção e mais percepção quanto ao desempenho e possíveis problemas com a máquina: “Análise de vibração + inspeção visual dá mais insight do que inspeção visual sozinho” (DANETE, 2010, p. 52).
- d) **Manutenção centrada na confiabilidade (MCC)** – Emergindo da constatação de que a probabilidade de falha de equipamento não é linear, “a manutenção centrada na confiabilidade é um processo profundo e altamente envolvido que procura analisar todos os modos de falha possíveis para cada equipamento e personalizar uma estratégia de manutenção para cada máquina individual” (LEÃO, 2012, p. 35).

4.7 Manutenção Baseada Em Risco

A manutenção baseada em risco (MBR) prioriza os recursos de manutenção em relação aos ativos que apresentam maior risco se falharem. É uma metodologia para determinar o uso mais econômico dos recursos de manutenção. “Isso é feito de modo que o esforço de manutenção em uma instalação é otimizado para minimizar qualquer risco de falha” (LOPES-CAMPOS, 2010, p. 18).

Uma estratégia de manutenção baseada em risco baseia-se em duas fases principais, mencionadas por Lobo (2011):

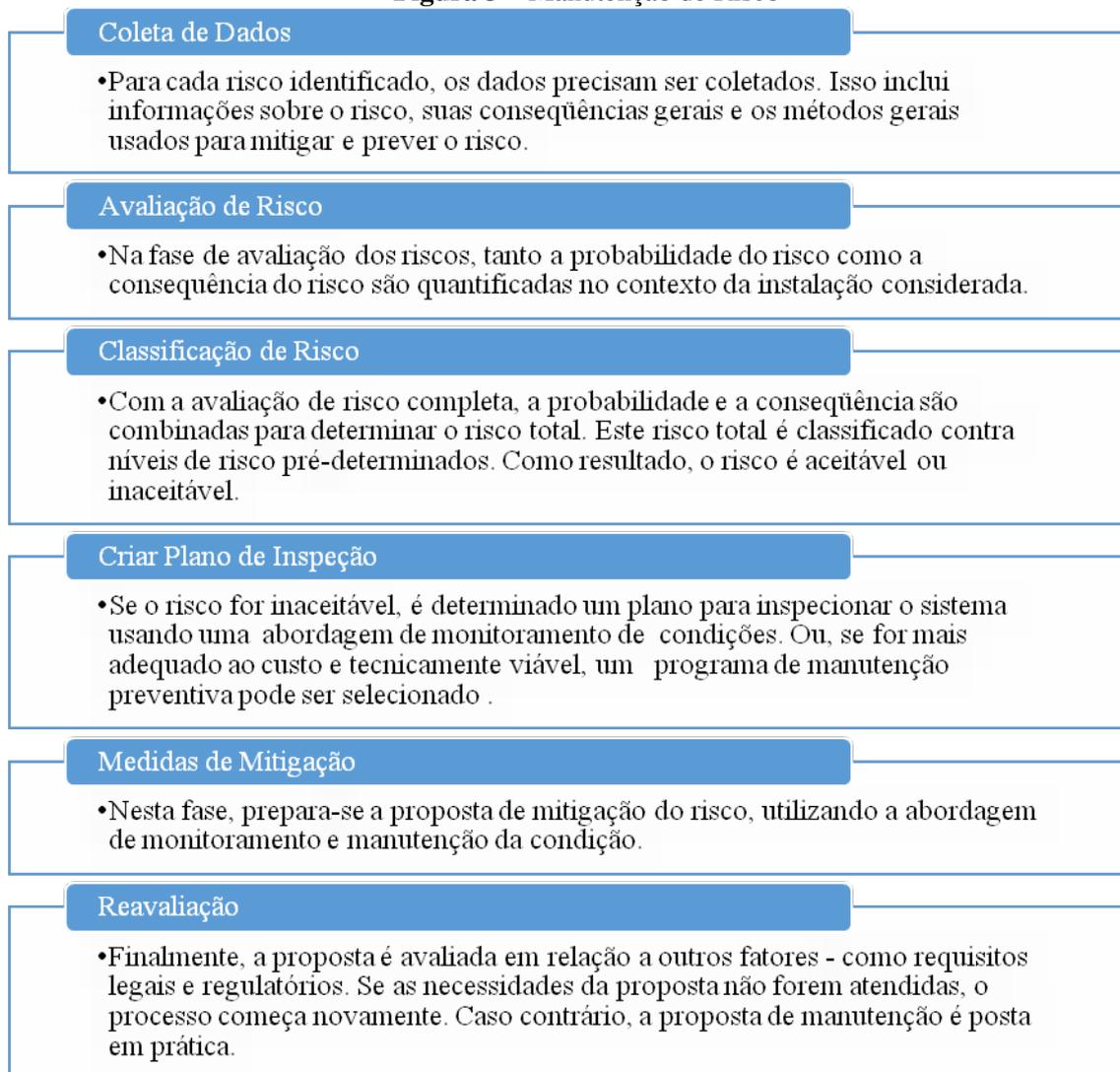
- Avaliação de risco
- Planejamento de manutenção baseado no risco

O tipo de manutenção e a frequência são priorizados com base no risco de falha. Os ativos que têm um risco maior e consequência de falha são mantidos e monitorados com mais frequência. Os ativos com menor risco são sujeitos a programas de manutenção menos rigorosos. A implementação de um processo de manutenção baseado em risco significa que o risco total de falha é minimizado através da instalação da maneira mais econômica.

Os programas de monitoramento e manutenção de ativos de alto risco são tipicamente programas de manutenção baseados em condições. A manutenção baseada em risco é uma estratégia adequada para qualquer plano de manutenção. Como metodologia, fornece uma abordagem sistemática para determinar os planos de manutenção de ativos mais adequados. “Após a implementação desses planos de manutenção, o risco de falha de ativos será baixo” (LOPES-CAMPOS, 2010, p. 55).

A estrutura de manutenção baseada em risco é aplicada a cada sistema em uma instalação. Um sistema, por exemplo, pode ser um recipiente de alta pressão. Esse sistema “terá sistemas vizinhos que passam fluido de e para o navio. Os modos de falha prováveis do sistema são primeiro determinados. Em seguida, é aplicado um quadro de manutenção típico baseado em risco para cada risco” (MENDONÇA, 2010, p. 53).

A manutenção de risco pode ser evidenciada em fases, conforme Mendonça (2010), cuja visão está demonstrada na figura 3:

Figura 3 – Manutenção de Risco

Fonte: MENDONÇA, 2010.

“Avaliar o risco de falha é um dos aspectos mais importantes da manutenção baseada em risco. Quanto mais precisamente isso for feito, melhores serão os resultados de manutenção baseados em risco” (KHAN, 2003).

Não há um método padrão para avaliar o risco. Abordagens qualitativas, semiquantitativas e quantitativas são usadas para determinar os possíveis riscos existentes.

“Para estimar a probabilidade destes riscos, os métodos que são utilizados incluem abordagens determinísticas e probabilísticas” (KHAN, 2003).

4.8 Manutenção Produtiva Total

Manutenção produtiva total (MPT) é uma filosofia de manutenção que exige a participação total da força de trabalho. MPT incorpora as habilidades de todos os funcionários e se concentra em melhorar a eficácia global da instalação, eliminando o desperdício de tempo e recursos. “Normalmente, a manutenção produtiva total é um conceito que é mais facilmente aplicado a uma fábrica” (AHUJA, 2009, p. 23).

Conforme Chan (2005), a MPT enfatiza todos os aspectos da produção, pois procura incorporar a manutenção no desempenho cotidiano de uma instalação. Para fazer isso, o desempenho de manutenção é um fator que é considerado ao avaliar o desempenho da instalação. Uma das medidas mais importantes de manutenção produtiva total é a eficácia geral do equipamento (OEE).

É uma medida de disponibilidade, eficiência de desempenho e taxa de qualidade. Como tal, “o equipamento que para, o equipamento que trabalha a menos que a capacidade de pico, eo equipamento que produz os produtos de má qualidade são todos penalizados quando o OEE é determinado” (AHUJA, 2009, p. 12).

$$\text{OEE} = \text{disponibilidade} * \text{eficiência de desempenho} * \text{taxa de qualidade}$$

Para melhorar o OEE, espera-se participação total da força de trabalho para uma implementação adequada do TPM. Isso inclui todos, desde a gerência de nível superior até os operadores de equipamentos:

Espera-se que o gerenciamento de alto nível seja envolvido promovendo o TPM como uma política corporativa e tomando decisões baseadas no OEE. Para fazer isso, eles precisam desenvolver métricas relevantes do TPM, como o OEE.

Espera-se que os operadores assumam a responsabilidade pela manutenção diária das suas máquinas. Isso inclui a limpeza ea lubrificação regular necessária para a saúde do equipamento. Espera-se também que os operadores encontrem sinais precoces de deterioração do equipamento e os relatem adequadamente. Eles também devem determinar maneiras de melhorar a operação do equipamento.

Espera-se que o pessoal de manutenção treine e apoie os operadores a cumprir suas metas e realizar atividades de manutenção preventiva mais avançadas. Eles também são esperados para assumir a responsabilidade de atividades de melhoria que irá aumentar o OEE da instalação. (MCKONE, 1999, p. 34).

Os três níveis devem trabalhar em conjunto para MPT. Sem cooperação, é provável que uma implementação do método MPT falhe.

Sistema de manutenção total

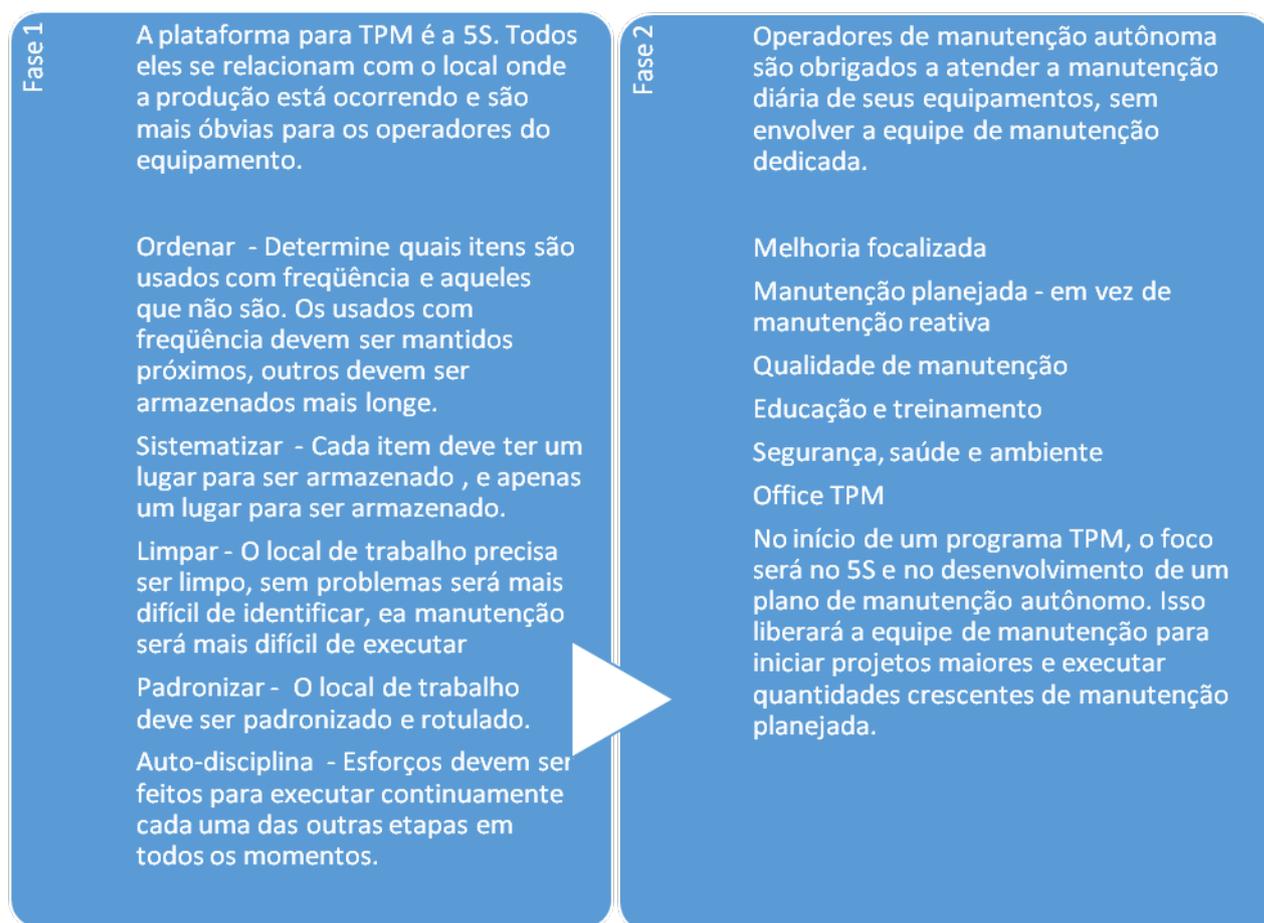
A manutenção produtiva total requer foco no sistema de manutenção total, desde a concepção do equipamento até as estratégias de manutenção de ativos:

O equipamento deve ser concebido para ser livre de manutenção, tanto quanto possível. As melhorias nas técnicas de manutenção devem ser prosseguidas sempre que possível. Preventivas e preditivas estratégias de manutenção devem ser implementadas para eliminar a manutenção reativa (CHAN, 2005, p. 17).

