

# **PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM) EM UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

Rayane Araújo Lima (Universidade Federal do Ceará) rayanearaujo@alu.ufc.br

Carla Amanda Matos Lima (Universidade Federal do Ceará) amandamtsl@alu.ufc.br

Hévilla Souza Oliveira (Universidade Federal do Ceará) hevillasouza@alu.ufc.br

Daiane de Oliveira Costa (Universidade Federal do Ceará) daianecosta@ufc.br

Vicente Mateus da Silva Paz (Universidade Federal do Ceará) vicentemateus21@gmail.com

## **Resumo**

Com o passar dos anos o mercado transformou-se em um ambiente altamente competitivo. Este fato ocasionou o acirramento entre empresas do mesmo ramo em busca de suprir as necessidades dos clientes e ganhar espaço. Assim, a implantação e efetividade das atividades de manutenção tornaram-se um dos fatores fundamentais para o alcance da redução de desperdícios nas organizações e aumento dos seus lucros, possibilitando o destaque destas frente aos seus concorrentes. O presente estudo possui como objetivo a elaboração de um modelo de Planejamento e Controle da Manutenção para os equipamentos de ar-condicionado da UFC - Campus Russas, visando uma maior eficiência do sistema de refrigeração da instituição. O procedimento aplicado caracteriza-se como estudo de caso de abordagem qualitativa. Para a adequação das metodologias do PCM à instituição, foi realizado um modelo de tagueamento para os aparelhos de ar-condicionado, padronizou-se as ordens de serviço e o cadastro dos diferentes modelos de aparelhos, bem como sua análise de criticidade. Também foi proposto a elaboração de um histórico de falhas e manutenções efetuadas, a capacitação de mantenedores, além de um plano de manutenção preventiva e o uso de indicadores. Diante do estudo, percebeu-se a importância do PCM para a instituição, visto que ele permitirá um maior controle sobre a vida útil dos equipamentos, redução do número de defeitos e quebras, uma maior restrição dos custos com paradas e manutenções, além de garantir mais conforto para os alunos e servidores da instituição.

**Palavras-Chaves:** PCM. Análise de criticidade. Plano de Manutenção.

## **1. Introdução**

Com o passar dos anos o mercado transformou-se em um ambiente altamente competitivo. Este fato ocasionou o acirramento entre empresas do mesmo ramo em busca de suprir as necessidades dos seus clientes e ganhar espaço. Assim, os serviços de manutenção tornam-se imprescindíveis, uma vez que proporcionam uma maior redução dos desperdícios, diminuição da taxa de falhas do processo, bem como do tempo de produção e entrega, fornecendo à organização meios para se sobressair frente aos concorrentes.

Para isso, é importante o uso de metodologias que busquem a melhoria contínua dos processos de forma a realizar o gerenciamento dos recursos disponíveis, definindo estratégias para aumentar o desempenho do sistema.

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) tem como objetivo assegurar confiabilidade dos insumos do processo produtivo de forma a elevar a disponibilidade dos ativos, maximizando a produtividade da organização. Esta atividade de gestão da manutenção se dá por meio de ações estratégicas que gerenciam os serviços de manutenção de modo a direcionar as ações aos propósitos que atendem às necessidades do negócio (SOUZA, 2008).

O Diário Comércio Indústria & Serviços (2018) afirma que embora a crise econômica tenha afetado os fabricantes de ar-condicionado, em 2017 houve um progresso nas vendas dos aparelhos “splits” em 24%, o que representa uma recuperação moderada deste setor, estabelecendo uma expectativa de crescimento para os anos posteriores. Este fato ocorre devido à sensação de conforto e bem-estar que ambientes climatizados proporcionam, impactando no rendimento e eficiência dos locais de trabalho, justificando a importância do uso destes aparelhos.

Logo, o presente estudo possui como objetivo a elaboração de uma proposta para implantação do PCM para os equipamentos de ar-condicionado da UFC - Campus Russas, visando um aumento na eficiência do sistema de refrigeração da instituição. O propósito é assegurar que as práticas de manutenções ocorram no momento adequado, reduzindo o índice de quebra dos equipamentos e aumentando a sua vida útil, além de garantir mais conforto para os alunos e servidores da instituição.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 A importância da manutenção**

A manutenção consiste, de acordo com a NBR 5462, na “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 6).

Nos últimos anos a manutenção tem deixado de ser uma atividade de reparo voltada à correção de defeitos de máquinas e equipamentos, tornando-se uma estratégia presente no processo produtivo e que proporciona à organização o alcance de seus resultados.

Frente a isto, Viana (2002, p. 5) assegura que “a manutenção não pode se