Começando no caminho para a manutenção de desempenho total

A manutenção produtiva total é construída sobre 2 fases. A primeira fase, a 5S, é uma plataforma. A segunda fase envolve os 7 pilares do TPM. Estas são simplesmente extensões da plataforma 5S. Conforme mostra figura 4:

Figura 4 – Fases da Manutenção Produtiva



Chan (2005), mencionando o processo que uma empresa de fabricação de semicondutores passou quando foi implementar TPM em suas instalações, descreveu que na implementação da manutenção produtiva total: inicialmente, a adoção do TPM falhou por várias razões, incluindo a falta de apoio gerencial, falta de recursos, falta de visão de longo prazo e falta de dinâmica sustentada. Após a primeira falha, uma outra tentativa de implementar TPM foi feita. Desta vez com sucesso. A principal medida para o sucesso foi o número de unidades produzidas por parada. Usando TPM este valor aumentou de 500 unidades por paralisação para mais de 2000 unidades por paralisação.

4.9 Manutenção Orientada Por Valores

A manutenção é crucial em qualquer organização. “Sem uma manutenção adequada, os ativos deterioram-se ao longo do tempo causando uma perda de qualidade da produção produzida” (SOUZA, 2015, p. 46). Mais importante, também pode afetar a segurança do ativo ou as pessoas que operam. Tradicionalmente, a manutenção tem sido vista como um centro de custo em uma organização; custa dinheiro para contratar técnicos de manutenção e comprar as peças sobressalentes para manter os sistemas funcionando sem problemas. Muitas vezes, os executivos seniores ignoram o valor acrescentado que a manutenção pode trazer para uma organização, tais como:

- Uma redução nos custos de manutenção reativa.
- Reduzir custos para reiniciar a produção após uma quebra.
- Limitando a sucata de produção.
- Custos de inatividade, como ordens perdidas e perda de receita.
- Percepção / satisfação do cliente.
- Melhoria da qualidade dos produtos
- Redução do impacto ambiental.

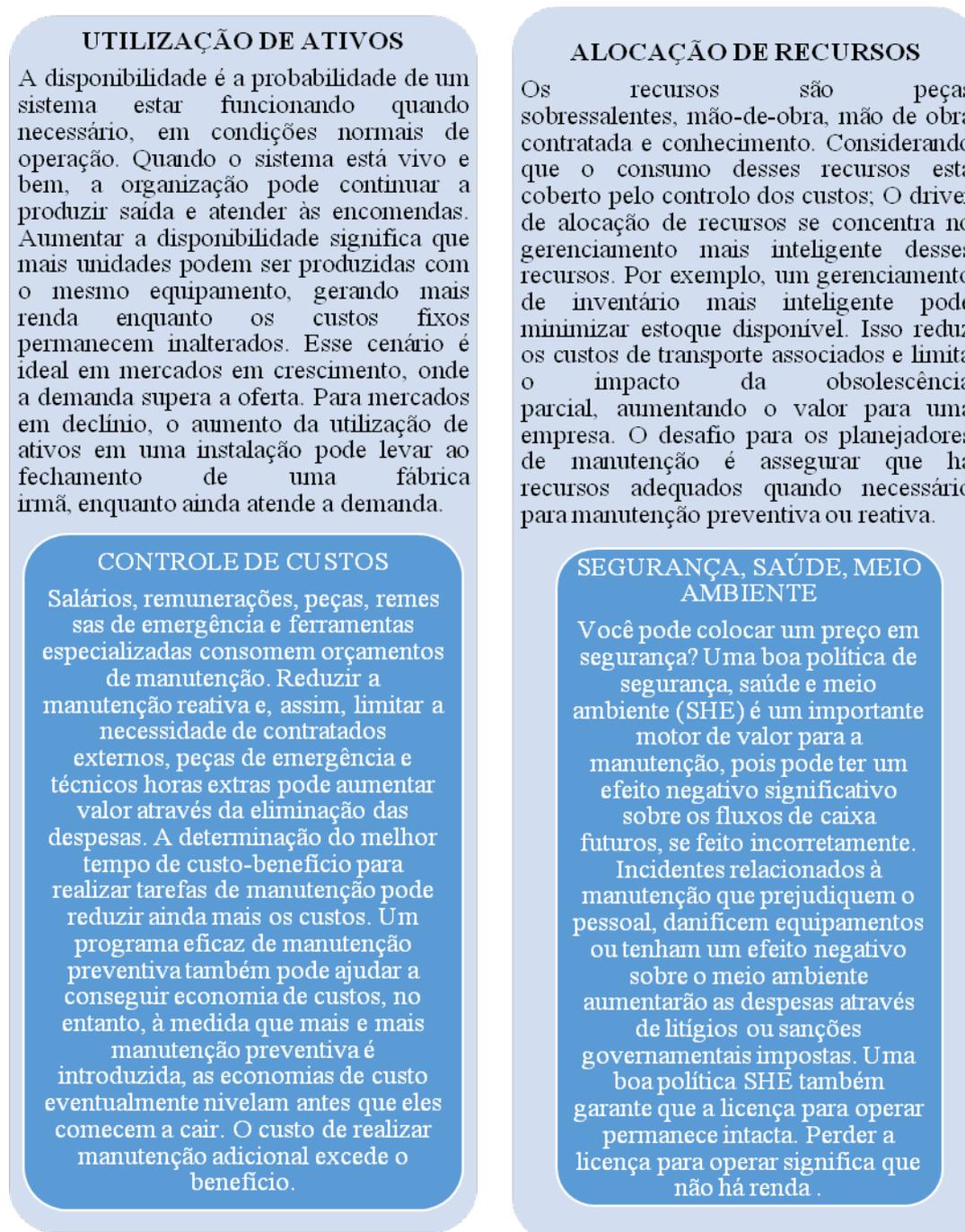
Não surpreendentemente, a manutenção pode agregar valor econômico a uma empresa, oferecendo disponibilidade máxima ao menor custo possível. “Para ver a manutenção como um *driver* de valor, os executivos seniores devem passar do pensamento baseado no custo para o pensamento baseado no valor” (SOUZA, 2015, p. 32).

A manutenção orientada por valores (MOV) não é apenas um tipo de manutenção, mas sim uma filosofia desenvolvida pelos fundadores da *Mainnovation*, Mark Haarman e Guy Delahay, para otimizar o valor derivado da manutenção em qualquer momento específico. A decisão de realizar a manutenção a qualquer momento é baseada na análise

custo / benefício. Exige um equilíbrio delicado entre o valor que a confiabilidade melhorada pode trazer e o custo de manutenção.

Os controladores de valor destacados por Chan (2005) são considerados na figura 5. Em teoria, o desafio para os gerentes de manutenção é reduzir os custos relacionados mantendo ou melhorando a confiabilidade. Dependendo das prioridades, isso nem sempre maximiza o valor.

Figura 5 – Controladores de Valor



Fonte: CHAN, 2005.

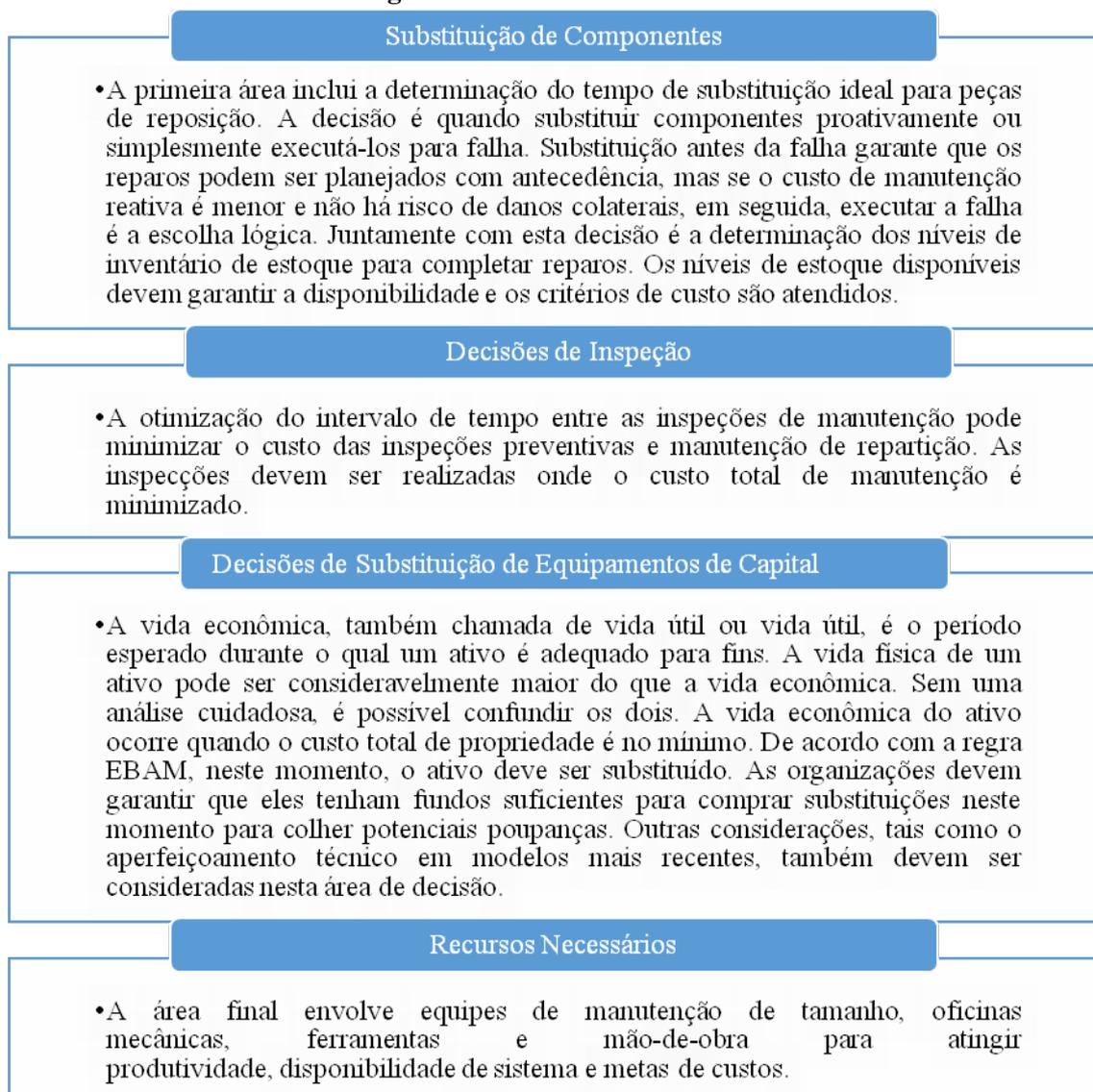
Com a manutenção orientada por valores, os gerentes de manutenção devem se concentrar no *driver* de valor que oferece o maior retorno para sua organização. Um bom CMMS complementar a manutenção orientada por valores. Uma vez que as ações ótimas de manutenção preventiva são decididas com a análise da MOV. Assim sendo, o CMMS pode ser configurado para disparar automaticamente as ordens de serviço naquele tempo ótimo.

4.10 Gestão De Ativos

O gerenciamento de ativos é uma abordagem sistemática e de ciclo de vida para operar, manter, atualizar, desativar e renovar ativos e infraestrutura de forma econômica e com um padrão aceitável. Tornou-se um tema bastante discutido nos últimos anos, pois pode ter um impacto significativo sobre o desempenho operacional e, portanto, a rentabilidade de uma organização. Quando corretamente executado, o gerenciamento de ativos pode “aumentar a confiabilidade do sistema ao mesmo tempo em que reduz os custos relacionados à manutenção, aumenta a vida econômica dos equipamentos, reduz a responsabilidade da empresa e otimiza os gastos com estoques” (CHAN, 2005, p. 51).

Historicamente, a gestão de ativos não era vista como uma atividade profissional e as decisões eram baseadas na experiência, reclamações de técnicos, recomendações de OEM, pressentimentos e força de personalidade. “O senso comum e o julgamento de especialistas desempenham um papel na gestão de ativos baseada em evidências (GABE), no entanto, as decisões de ativos-chave devem ser baseadas em evidência sólida”. (SOUZA, 2015, p. 13).

A gestão de ativos baseada em evidências é a ciência de tomar as decisões corretas e otimizar os processos de gerenciamento de ativos com os melhores dados disponíveis e com critérios de decisão claramente definidos. As decisões baseadas em dados fornecem a metodologia mais vantajosa para minimizar os custos e maximizar o retorno sobre o investimento dos ativos físicos. A tomada de decisões baseadas em dados de gerenciamento de ativos baseados em dados requer acesso a dados de manutenção e financeiros. Portanto, as atividades de manutenção de registro com precisão em um CMMS são críticas. As quatro principais áreas de decisão de gerenciamento de ativos são descritas na figura 6:

Figura 6 – Gerenciamento de Ativos

Fonte: CHAN, 2005.

O gerenciamento de ativos baseado em evidências é uma abordagem lógica para maximizar o retorno sobre o investimento dos ativos físicos e fortalecer a linha de fundo. A GABE fornece orientação sobre como gerenciar os ativos de maneira eficaz, maximizando a disponibilidade.

4.11 Métricas De Manutenção

Minimizar o tempo de inatividade pode parecer um objetivo digno, mas não se ele também tem um impacto negativo da qualidade do produto ou moral dos funcionários. Ou, se isso comprometer uma estratégia de longo prazo de aumentar a proporção de

manutenção preventiva / reativa. Ao otimizar o departamento há dezenas de fatores de confusão a serem considerados. As métricas são usadas para amenizar essa situação.

O *balanced score card* foi introduzido pela primeira vez no início dos anos 1990 e incentivou os gestores a acompanhar o desempenho usando uma variedade de métricas. A ideia central é evitar otimizar uma área à custa de outra. “Aumentando a disponibilidade da máquina, armazenando um número excessivo de peças de reposição - o OEE melhora, mas os custos de inventário também aumentam” (MENDONÇA, 2010, p. 43).

A antiga prática de medir o desempenho com base apenas em indicadores financeiros por si só foi considerada inadequada e faltando o quadro completo. Assim, surgiu uma nova escola de pensamento que reconcilia medidas financeiras de alto nível com indicadores mais práticos do dia-a-dia.

Segundo Chan (2005) essa abordagem holística para a manutenção traz a organização um passo mais perto de integrar a manutenção com outras metas de alto nível e promove a ideia de que métricas de manutenção devem ser vistas como uma entrada para a produção em vez de um desperdício necessário.

O *backlog* de manutenção é composto por trabalhos que precisam ser concluídos por razões de segurança e para evitar mais avarias. “Embora algum nível de atraso de manutenção seja aceitável e inevitável, o nível apropriado de atraso de manutenção deve ser determinado em relação a cada necessidade de negócio” (LOCUS et al., 2015, p. 13).

Manutenção requer trabalho e uma tripulação com excesso de recursos terá um pequeno atraso de manutenção, enquanto uma equipe com menos recursos terá uma grande carteira de manutenção que está crescendo o tempo todo. “O cenário ideal é um *backlog* de manutenção que é estável e controlável, mesmo se a instalação foi batida com um número recorde de avarias de emergência. É essencial manter um equilíbrio entre alocação de recursos e custos associados à manutenção” (CHAN, 2005, p. 23).

Segundo, Lopes-Campos (2010) o *backlog* de manutenção pode ser determinado para toda a operação de manutenção ou pelo ativo. As empresas acham que o contexto e o nível de risco associado a cada ativo específico determinam o nível de *backlog* aceitável. Os ativos de baixo risco toleram atrasos de manutenção mais longos enquanto os ativos de alto risco toleram atrasos de manutenção mais curtos.

Souza (2015) destaca que *backlog* de manutenção para ativos de maior risco pode colocar um negócio saudável em uma situação arriscada. Os riscos notáveis incluem falhas no equipamento, não cumprimento dos requisitos obrigatórios de segurança contra

incêndios e legislação legal de segurança, custos de remoção e substituição de ativos, perdas de produção e garantias que não resistem em juízo.

“O tempo médio de reparo (TMR) é o tempo médio necessário para solucionar problemas e reparar equipamentos com falha e retorná-lo às condições normais de operação” (FLORES, 2010, p. 61). É uma medida técnica básica da manutenção do equipamento e peças reparáveis.

O tempo de manutenção é definido como o tempo entre o início do incidente e o momento em que o sistema é devolvido à produção (ou seja, quanto tempo o equipamento está fora de produção). “Isso inclui tempo de notificação, tempo de diagnóstico, tempo de reparação, tempo de espera (arrefecimento), remontagem, alinhamento, calibração, tempo de teste, volta à produção, etc.” (FLORES, 2010, p. 35). Conforme Locus et al (2015, p. 65):

Para equipamentos de missão crítica, o tempo médio de reparo pode ter um efeito dramático sobre a linha de fundo da organização. Levando muito tempo para reparar o equipamento pode significar sucata do produto, ordens perdidas e relações de negócios amargas. Para limitar o impacto do tempo médio de reparo, as organizações têm suas próprias equipes de manutenção, mantêm peças sobressalentes no local ou dirigem linhas de produção paralelas. (LOCUS et al., 2015, p.65).

Geralmente não leva em conta o tempo de entrega das peças. Tempo médio para reparar, em última análise, reflete o quão bem uma organização pode responder a um problema e repará-lo.

“O tempo médio entre falhas é uma métrica importante onde a taxa de falha de ativos precisa ser gerenciada” (GREEN, 2000, p. 57). É o tempo médio decorrido entre avarias de um sistema. Em outras palavras, é o tempo médio que o sistema ou componente funciona entre avarias.

Para ativos críticos ou complexos reparáveis como geradores, petroleiros ou aviões, o tempo médio entre falhas torna-se um importante indicador do desempenho esperado. “Tornou-se também um componente fundamental na concepção de sistemas e equipamentos seguros” (FLORES, 2010, p. 58).

Conforme Leite (2013) o tempo médio entre a falha não leva em conta qualquer manutenção programada, como recalibração, lubrificação ou substituição preventiva de peças. Enquanto o TMR afeta a disponibilidade, o tempo médio entre falhas afeta a disponibilidade e a confiabilidade.

A manutenção preventiva (MP) está tomando medidas preventivas e proativas contra o tempo de inatividade de equipamentos não programados e outras falhas evitáveis. A finalidade da manutenção preventiva é instituir inspeções programadas de modo que os defeitos possam ser manchados antes que evoluam em algo mais severo. Portanto, é importante concluir essas MPs e completá-las a tempo. “Sua conformidade com a manutenção preventiva (às vezes referida como MP *compliance* ou CMP) é a porcentagem de ordens de trabalho preventivas programadas que são feitas em um intervalo de tempo” (CHAN, 2005, p. 28).

Segundo Flores (2010), os passos para verificação da conformidade de Manutenção Preventiva são:

Definir o cronograma de manutenção preventiva e as tarefas de cada recurso. Conduzir a manutenção preventiva no intervalo definido. Meça a porcentagem das ordens de trabalho de MP concluídas no intervalo definido. Essa é a pontuação de conformidade de manutenção preventiva (FLORES, 2010, p. 16).

Flores (2010) explica que, se feita corretamente, a medição de conformidade de manutenção preventiva é uma excelente maneira de determinar se o seu programa de MP está trabalhando para a empresa ou se ele precisa ser ajustado com MPs mais frequentes ou mais MPs para equilibrar produtividade, custos de manutenção, confiabilidade e vida útil dos ativos.

A porcentagem de manutenção planejada, ou PMP, é uma das medidas mais amplamente utilizadas do desempenho de um departamento de manutenção. “É a porcentagem do número total de horas de manutenção gastas em atividades de manutenção planejadas em um dado período de tempo” (SOUZA, 2015, p. 23).

A manutenção planejada, preditiva e preventiva é organizada, documentada e agendada para ser tratada antes da ocorrência da avaria. “O processo de planejamento da manutenção torna as tarefas mais eficientes e elimina o efeito da manutenção nas operações da instalação” (FLORES, 2010, p. 17).

A porcentagem de manutenção planejada é a quantidade total de horas de manutenção planejada, documentada e agendada antecipadamente, dividida pelo total de horas de manutenção no mesmo período.

“A manutenção planejada ou agendada é uma lista de ações de manutenção predeterminadas realizadas em intervalos de tempo regulares que visam a prevenção de avarias” (SOUZA, 2015, p. 21).

Provou-se repetidas vezes que o reparo contínuo esporádico leva à deterioração do ativo, a uma menor vida útil do ativo e ao aumento do custo de capital em longo prazo. O principal objetivo da manutenção programada é evitar a falha do equipamento antes que ela realmente ocorra. Isso inclui inspeções, ajustes, serviço regular e paradas planejadas.

“As verificações de manutenção agendadas padrão como esta podem ajudar a aumentar a vida útil de seus ativos e reduzir a necessidade de reparo ou substituição de peças” (FLORES, 2010, p. 25).

A porcentagem crítica de manutenção agendada mostra o atraso em suas ordens de serviço de manutenção agendadas em relação ao cronograma de manutenção. Quanto maior a porcentagem, mais atenção deve-se pagar para essa ordem de trabalho de manutenção programada. Ele leva em consideração o número de dias atrasados *versus* o ciclo MP. A porcentagem crítica de manutenção programada é calculada a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Porcentagem crítica da MP: } (\text{dias mais tarde} + \text{ciclo PM}) / \text{ciclo PM} * 100\%$$

Conforme Locus et al (2015), este cálculo é uma maneira simples de determinar quais itens de manutenção planejados em atraso devem ser concluídos primeiro. A porcentagem crítica de manutenção programada é fácil de calcular, mas os relatórios críticos de porcentagem devem ser enviados com qualquer pacote CMMS adequado.

5 METODOLOGIA

Esse capítulo trata sobre os passos metodológicos utilizados para realização do estudo de caso, proposto nessa pesquisa.

5.1 Percurso Metodológico

Esta pesquisa adotou a classificação proposta por Vergara (2006), segundo a qual uma pesquisa pode ser classificada utilizando-se dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, a pesquisa é descritiva, devido à natureza do problema de pesquisa que buscou expor a importância da gestão da manutenção em um órgão público, bem como apresentou os efeitos da importância da manutenção com sua adequação e suas consequências na gestão a fim de tornar o local com melhor estrutura.

A pesquisa descritiva é utilizada para abranger o tema proposto de modo que os leitores e interessados nesse estudo possam compreender todo trabalho, desde a origem das informações até a aplicabilidade prática dos resultados obtidos, que, conforme Gil (2008) possui como objetivo a descrição das características de uma população, fenômeno ou de uma experiência e a pesquisa explicativa, para experimentar as informações obtidas pela pesquisa bibliográfica e comparando-as com os dados obtidos através da pesquisa exploratória. Segundo Gil (2008), o objetivo primordial da pesquisa exploratória é identificar fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de fenômenos, sendo esta a que mais aprofunda ao conhecimento da realidade, e por isso mesmo, está fortemente calcada em métodos experimentais.

Quanto aos meios a pesquisa é documental, pois segundo Vergara (2006, p. 48): “é investigação documental a realizada em documentos conservados no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza”. A pesquisa documental se diferencia da bibliográfica porque se pauta na análise de documentos, enquanto a bibliográfica se pauta na investigação da bibliografia produzida sobre um determinado assunto. Por fim, é também utilizado como meio de pesquisa o estudo de caso em uma universidade pública.

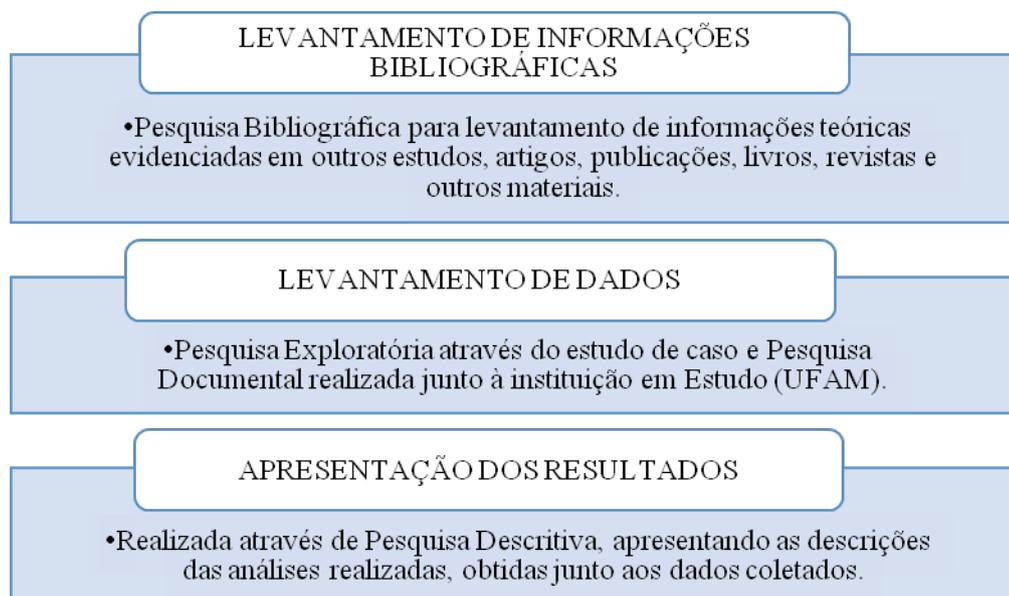
O estudo de caso faz parte da pesquisa exploratória utilizada para aprofundar-se no conhecimento sobre o assunto trabalhado, buscando informações, junto a um público potencial, que possam responder aos questionamentos acerca do assunto e que deem suporte para fazer as análises e avaliações necessárias para conclusão dessa pesquisa e também para resgatar dados e informações em relação ao assunto trabalhado nesse estudo e por ser um tipo de pesquisa muito específica ela assumirá a forma de um estudo de caso (GIL, 2008, p. 20).

A pesquisa, de acordo com Medeiros (2007) e Yin (2010), é o desenvolvimento do método científico e é através dela, com o uso de procedimentos científicos, que se descobre a solução para os problemas estudados. Este trabalho se utilizou dos seguintes tipos de pesquisa: bibliográfica, exploratória e aplicação real, por se tratar de uma pesquisa cujos resultados serão empregados de forma prática para solucionar um problema.

Quanto aos dados, os mesmos foram coletados por meio de pesquisa bibliográficas em livros, revistas especializadas, teses, dissertações com dados pertinentes ao assunto, publicações científicas e *sites* de internet relacionados ao estudo no período de janeiro a dezembro de 2014.

A pesquisa bibliográfica, para Vergara (2006), é utilizada para buscar informações junto à literatura nacional sobre documentos, pesquisas e estudos que foram realizados acerca do assunto proposto nesse estudo por meio de documento ou documentação. Para tanto, utilizou-se o banco de dados científicos, bibliotecas físicas e virtuais, além de acervos também virtuais e físicos, que continham dados ou informações relacionadas ao tema da referida pesquisa. Também por meio de pesquisa documental, utilizando para isso os arquivos da Prefeitura do Campus Universitário (PCU).

Segundo Gil (2008) a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. Além de analisar os documentos de “primeira mão” (documentos de arquivos, instituições etc.), existem também aqueles que já foram processados, mas podem receber outras interpretações, como relatórios de empresas, tabelas e etc. Assim sendo, esse estudo seguiu os seguintes passos metodológicos:

Figura 7 – Percurso Metodológico

Fonte: UFAM, 2017.

6 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO

6.1 Caracterização Da Universidade Federal Do Amazonas (UFAM)

A Universidade Federal do Amazonas foi fundada em 17 de janeiro de 1909, sendo a primeira instituição de ensino superior do País. Atualmente são oferecidas 5.440 vagas, sendo ofertadas 2720 vagas por meio do Processo Seletivo Contínuo – PSC, e mais 2720 vagas por meio do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. A UFAM oferece 80 cursos divididos entre as áreas de Ciências Exatas, Agrárias, Biológicas e Humanas com funcionamento na sede em Manaus e em alguns municípios do Amazonas (Benjamin Constant, Coari, Itacoatiara, Humaitá e Parintins). A UFAM possui 18 unidades acadêmicas, a maioria localizada na Avenida General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, nº 3000, Campus Universitário – Coroado – Manaus/AM.

O campus universitário possui uma área de 6,7 milhões de m², sendo encontradas várias espécies da fauna, tais como preguiças, pacas, saúns-de-coleira, e da flora, bem no meio de uma grande área de mata virgem.

De acordo com a Pró-Reitoria de Planejamento, a comunidade universitária da UFAM é constituída por 1.711 técnicos-administrativos, 1.714 docentes, 29.357 discentes, além dos serviços terceirizados (UFAM, 2015).

A estrutura da UFAM é dividida em administrativa e acadêmica. A administrativa é composta pela Reitoria, Pró-Reitorias e Órgãos Suplementares. A estrutura acadêmica da UFAM na cidade de Manaus é composta por Faculdades, Institutos e Escola, conforme especificados a seguir: a) Faculdades: Ciências Agrárias (FCA), Medicina (FM), Ciências Farmacêuticas (FCF), Odontologia (FAO), Direito (FD), Estudos Sociais (FES), Educação Física e Fisioterapia (FEFF), Educação (FACED), Tecnologia (FT), Psicologia (FAPSI), Informação e Comunicação (FIC), Faculdade de Artes (FAARTES), Letras (FLet); b) Institutos: Ciências Biológicas (ICB), Ciências Exatas (ICE), Filosofia, Ciências Humanas e Sociais (IFCHS), Computação (IComp); c) Escola de Enfermagem (EEM).

Excluindo-se a FM, FAO e a EEM, as demais unidades acadêmicas estão localizadas no campus universitário, estando as demais localizadas em regiões centrais da cidade de Manaus.

Na UFAM funcionam Cursos de Graduação e Pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado), além disto ainda funcionam aos sábados os cursos de Língua

Estrangeira (Inglês, Francês, Espanhol, Italiano, Alemão e Japonês) oferecidos pelo Departamento de Línguas Estrangeiras do Instituto de Ciências Humanas e Letras.

Quanto ao horário de uso dos ambientes, pode-se considerar para as salas de aula o período de 2^a a 6^a feira, de 7 as 22h, e aos sábados de 8 as 17h; para os demais ambientes considera-se de 2^a a 6^a feira, de 8 as 18h. Ressalta-se que os auditórios são utilizados eventualmente.

6.2 Caracterização Do Portal e-campus

O Portal e-campus é um sistema de informação que gerencia a Universidade Federal do Amazonas. Oferece os módulos professor, aluno e serviços administrativos. O foco deste trabalho é apresentar o Sistema de Gerenciamento de Serviços (SGS) do portal e-campus para acompanhar a Divisão de Equipamento da Prefeitura do Campus (DE/PCU) nas atividades relacionadas à manutenção corretiva, preventiva e de instalação de equipamentos condicionadores de ar e manutenção de elevadores dos *Campi* da capital e interior.

Trata-se de um sistema integrado de dados, que oferece uma visão holística de todo o funcionamento da universidade e é utilizado por diferentes instituições de ensino brasileiras. O sistema integra as atividades de gestão financeira, acadêmica e administrativa, dando a cada profissional envolvido com o funcionamento da instituição e aos alunos o acesso a dados referentes à sua participação no cotidiano institucional. O uso de tal ferramenta permite o rápido acesso à informação para tomada de decisões administrativas por parte dos gestores e também a possibilidade de acesso a documentos por parte dos alunos, bem como o acompanhamento do histórico escolar e da vida acadêmica de alunos e ex-alunos dos cursos oferecidos pela instituição.

Para acessar o módulo administrativo – SGS é necessário acessar o seguinte endereço: <http://E-campus.ufam.edu.br/>. Aparecerá a seguinte Tela de *Login* do Portal e-campus, mostrada na figura 8.

Figura 8 - Login e-campus

Acesso e-campus

CPF:

Senha:

[Solicitar nova senha](#)

Fonte: UFAM, 2017.

Após a inserção do *login* e senha, aparecerá a seguinte tela mostrada na figura 9, que é a tela padrão do Portal e-campus. Para acessar o módulo de serviços administrativos clique no *link* Administrativos e em seguida no item Serviços na Barra Menu à esquerda.

Figura 9 - Tela padrão do Portal e-campus

Fonte: UFAM, 2017.

São diversos serviços que podem ser solicitados através do SGS para a Prefeitura do Campus Universitário da UFAM: hidráulico, ar-condicionado, elétrico, pintura, elaboração de projetos de obras e reformas, conservação e limpeza, segurança, jardinagem e transporte.

Quando o usuário clicar no subitem serviços será exibida uma tela conforme demonstrado na Figura 10. Nesta tela também aparecerá uma lista de requisições feita pelas Unidades Administrativas da UFAM.

Figura 10 – Tela de Requisição de Serviço

Data Abertura	Data Previsão	Número Requisição	Descrição do Serviço	Divisão	Status	Exibir	Alterar	Requisição
12/06/2015		7.342	MANUTENÇÃO NO SPLIT DA SALA DA VICE DIRETORIA DO BLOCO 2 NO 2º ANDAR		Aberta			
12/06/2015	15/06/2015	7.341	MANUTENÇÃO NO SPLIT DO LABORATÓRIO DE ENTOMOLOGIA NO BLOCO Z	Equipamentos	Encaminhada			
12/06/2015		7.340	Instalação de rede hidráulica e esgoto, Sala 209, Bloco Jurus, FT		Aberta			
12/06/2015		7.339	Instalação de rede elétrica para equipamentos, Salas 208 e 212 Bloco Jurus, FT		Aberta			
11/06/2015	15/06/2015	7.338	Bloco de salas de aula do ICE - Bebedouro não funciona. Com vazamento.	Equipamentos	Encaminhada			
11/06/2015	15/06/2015	7.337	Sala dos alunos de mestrado em matemática Condicionador de ar pingando pra dentro. Fazer lavagem.	Equipamentos	Encaminhada			
11/06/2015	11/06/2015	7.336	Trocar de 3 lâmpadas PL, departamento de material. obs: procurar Sr. Paulo Roberto Carneiro	Obras	Encaminhada			
10/06/2015	11/06/2015	7.335	TROCAR DISJUNTOR DE CIRCUITO Nº C54 DO SPLIT NO LABORATÓRIO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DO BLOCO 2 NO 2º ANDAR, ESTÁ DESARMANDO	Obras	Encaminhada			
10/06/2015	12/06/2015	7.334	MANUTENÇÃO NO SPLIT DA SALA DE REUNIÃO DO BLOCO 1 NO 2º ANDAR	Equipamentos	Encaminhada			

Fonte: UFAM, 2017.

/O usuário deverá solicitar os serviços pelo botão Requisição Serviço que abrirá a tela de Lista de Requisições de Serviços, como mostra a Figura 11.

Unidade: Pesquisa por requisições pelas unidades. A figura 11 mostra como usar.

O campo opção Unidade é inutilizado, pois somente mostrará o resultado da pesquisa. O usuário deverá clicar no botão que contém a Lupa que exibirá a Tela da Figura 12.

Figura 11 – Requisição de Serviço

Fonte:UFAM (2017).

Figura 12 – Tela de Pesquisa – Unidade

Unidade:

Nome Unidade	Sigla	Selecionar
Centro Cirúrgico	CCIRUR	
Centro de Apoio Multidisciplinar	CAM	
Centro de Artes	CAUA	
Centro de Atenção Integral à Saúde	CAIS	
Centro de Ciências do Ambiente	CCA	
Centro de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico	CDTECH	
Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico	CDEAM	
Centro de Educação a Distância	CED	
Centro de estudos e Pesquisas em Filosofia e Ciências Humanas		
Centro de Formação Continuada, Desenvolvimento de Tecnologia e Prestação de Serviços para Rede Pública de Ensino	CEFORT	

Fonte:UFAM, 2017.

O campo Unidade é onde o usuário digitará sua procura pela Unidade Administrativa da UFAM, conforme a Figura 12.

Para cadastrar um pedido de serviço o usuário deverá clicar no botão Cadastrar, como mostra a Figura 11, e preencher os seguintes campos, como mostra a figura 13:

Solicitante: Esse campo é automaticamente preenchido com o nome do usuário do sistema e não existe a possibilidade de alterá-lo.

E-mail: Esse campo é preenchido com o e-mail que o usuário colocará no registro do serviço.

Telefone: O campo deve ser preenchido com o DDD do Estado do Amazonas e o número de contato.

Unidade: Esses passos são descritos na especificação nas Telas da figura 11 e figura12.

Localização: Campo descritivo para detalhar o endereço onde será efetivado o serviço.

Descrição do Serviço: Campo descritivo para especificar o serviço a ser realizado (deve ser solicitado um único serviço por requisição, se houver necessidade de mais de um serviço, deverá ser cadastrada nova requisição e assim sucessivamente).

Botão Cadastrar: Salvará os dados.

Botão Voltar: Retorna à página inicial de Requisição de Serviço. (UFAM, 2017, site).

Figura 13 – Solicitação de Serviço – Campos de Cadastro

The image shows a web interface for 'Requisição de Serviço' (Service Request) in the 'ecampus' system. The header includes the 'ecampus' logo and a user profile dropdown set to 'Divisões PCU'. A navigation sidebar on the left contains 'Módulo Administrativo', 'Home', 'Serviços', 'Agendamento', and 'Requisição Serviço'. The main form area is titled 'Requisição de Serviço' and contains the following fields:

- Solicitante: ***: Text input field containing 'LINCOLN FERREIRA LIMA'.
- Email: ***: Text input field.
- Telefone: ***: Text input field.
- Unidade: ***: Dropdown menu with a magnifying glass icon.
- Localização: ***: Large text area.
- Descrição do Serviço: ***: Large text area.

At the bottom of the form, there is a note: '*Campos Obrigatórios' and two buttons: 'Cadastrar' and 'Voltar'.

Fonte:UFAM, 2017.

A requisição de serviço eletrônica contribui com a redução dos procedimentos necessários para a realização de um serviço no âmbito da instituição. Com o sistema, a notificação é recebida rapidamente por todos os setores envolvidos no processo, reduzindo significativamente o tempo de espera.

7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo enfatiza os resultados obtidos junto à UFAM, discutindo-os conforme declarações de autores que já apresentaram estudos sobre a temática.

7.1 Resultados Quantitativos De RS

Como já evidenciado anteriormente nesse estudo, a manutenção se constitui na preservação dos equipamentos, de forma que os mesmos estejam em perfeitas condições de operação quando utilizados ou, em caso de defeitos, que estes possam ser reparados no menor tempo possível e de maneira adequada.

A Divisão de Equipamento da Prefeitura do Campus (DE/PCU) fiscaliza e acompanha atualmente as atividades relacionadas à manutenção corretiva, preventiva e de instalação de equipamentos condicionadores de ar, levantamento de carga térmica para climatização de ambientes, manutenção de elevadores dos *Campi* da capital e interior, faturamento das contas de água da Manaus Ambiental, atualização diária das atividades no SGS e elaboração de termos de referência para processos licitatórios.

Os serviços são realizados por meio de RS e o solicitante, cadastrado junto ao CTIC (Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação), realiza a solicitação do serviço por meio do Portal e-Campus, utilizando o Sistema de Gerenciamento de Serviços (SGS), conforme Portaria 272 de 10 de junho de 2013 da UFAM.

Assim, em análise à gestão de manutenção realizada pelo sistema de informação da Universidade Federal do Amazonas (E-campus), mostra-se a seguir os pedidos detectados.

7.1.1 PMOC

O Plano de Manutenção e Controle (PMOC) é uma exigência da portaria 3.523/MS- Ministério da Saúde. O documento determina todas as reparações técnicas e análises preventivas que devem ser realizadas no sistema de refrigeração das instituições públicas. A não conformidade com as exigências da portaria implica na punição por meio de multa ou suspensão das atividades. No âmbito da UFAM, o PMOC é realizado por uma empresa terceirizada contratada por meio de Licitação organizada pela Fundação

Universidade do Amazonas, na modalidade concorrência pelo menor preço global. O processo licitatório é realizado com periodicidade anual (UFAM, 2015).

O Termo de Referência do Pregão nº 001/2014 foi licitado por meio de Sistema de Registro de Preços e o quantitativo geral de todos os equipamentos de ares-condicionados foi distribuído em 17 lotes, totalizando 17 contratos de aproximadamente 3000 equipamentos condicionadores de ar, juntamente com 398 *freezers*, geladeiras e bebedouros.

Atualmente a Divisão de equipamento atua na gestão e fiscalização de 17 contratos referentes à manutenção corretiva e preventiva de condicionadores de ar (Pregão 001/2014), 1 contrato de instalação e desinstalação de condicionadores de ar (Pregão 69/2014), 2 contratos manutenção corretiva e preventiva em 11 elevadores localizados na capital e interior (Pregões 004/2012 e 026/2012) e 1 contrato com a Manaus Ambiental, totalizando 21 contratos.

Conforme Auditoria do Tribunal de Contas da União, TC 017.245/2014-1, referente aos serviços ofertados à comunidade acadêmica pela Universidade Federal do Amazonas, foram diagnosticados serviços que necessitam de implementações e adequações às normas vigentes para melhor atender a comunidade acadêmica.

O Acórdão 47/2015-TCU- Plenária, expõe o resultado da auditoria realizada e especificamente com relação aos condicionadores de ar e bebedouros, página 29, itens 204 ao 207. Foram detectadas ações a serem implementadas. Das não-conformidades, destaca-se a inexistência de serviços de manutenção preventiva em bebedouros e do PMOC (Plano de Manutenção Operação e Controle) dos condicionadores de ar, conforme determina a Portaria 3523/98 da ANVISA, que descreve os procedimentos de limpeza, manutenção, operação e controle.

No processo 23105.031437/2014, Pregão 01/2014, item 3.12., há a implantação do PMOC no prazo de 90 dias, contudo para implementar será necessário inserir outros serviços de manutenção preventiva além dos já existentes no Pregão 001/2014.

Foram licitados, de acordo com o Termo de Referência, apenas os serviços preventivos de periodicidade mensal (M) e semestral (S) abaixo elencados para condicionadores de ar e nenhum serviço de manutenção preventiva em bebedouros.

- 1.1. Lavagem dos filtros de ar dos condicionadores (M);
- 1.2. Verificar e eliminar frestas nos filtros (M);

- 1.3. Verificar a operação de drenagem da água da bandeja (M);
- 1.4. Lavagem geral do aparelho (S).
- 1.5. Lubrificação do motor do ventilador (S); e
- 1.6. Reabertos (S).

Os serviços citados não são suficientes para elaborar um PMOC e de acordo com os requisitos estabelecidos no Anexo I da Portaria nº. 3.523, de 28 de agosto de 1998 (ANVISA), que estabelecem todas as diretrizes para implementação do PMOC, foi solicitada a UFAM que elaborasse uma proposta com os serviços que constam na Portaria que se adequam ao sistema de climatização, composto por condicionadores de ar tipo “*split*” e de janela. Além dos serviços que constam no Anexo I da Portaria nº. 3.523, de 28 de agosto de 1998, foram incluídos serviços preventivos recomendados pelo fabricante do equipamento que se adequam a realidade da Instituição.

Os serviços necessários para elaborar o PMOC em *splits* e condicionadores de ar de janela (ACJ), não contemplados no referido Pregão, incluindo manutenção preventiva em bebedouros, estão apresentados na Tabela 1 e 2.

Tabela 1 – Serviços incluídos no cronograma de manutenção preventiva SPLIT

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PERIODICIDADE DOS CONDICIONADORES DE AR TIPO SPLIT				
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	MENSAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
1	Inspeção visual (anotar, caso haja, danos à carcaça, aos difusores de ar, etc.) antes de realizar o serviço e comunicar ao servidor.	*	*	*
2	Anotar a presença de ruídos anormais, caso haja.	*	*	*
3	Verificar se há condensação de água e eliminar.	*	*	*
4	Limpeza da carcaça.	*	*	*
5	Teste do controle remoto e do sensor de temperatura.	*	*	*
6	Medir diferencial de temperatura.	*	*	*
7	Registrar tensão e corrente no motor e compressor.	*	*	*
8	Verificar se há formação de gelo no evaporador e eliminar.	*	*	*
9	Escovar com cuidado o evaporador.	*	*	*
10	Higienizar e desobstruir o dreno e a bandeja (ACJ)		*	*
11	Medir pressões de equilíbrio e de funcionamento.		*	*
12	Medir capacitores do compressor e do ventilador e substituir se necessário.		*	*
13	Liberar o gás e completar se necessário.		*	*
14	Verificar se há gelo nas válvulas de serviço, trocar a fita vinílica e inspecionar o isolamento térmico esponjoso.			*

Fonte: O autor, 2017.

Tabela 2 – Serviços incluídos no cronograma de manutenção preventiva ACJ.

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PERIODICIDADE EM CONDICIONADORES DE AR TIPO JANELA				
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	MENSAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
1	Inspeção visual (anotar, caso haja, danos à carcaça, aos difusores de ar, etc.) antes de realizar o serviço e comunicar ao servidor.	*	*	*
2	Anotar a presença de ruídos anormais, caso haja.	*	*	*
3	Verificar se há condensação de água e eliminar.	*	*	*
4	Limpeza da carcaça.	*	*	*
5	Teste da chave seletora e termostato	*	*	*
6	Medir diferencial de temperatura.	*	*	*
7	Verificar se há formação de gelo no evaporador e eliminar.	*	*	*
8	Escovar com cuidado o evaporador.	*	*	*
9	Higienizar a bandeja		*	*
10	Medir capacitores do compressor e do ventilador e substituir se necessário.			*

Fonte: O autor, 2017.

Como resultado esperado da implementação do PMOC e os serviços preventivos em bebedouros, a instituição irá se adequar às normas vigentes da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e do Ministério da Saúde, além de aumentar a efetividade dos equipamentos. Tudo isso implementado e acompanhado pela Divisão de Equipamento.

Estima-se uma significativa redução dos custos de manutenção corretiva de média e alta complexidade, aumento de vida útil dos equipamentos, melhora na qualidade da água dos bebedouros e diminuir ao máximo os prejuízos causados às atividades de ensino e administração por motivo de parada prolongada do equipamento de climatização. Os resultados citados ocorrerão em virtude do monitoramento do equipamento e ao se diagnosticar qualquer medição fora dos padrões normais de funcionamento, haverá a intervenção para que não ocorram avarias e a parada total da máquina.

Vale salientar que os serviços não serão do tipo fixo mensal, mas sim faturados os serviços que efetivamente forem executados conforme o atesto do fiscal do contrato de cada lote.

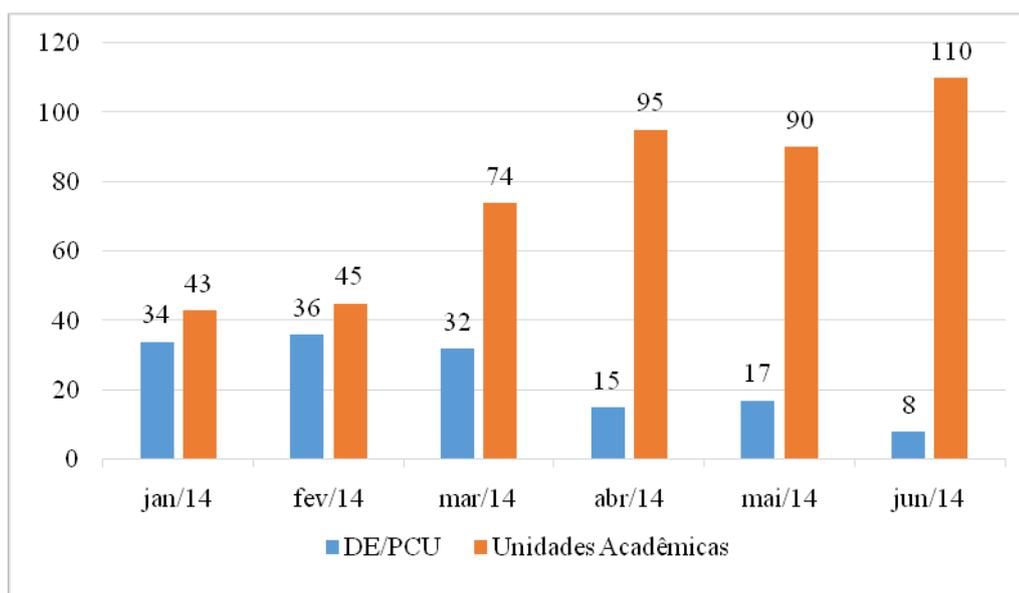
Conforme Bazzo (2002), a evolução da informática nos últimos anos tornou o computador um importante aliado do homem na resolução de problemas gerenciais. Com efeito, as atividades de manutenção surgiram para afastar o máximo possível a degradação dos equipamentos e instalações, causada pelo desgaste natural e/ou pela má utilização.

Por essa razão as empresas estão cada vez mais preocupadas em gerenciar eficazmente a manutenção em suas instalações, no intento de aumentar a rentabilidade, reduzindo o gasto de recursos e com isso elevar a produtividade.

No entanto, mesmo a UFAM investindo em um sistema que possibilite a melhoria e agilidade na solicitação de serviços, atualmente há ainda muitas solicitações de serviços via memorando, telefone, verbal e *e-mail*, o que dificulta e atrasa o atendimento aos serviços.

Em 2014, por exemplo, os quantitativos de solicitações de manutenções de condicionadores de ar no 1º e 2º semestres das Unidades Acadêmicas realizadas por meio do SGS e as solicitadas à DE/PCU pelos meios citados, não foram os esperados pela Instituição, uma vez que se estimou um número maior, conforme mostram os Gráficos 1 e 2.

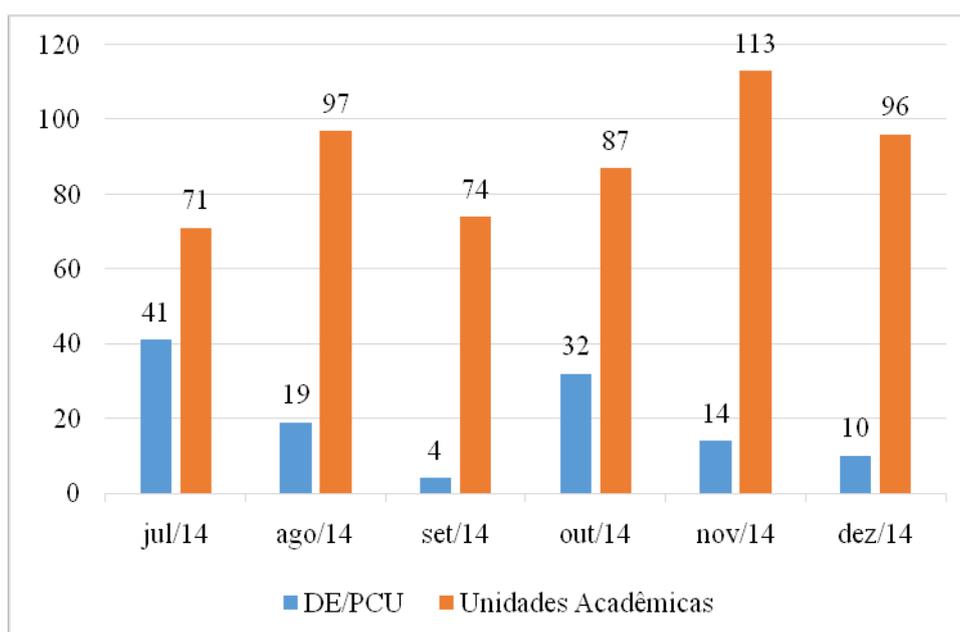
Gráfico 1 – Quantitativa de RS no 1º semestre de 2014 emitidas pela DE/PCU para as Unidades Acadêmicas e emitidas pelas Unidades



Fonte: O autor, 2017.

Tal circunstância pode indicar a eficiência da manutenção realizada durante o ano de 2013, que reduziu a demanda pelo serviço técnico no decorrer do ano seguinte

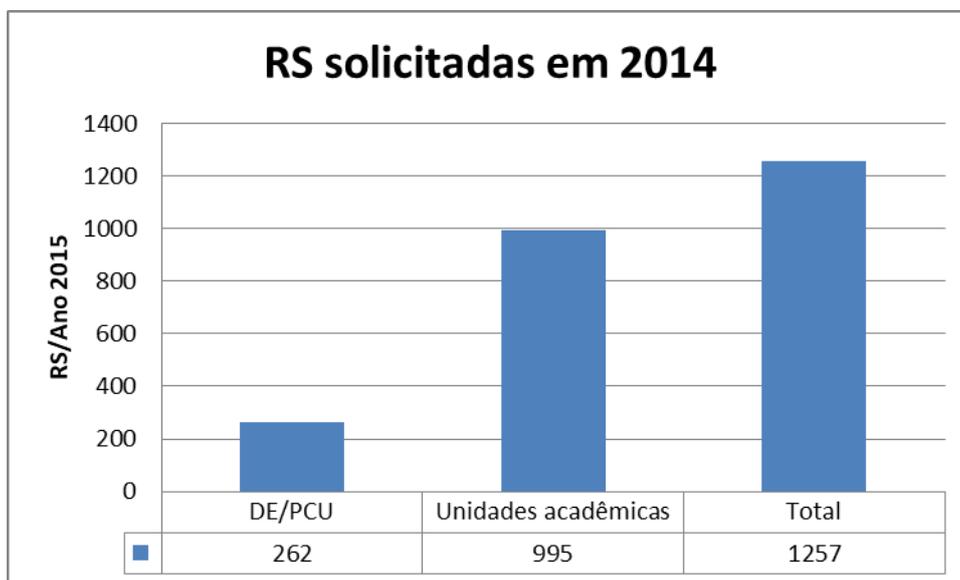
Gráfico 2 – Quantitativa de RS no 2º semestre de 2014 emitidas pela DE/PCU para as Unidades Acadêmicas e emitidas pelas Unidades



Fonte: O autor, 2017.

O total de RS encaminhadas a DE/PCU durante o ano letivo de 2014 foi de 1257 requisições e estão apresentadas no Gráfico 3. Ressalta-se que foram emitidas para as Unidades Acadêmicas aproximadamente 32% das RS (262 solicitações) para aquelas que não têm acesso ou ainda não possui cadastro no e-campus.

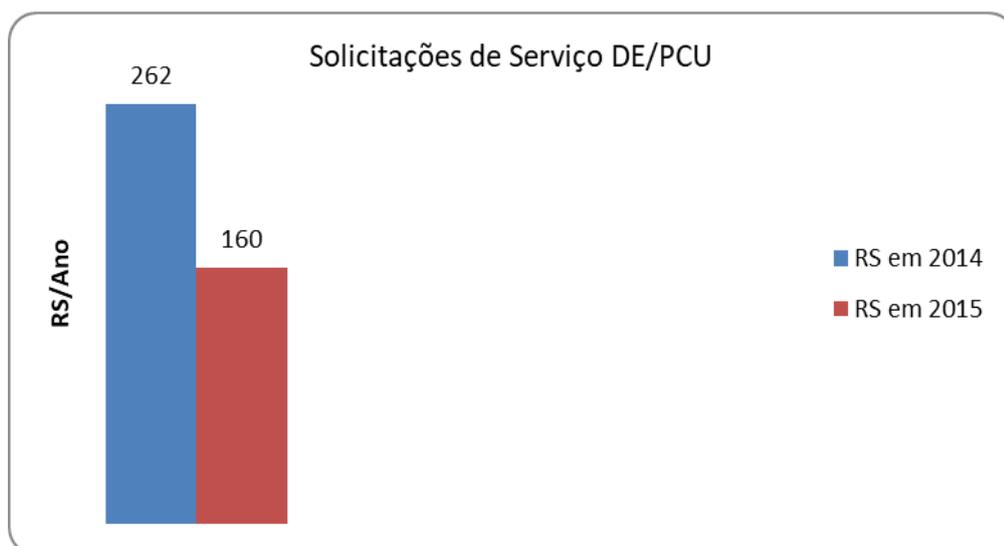
Gráfico 3 - Quantitativo geral de RS emitidas à DE/PCU referente a manutenção de condicionadores de ar



Fonte: O autor, 2017.

Já em 2015 o total de RS que foram emitidas pela DE/PCU para atender aos solicitantes que não possuíam acesso ou desconheciam o procedimento de solicitação foi de aproximadamente 60% a menos comparado com o ano de 2014 conforme Gráfico 4.

Gráfico 4 - Gráfico comparativo do número de solicitações de serviço da DE/PCU referente ao ano de 2014 e 2015



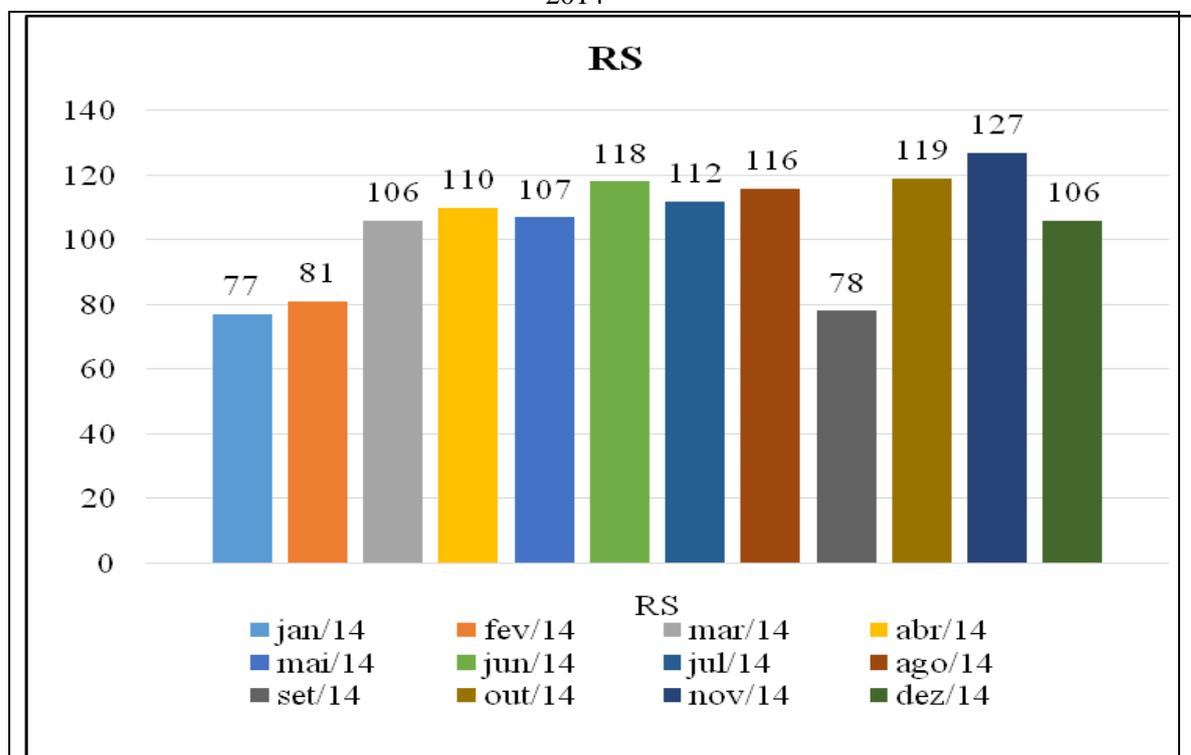
Fonte: O autor, 2017.

Bazzo (2002) reconheceu em seu estudo que o uso da tecnologia dentro dos processos gerais somente terá resultados se todos os envolvidos conhecerem o processo e souberem utilizá-lo.

Observa-se nesse caso que a utilização do sistema foi maior em 2015, o que indica que havia falta de conhecimento por parte dos usuários no ano de 2014, o que já se mostrou maior no ano seguinte. Uma tendência aos próximos anos é que o número de solicitações pelo sistema seja maior com o passar do tempo, desde que essas informações de uso, venham a ser divulgadas ente os interessados e usuários.

O total de RS encaminhadas à DE/PCU no período de janeiro a dezembro de 2014 estão apresentadas no Gráfico 5.

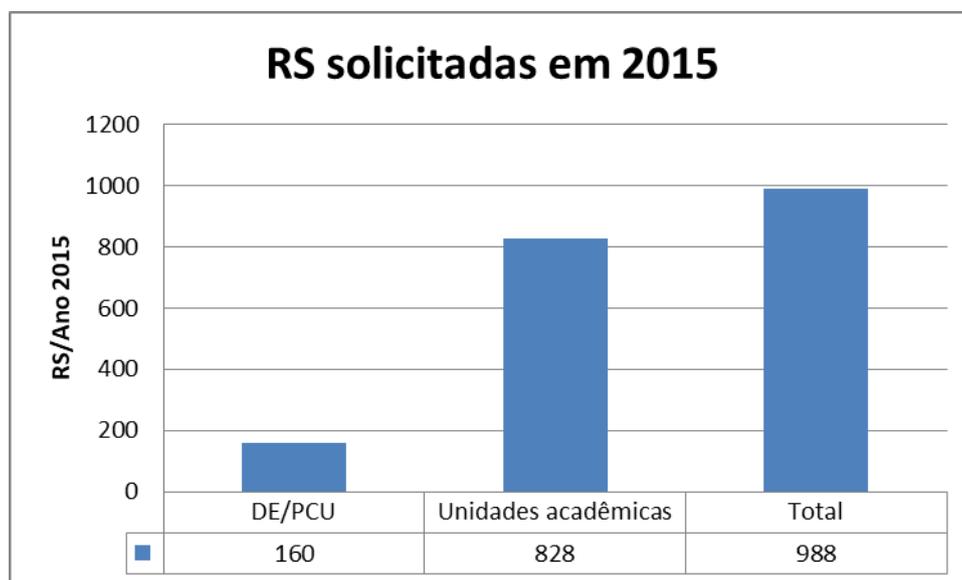
Gráfico 5 – Quantitativo de RS encaminhadas a DE/PCU no periodo de janeiro a dezembro de 2014



Fonte: O autor, 2017.

O total de serviços atendidos nas RS encaminhadas a DE/PCU no ano de 2014 gerou 1257 ações corretivas. Já o total de RS encaminhadas a DE/PCU durante o ano letivo de 2015 foi de 988 requisições, conforme apresentado no Gráfico6. Os dados representam serviços de instalação de condicionadores de ar, manutenções corretivas e as preventivas que não foram executadas em refrigeradores e condicionadores de ar.

Gráfico 6 – Quantitativo geral de RS emitidas à DE/PCU referente a manutenção de condicionadores de ar e de instalação em 2015



Fonte: O autor, 2017.

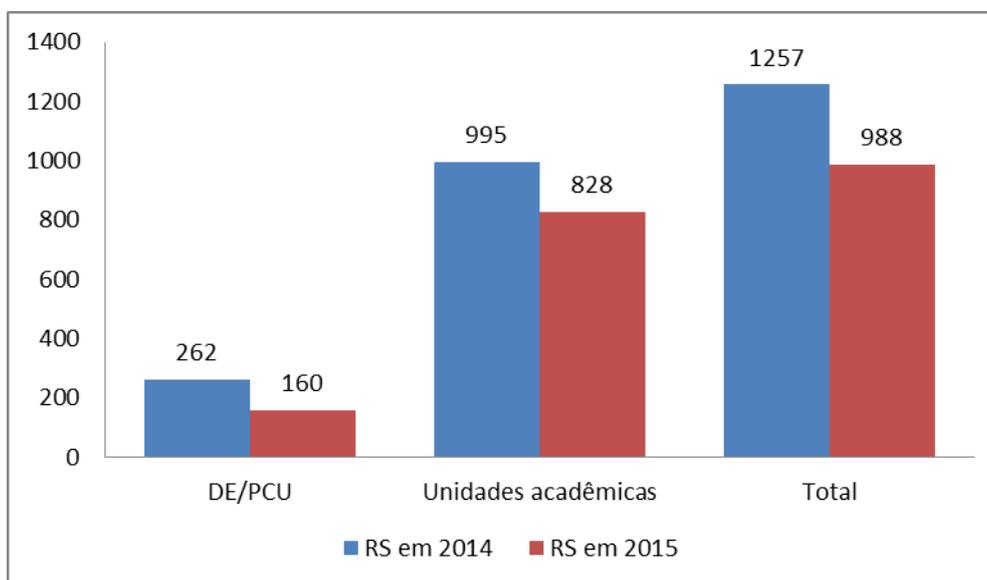
Percebe-se que o número de solicitações foi maior nas unidades acadêmicas do que no DE/PCU. No entanto, se comparado às solicitações de 2014, observa-se uma diminuição significativa no ano de 2015, como pode ser visto através do gráfico 7. O que evidencia a falta de uma aplicação de manutenção preventiva.

A aplicação deste tipo de manutenção é fundamental a fim de garantir o bom estado de funcionamento dos equipamentos ou sistemas. “Para que esta atividade seja desenvolvida de forma eficaz são fundamentais um bom planejamento e a determinação adequada dos intervalos das intervenções” (BARDEY et al., 2005).

Através dos dados levantados percebe-se que houve um aumento nas solicitações entre um ano e outro, o que garantiu a redução de problemas e gastos maiores para a Instituição.

Segundo Kardec e Nascif (2005, p. 39), a manutenção preventiva é “a manutenção desempenhada para manter um item em condições satisfatórias de operação, através de inspeções sistemáticas (intervalo de tempo fixo), detecção e prevenção de falhas incipientes.”

Gráfico 7 – Comparação de dados quantitativos de RS emitidas à DE/PCU e Unidades acadêmicas, referente a manutenção de condicionadores de ar e de instalação



Fonte: O autor, 2017.

No Gráfico 8 observa-se que o quantitativo de serviços corretivos efetivamente executados em condicionadores de ar em 2014 comparado aos realizados em 2015, apresentou uma queda no valor médio de manutenções realizadas por mês.

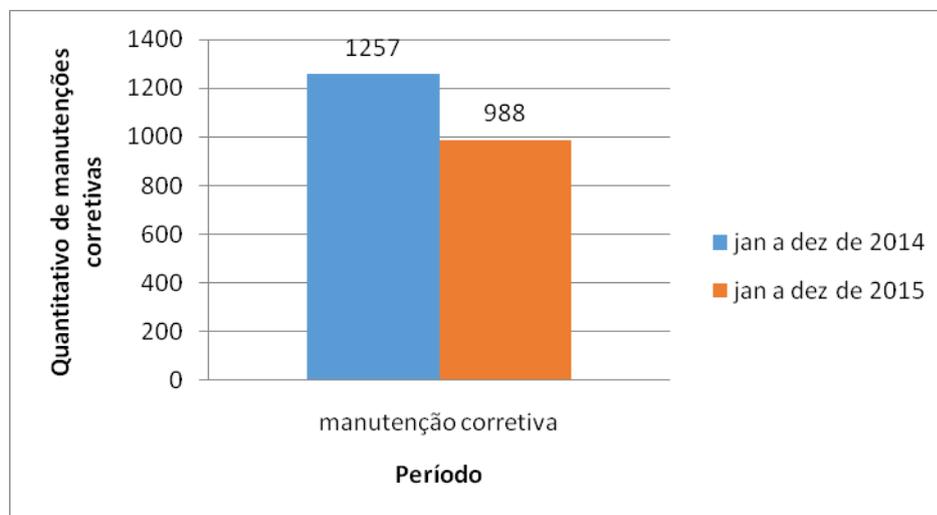
Foram instalados 281 condicionadores de ar nas Unidades Acadêmicas da UFAM em Manaus durante o período compreendido de julho de 2013 a julho de 2014.

Assim sendo, em comparação ao ano seguinte, o valor médio aproximado da quantidade de equipamentos por mês que passaram por manutenção corretiva em 2014 foi de 105 equipamentos. Comparando com o ano de 2015, essa média baixou para 83 máquinas, representando uma queda aproximada 21% no quantitativo de equipamentos.

Para Xenos (2004) a manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado, ou seja, é realizada sempre depois que a falha ocorreu.

É fato que a função manutenção exige organização, planejamento, programação, alocação de recursos físicos e financeiros, treinamento e qualidade. Apesar de a manutenção preventiva ainda apresentar necessidade de melhoria dentro do Campus, havendo de aperfeiçoar essa aplicação no dia a dia da Instituição, a manutenção corretiva apresentou melhorias no decorrer do tempo.

Gráfico 8 – Comparativo do Quantitativo de RS atendidas pela DE/PCU referente a manutenção de condicionadores de ar nos anos de 2014 e 2015



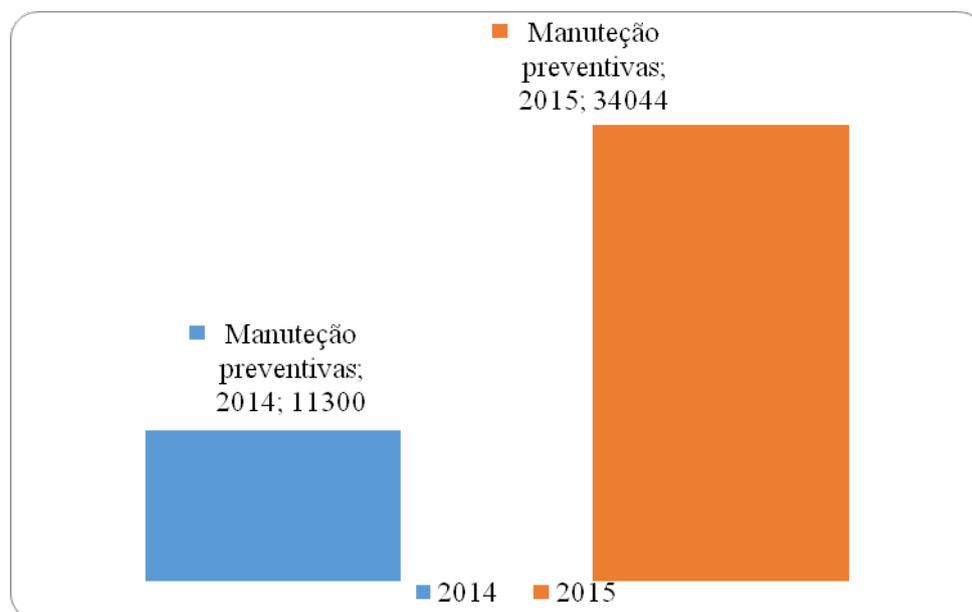
Fonte: O autor, 2017.

A redução do número de corretivas nos equipamentos deve-se à implantação do PMOC, onde houve melhor monitoramento preventivo do equipamento. Ao ser detectado qualquer parâmetro fora das condições normais de funcionamento, a equipe de manutenção realizava o procedimento de manutenção para que o equipamento não ficasse inoperante ou gerasse um dano maior, como avaria de compressor, motor do ventilador da condensadora dentre outras manutenções corretivas de maior complexidade.

7.2 Manutenções Preventivas Em Condicionadores De Ar

Com a implantação do PMOC houve um aumento expressivo no número de manutenções preventivas em 2015 quando comparado a 2014. O Gráfico 9 apresenta o gráfico comparativo em relação ao número de manutenções preventivas que foram realizadas nos referidos anos. Foram também executados, com a implantação do PMOC, serviços de manutenção preventiva semestrais, visto que o Termo de Referência anterior previa apenas manutenção corretiva. Vale ressaltar que para o ano 2014 foi contabilizado de mês de setembro a dezembro, pois foi quando o contrato entrou em vigor e que número de manutenções preventivas foi 11300 para o ano de 2014. Para o ano de 2015 foi contabilizado 34044, sendo realizadas as manutenções preventivas de janeiro a dezembro de 2015.

Gráfico 9 – Comparativo de quantidade de manutenções preventivas executadas de 2014 a 2015



Fonte: O autor, 2017.

7.3 Custo Das Manutenções Corretivas E Preventivas Em Condicionadores De Ar, Freezers, Geladeiras E Bebedouros

Segundo Mirshawka e Olmedo (1993) a manutenção corretiva é conduzida quando o equipamento falha ou cai abaixo de uma condição aceitável de operação ou desempenho. Nestas condições observou-se, junto às solicitações da Instituição em estudo, evidências em relação à manutenção corretiva de condicionadores de ar, *freezers*, geladeiras e bebedouros. Conforme Rodrigues (2015 p. 34):

(...) a contratualização tem apresentado uma avaliação positiva nos países europeus, principalmente nos resultados das metas qualitativas dos serviços prestados, conseqüentemente, melhorando os resultados dos demais indicadores, sobretudo nos países que adotaram as políticas de incentivo. (Rodrigues, 2015 p.34).

Além disso, cabe salientar, conforme Rodrigues (2015, p.68), que o contrato de gestão “faz com que o processo de prestação de contas se torne mais transparente na maioria dos países, mas teve pouco efeito sobre a responsabilidade pública para a natureza e a qualidade dos serviços prestados”.

O Pregão 001/2014 apresenta um valor global distribuído para executar manutenções corretivas e preventivas em condicionadores de ar, *freezers*, geladeiras e

bebedouros. A Tabela 3 apresenta o valor faturado para cada lote no período de setembro 2014 a setembro de 2015, período de vigência dos contratos.

Tabela 3 – Valor faturado referente ao Pregão 001/2014

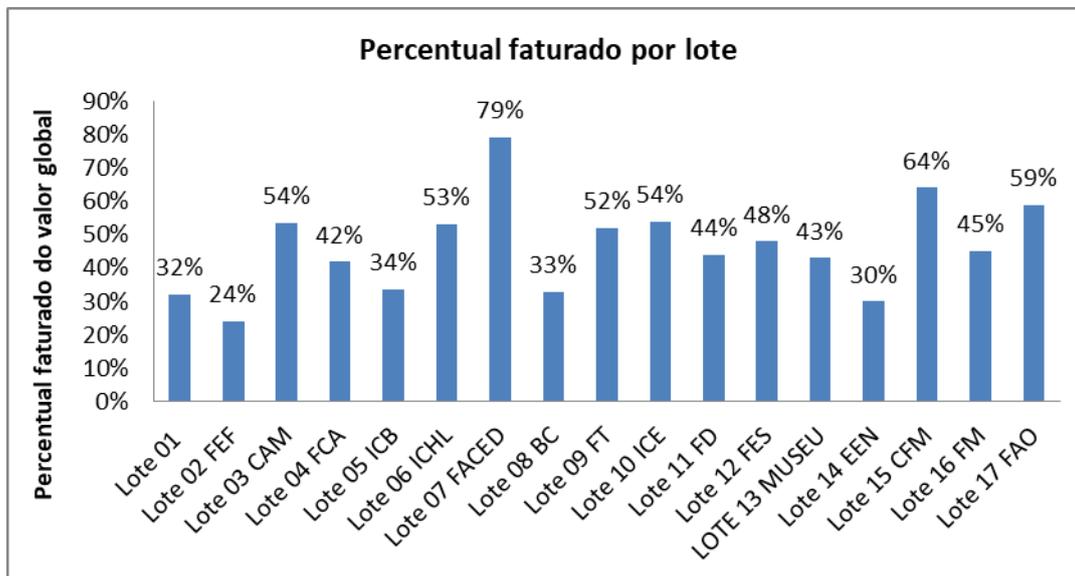
Lote	Valor Faturado/Lote	Valor Global/Lote	Percentual Faturado/Lote
Lote 01	R\$ 223.999,68	R\$ 699.999,00	32%
Lote 02 FEF	R\$ 55.178,61	R\$ 228.625,00	24%
Lote 03 CAM	R\$ 89.396,13	R\$ 167.000,00	54%
Lote 04 FCA	R\$ 225.676,02	R\$ 539.717,62	42%
Lote 05 ICB	R\$ 173.948,67	R\$ 519.005,25	34%
Lote 06 ICHL	R\$ 266.098,69	R\$ 499.999,80	53%
Lote 07 FACED	R\$ 139.380,81	R\$ 176.984,47	79%
Lote 08 BC	R\$ 54.936,23	R\$ 166.924,31	33%
Lote 09 FT	R\$ 252.468,04	R\$ 486.175,00	52%
Lote 10 ICE	R\$ 282.187,43	R\$ 527.350,00	54%
Lote 11 FD	R\$ 79.463,33	R\$ 182.187,27	44%
Lote 12 FES	R\$ 94.895,87	R\$ 196.450,00	48%
Lote 13 MUSEU	R\$ 45.105,03	R\$ 105.000,00	43%
Lote 14 EEM	R\$ 61.831,22	R\$ 207.450,00	30%
Lote 15 CFM	R\$ 125.579,16	R\$ 196.525,00	64%
Lote 16 FM	R\$ 60.637,65	R\$ 135.000,00	45%
Lote 17 FAO	R\$ 80.020,80	R\$ 135.000,00	59%
TOTAL	R\$ 2.310.803,37	R\$ 5.169.392,74	
PERCENTUAL TOTAL DO VALOR GLOBAL			45%

Fonte: O autor, 2017.

Durante o ano de 2014 foram gastos um total de R\$456.408,99 (quatrocentos e cinquenta em seis mil, quatrocentos e oito reais e noventa e nove centavos) com manutenção corretiva e preventiva de condicionadores de ar da UFAM em Manaus.

Durante o ano de 2015 foram gastos um total de R\$2.247.140,55 (dois milhões, duzentos e quarenta e sete mil, cento e quarenta e sete reais e cinquenta e cinco centavos) com manutenção corretiva e preventiva de condicionadores de ar da UFAM em Manaus.

O Gráfico 10 apresenta o percentual por lote referente ao valor faturado do valor global individual de cada lote licitado.

Gráfico 10 – Percentual faturado do valor global contrato por lote

Fonte: O autor, 2017.

Logo, observa-se que na UFAM a manutenção preventiva tem surtido efeitos positivos, mesmo que ainda necessite de melhorias no processo. Conforme Carvalho (2010) a manutenção preventiva consiste na redução de falhas ou queda do desempenho do equipamento, através de um planejamento que contempla datas específicas e em períodos pré-estabelecidos de tempo, assegurando a continuidade do funcionamento do equipamento, parando apenas em consertos programados e facilitando o cumprimento de programas de produção.

Esses pontos foram observados junto à Instituição em estudo, uma vez que houve o aumento de orçamento para manutenção corretiva e preventiva e com isso a redução das paradas ocasionadas por quebra de equipamento, proporcionando maior controle sobre a produtividade da gestão da manutenção na divisão de equipamento.

7.3 Propostas De Melhoria

De acordo com a pesquisa realizada, dados concretos como indicadores de desempenho se mostraram a melhor ferramenta para avaliar a gestão da manutenção, uma vez que os indicadores mostram a solução para os possíveis problemas e ainda são guias que permitem medir a eficácia das ações tomadas, bem como medir os desvios entre o programado e o realizado. Com a utilização dos indicadores é possível comparar ao longo do tempo, com relação dos dados coletados, sem eles é praticamente impossível avaliar o

desempenho de uma organização e identificar os seus pontos fracos. Portanto, torna-se importante que se amplie que o e-campus realize esses cálculos (quantidades de RS corretivas e preventivas e percentual que foram realizadas ou não) para que se possa avaliar os dados coletados.

8 CONCLUSÃO

Observou-se através desse estudo que o gerenciamento da gestão da manutenção da instituição estudada consiste em um processo de médio para longo prazo utilizado para formulação de estratégia organizacional, buscando o conhecimento ao ambiente ao qual a organização está inserida, conferindo uma maior racionalidade às ações da instituição no alcance da sua visão de futuro e cumprimento da sua missão institucional.

A elaboração da gestão de manutenção, preferencialmente, deve contar com a participação de toda a equipe da Divisão de Equipamento da Prefeitura do Campus Universitário, partindo da alta hierarquia para baixo. Devendo contemplar a realização da coleta dos dados para diagnóstico e análise dos procedimentos contendo elementos constituintes do plano de gestão da manutenção para elaborar os dados em Excel.

A administração pública possui características diferentes das que definem as empresas privadas. A concorrência e a busca do lucro financeiro, por exemplo, que estão presentes nas empresas privadas, não são características da administração pública.

O trabalho realizado mostra resultados de uma investigação sobre a gestão da manutenção em uma instituição pública de ensino. Esses resultados são de grande importância por gerarem maior conhecimento nesta área, visto que foi utilizado dados probabilísticos, o que possibilita generalizar os resultados encontrados na análise de dados para a instituição investigada.

Desta forma, é possível concluir que a utilização de um sistema de informação, aliado às pesquisas relacionadas ao assunto com fundamentação teórica e aplicação prática em uma instituição de ensino público federal é possível desenvolver soluções com dados concretos como indicadores de desempenho para melhor gerenciamento do processo de gestão da manutenção na Divisão de Equipamento da Universidade.

9 REFERÊNCIAS

AGUIAR, M.; GÓMEZ, J. E.; TORRES, P. **Modelamento Térmico e vibratório de uma cápsula para sensores de fibra Óptica adaptável a medições de sistemas elétricos de Potência.** 76 (157), pp. 243-250, 2009.

AHUJA, I.P.S.; KUMAR, P. Um estudo de caso da implementação de manutenção produtiva total em usinas de tubos de precisão. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, 2009 - 15 (3), pp.241-258.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO – ABRAMAN. **Documento Nacional.** 2007. Disponível em: <http://www.abramam.org.br>. Acesso em 25/05/2015.

BARDEY, D.; et al. To maintain or not maintain? What should a risk-averse decision maker do? **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. Vol. 11, nº 2, p.115-120, 2005.

BAZZO, W.A. **Introdução à Engenharia.** 6ª ed., Santa Catarina: Editora da UFSC, 2002.

BELICHES, C., MCCARTHY, D. E. **Condição-baseado Manutenção de máquinas usando modelos ocultos de Markov.** Sistemas Mecânicos e Processamento de Sinal, 14 (4), pp. 597-612, 2000.

BINECK, W. Monitorização da saúde e prognósticos - uma revisão das Paradigmas e práticas. **Int J Adv Manuf Techol** 28, Pp.1012-1024, 2009.

BERNECK, G. Métodos complexos de diagnóstico para toda a vida Extensão de transformadores de potência. **Registro da conferência de IEEE Int Simpósio sobre Isolamento Elétrico**, art. não. 4570296, pp. 132-135, 2008.

BRASIL. PMOC – **Plano de Manutenção, Operação e Controle.** Portaria No 3523, de 28 de Agosto de 1998, Ministério da Saúde. Resolução ANVISA - RE No 174 de 24 de Outubro de 2000.

BRASIL. **Portaria nº 3523**, de 28 de agosto de 1998. Ministério da Saúde: Resolução ANVISA - RE No 174 de 24 de outubro de 2000.

BRASIL. **Resolução ANVISA - RE nº 09** de 16 de janeiro de 2003. UNE-EN 13306 Terminologia de Manutenção. AENOR, Madrid, 2002.

CARVALHO, P. S. S. **Vantagens da manutenção preventiva:** um estudo de caso na empresa produtora de cal Tecnocal Ltda em Arcos – MG (Trabalho de Conclusão de Curso). Universitário de Formiga, Formiga, 2010.

CAVALCANTE, C. A. V.; et al. Sistema de apoio à decisão para o estabelecimento de política de manutenção preventiva. In: **23º Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP).** Anais. Ouro Preto /MG, 2003.

CHAN, F.T.S.; et al. Implementação da manutenção produtiva total: Um estudo de caso. **International Journal of Production Economics**, 95 (1), pp. 71-94, 2005.

DANETE, M.O. Papel do SGMC. **Tecnologias Industriais Northern Digital**, Inc, 2010.

DA SILVA, L. Implementação do padrão OSA-CBM baseado no NET *remoting*. **Journal of Scientific Instrument**. 29 (SUPPL. 2), pp. 123- 126, 2011.

DHILLON, Balbir. **Manutenção, Manutenção e Confiabilidade para Engenheiros**. CRC Press, 2006.

FLORES, K. Manutenção baseada em risco. **JR East Technical Review**, 17, pp.1-4, 2010.

FUMAGALLI, L., MACCHI, M. E.; RAPACCINI, M. Sistemas informatizados de gestão da manutenção nas PME: uma pesquisa na Itália e algumas observações para a implementação de manutenção baseada em condição. **13º Simpósio IFAC de Problemas de Controle de Informações na Produção**. Moscou, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GREEN, L., J. e NI, J. Watchdog: uma abordagem de prognóstico baseada em infotrônicos para avaliação e previsão da degradação do desempenho do produto. **Advanced Engineering Informatics** 17, pp.109-125, 2000.

HALL, C. R. et al. **Simulação: otimizando os sistemas**. São Paulo: Belge Engenharia e Sistemas, 2012.

KHATIB, A.R., ZUZHU-DONG, B. Y. Pensamentos na rede de informação futura do sistema de energia baseado na Internet Arquitetura. **Proceedings da Power Engineering Society**. Reunião de verão, Seattle, EUA, 2000.

KHAN, F.I.; HADDARA, M.M. Manutenção baseada em risco (RBM): uma abordagem quantitativa para planejamento e planejamento de manutenção / inspeção. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, 16 (6), pp.561-573, 2003

KELLY, A. **Planeamento e Controlo de Manutenção**. Butterworths, Londres, 1984.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamento de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2000.

LEITE, F. Manutenção baseada em risco - Técnicas e aplicações. **Journal of Hazardous Materials**, 142 (3), pp. 653-661, 2013.

LEÃO, M. Desenvolvimento de Um sistema de manutenção baseado em condições otimizado por dados Fusão e manutenção centrada na fiabilidade. **Fiabilidade Engenharia e Segurança do Sistema**, 95 (7), pp.786-796, 2012.

LEVRAT, E., IUNG, B., e CRESPO-MARQUEZ, A. **E-manutenção: revisão e estrutura conceitual, planejamento e controle de produção**, 19 (4), pp. 408-429, 2009.

LOCUS, et al. Processo orientado para os negócios: concepção de sistemas de planeamento de recursos empresariais (ERP). Pequenas e médias empresas. **International Journal of Production Research**, vol. 44, n. 18-19, pp. 3797-3811, 2015.

LOREN, T. e ROLF, R. Modelagem multissinal para diagnóstico. FMECA e confiabilidade, *Proceedings* da IEEE In. **Conferência sobre Sistemas, Homem E Cybernetics 3**, pp. 3026-3031, 2013.

LÓPEZ-CAMPOS, M.; GÓMEZ-FERNÁNDEZ, J.; e outros. Aplicación de as tecnologias de informação e comunicação Manutenção. **Libro de Ponentes do XII Congreso de Confiabilidad**, Madrid, Asociación Española para la Calidad, 2010.

MAIA, et al. Manutenção Predial: a prospecta de decisões a partir da gestão da informação. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. V. 8, No. 3, Dez/2016.

MCKONE, K.E.; SCHROEDER, R.G.; e CUA, K.O. **Manutenção produtiva total**: uma visão contextual. *Journal of Operations Management*, 1999 - 17 (2), pp.123-144.

MEDEIROS, D. M.; CAVALCANTE, D. G.; FERNANDES NETO, A. P. Análise da manutenção em redes elétricas: um estudo de caso em uma universidade federal. In: **VII SEPRONE**, Mossoró/RN, 2012.

MEDEIROS, Francisco de Assis da Silva. **Guia para elaboração de monografias**. 3. Ed. Manaus: FUCAPI, 2007.

MENDONÇA, H.A. **Engenharia de manutenção**: técnicas e métodos de aplicação à la fase operativa de equipamentos. Aenor, España, 2010.

MIRSHAWA, V.; OLMEDO, N.L. **Manutenção – Combate aos Custos de Não Eficácia**: a vez do Brasil. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.

MIRSHAWKA, Victor. **Manutenção preditiva**: caminho para zero defeitos. São Paulo: Makron / McGraw-Hill, 2014.

MIRANDA, E. C.; FIGUEIREDO, P. N. Dinâmica da acumulação de capacidades inovadoras: evidências de empresas de *software* no Rio de Janeiro e em São Paulo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 1, p. 75-93, jan./mar. 2010.

MORAIS, et al. Análise e otimização da gestão da manutenção em uma empresa do setor de transporte urbano do interior potiguar. In: **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Belo Horizonte/MG, 2011.

NASCIF, J. X. **Manutenção Classe Mundial**. TECEM. 2005. Disponível em: <<http://www.tecem.com.br/dwdownloads/manutenção.pdf>> Acesso em 25/05/2015.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia da Manutenção**: teoria e prática. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2009.

PINTO, Alan Kardec. Manutenção Empresarial. Revista Manutenção: Revista **oficial da ABRAMAN**. Rio de Janeiro, n. 80, mar. /abr. 2001.

RODRIGUES, Valdira Gonzaga. **Avaliação dos resultados do contrato de gestão em um complexo hospitalar universitário federal**. 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

ROS MORENO, A. **Mantenimiento industrial**. *Software* informático (1/2). Disponível em: <http://www.mailxmail.com/curso-mantenimiento-industrial-2-3/> **Mantenimiento-industrial-software-informatico-1-2**.

SANTOS, Antônio Raimundo dos. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. Rio de Janeiro: DP&A editora, 1999.

SILVA, E.L., MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SILVEIRA, A. Revisão de 62 metodologias de análise de risco de plantas industriais. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, 15 (4), pp. 291-303, 2009.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUSA et al. **Gestão da manutenção no setor de tecnologia de informação de uma Universidade Federal**. Simpósio da Engenharia de Produção da Região Nordeste, 2011.

SOUZA, W. Não vá com o fluxo: *web services* padrões de composição expostos. **IEEE Intelligent Systems**, 18 (1), 2015.

TAVARES, L.A.; CALIXTO, M.; POYDO, P.R. **Manutenção Centrada no Negócio**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional. UFAM em dados. 2015.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VIANA, H.R.G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Qualityk. Rio de Janeiro, 2012.

VIEIRA, S.J.R. **A adoção do conceito de manutenibilidade como estratégia para a inovação da gestão da manutenção civil da FIOCRUZ**. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.

WESSELS, W.E.; SAUTTER, F. **Análise de confiabilidade necessário para determinar os indicadores de condições de CBM**. Simpósio de Confiabilidade e Manutenção RAMS, 2009.

XENOS, H.G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA., 2004.

YIN, K.R. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICES E ANEXOS

ANEXO A

PORTARIA nº 3.523, de 28 de agosto de 1998

O Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 87, Parágrafo único, item II, da Constituição Federal e tendo em vista o disposto nos artigos 6º, I, "a", "c", V, VII, IX, § 1º, I e II, § 3º, I a VI, da Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990;

Considerando a preocupação mundial com a Qualidade do Ar de Interiores em ambientes climatizados e a ampla e crescente utilização de sistemas de ar condicionado no país, em função das condições climáticas;

Considerando a preocupação com a saúde, o bem-estar, o conforto, a produtividade e o absenteísmo ao trabalho, dos ocupantes dos ambientes climatizados e a sua inter-relação com a variável qualidade de vida;

Considerando a qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados e sua correlação com a Síndrome dos Edifícios Doentes relativa à ocorrência de agravos à saúde;

Considerando que o projeto e a execução da instalação, inadequados, a operação e a manutenção precárias dos sistemas de climatização, favorecem a ocorrência e o agravamento de problemas de saúde;

Considerando a necessidade de serem aprovados procedimentos que visem minimizar o risco potencial à saúde dos ocupantes, em face da permanência prolongada em ambientes climatizados, resolve:

Art. 1º Aprovar Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados.

Art. 2º Determinar que serão objeto de Regulamento Técnico a ser elaborado por este Ministério, medidas específicas referentes a padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados, no que diz respeito a definição de parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, a identificação dos poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, bem como pré-requisitos de projetos de instalação e de execução de sistemas de climatização.

Art. 3º As medidas aprovadas por este Regulamento Técnico aplicam-se aos ambientes climatizados de uso coletivo já existentes e aqueles a serem executados e, de forma complementar, aos regidos por normas e regulamentos específicos.

Parágrafo Único - Para os ambientes climatizados com exigências de filtros absolutos ou instalações especiais, tais como aquelas que atendem a processos produtivos, instalações hospitalares e outros, aplicam-se as normas e regulamentos específicos, sem prejuízo do disposto neste Regulamento.

Art. 4º Adotar para fins deste Regulamento Técnico as seguintes definições:

- a) ambientes climatizados: ambientes submetidos ao processo de climatização.
- b) ar de renovação: ar externo que é introduzido no ambiente climatizado.
- c) ar de retorno: ar que recircula no ambiente climatizado.
- d) boa qualidade do ar interno: conjunto de propriedades físicas, químicas e biológicas do ar que não apresentem agravos à saúde humana.
- e) climatização: conjunto de processos empregados para se obter por meio de equipamentos em recintos fechados, condições específicas de conforto e boa qualidade do ar, adequadas ao bem-estar dos ocupantes.
- f) filtro absoluto: filtro de classe A1 até A3, conforme especificações do Anexo II.
- g) limpeza: procedimento de manutenção preventiva que consiste na remoção de sujidade dos componentes do sistema de climatização, para evitar a sua dispersão no ambiente interno.
- h) manutenção: atividades técnicas e administrativas destinadas a preservar as características de desempenho técnico dos componentes ou sistemas de climatização, garantindo as condições previstas neste Regulamento Técnico.
- i) Síndrome dos Edifícios Doentes: consiste no surgimento de sintomas que são comuns à população em geral, mas que, numa situação temporal, pode ser relacionado a um edifício em particular. Um incremento substancial na prevalência dos níveis dos sintomas, antes relacionados, proporciona a relação entre o edifício e seus ocupantes.

Art. 5º Todos os sistemas de climatização devem estar em condições adequadas de limpeza, manutenção, operação e controle, observadas as determinações, abaixo relacionadas, visando a prevenção de riscos à saúde dos ocupantes:

- a) manter limpos os componentes do sistema de climatização, tais como: bandejas, serpentinas, umidificadores, ventiladores e dutos, de forma a evitar a difusão ou multiplicação de agentes nocivos à saúde humana e manter a boa qualidade do ar interno.
- b) utilizar, na limpeza dos componentes do sistema de climatização, produtos biodegradáveis devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.
- c) verificar periodicamente as condições física dos filtros e mantê-los em condições de operação. Promover a sua substituição quando necessária.

d) restringir a utilização do compartimento onde está instalada a caixa de mistura do ar de retorno e ar de renovação, ao uso exclusivo do sistema de climatização. É proibido conter no mesmo compartimento materiais, produtos ou utensílios.

e) preservar a captação de ar externo livre de possíveis fontes poluentes externas que apresentem riscos à saúde humana e dotá-la no mínimo de filtro classe G1 (um), conforme as especificações do Anexo II.

f) garantir a adequada renovação do ar de interior dos ambientes climatizados, ou seja no mínimo de 27m³/h/pessoa.

g) descartar as sujidades sólidas, retiradas do sistema de climatização após a limpeza, acondicionadas em sacos de material resistente e porosidade adequada, para evitar o espalhamento de partículas inaláveis.

Art. 6º Os proprietários, locatários e prepostos, responsáveis por sistemas de climatização com capacidade acima de 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 BTU/H), deverão manter um responsável técnico habilitado, com as seguintes atribuições:

a) implantar e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC, adotado para o sistema de climatização. Este Plano deve conter a identificação do estabelecimento que possui ambientes climatizados, a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade das mesmas, as recomendações a serem adotadas em situações de falha do equipamento e de emergência, para garantia de segurança do sistema de climatização e outros de interesse, conforme especificações contidas no Anexo I deste Regulamento Técnico e NBR 13971/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

b) garantir a aplicação do PMOC por intermédio da execução contínua direta ou indireta deste serviço.

c) manter disponível o registro da execução dos procedimentos estabelecidos no PMOC.

d) divulgar os procedimentos e resultados das atividades de manutenção, operação e controle aos ocupantes.

Parágrafo Único - O PMOC deverá ser implantado no prazo máximo de 180 dias, a partir da vigência deste Regulamento Técnico.

Art. 7º O PMOC do sistema de climatização deve estar coerente com a legislação de Segurança e Medicina do Trabalho. Os procedimentos de manutenção, operação e controle dos sistemas de climatização e limpeza dos ambientes climatizados, não devem trazer riscos a saúde dos trabalhadores que os executam, nem aos ocupantes dos ambientes climatizados.

Art. 8º Os órgãos competentes de Vigilância Sanitária farão cumprir este Regulamento Técnico, mediante a realização de inspeções e de outras ações pertinentes, com o apoio de órgãos governamentais, organismos representativos da comunidade e ocupantes dos ambientes climatizados.

Art. 9º O não cumprimento deste Regulamento Técnico configura infração sanitária, sujeitando o proprietário ou locatário do imóvel ou preposto, bem como o responsável técnico, quando exigido, às penalidades previstas na Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977, sem prejuízo de outras penalidades previstas em legislação específica.

Art. 10. Esta Portaria entra em vigor na data da sua publicação, revogadas as disposições em contrário

JOSÉ SERRA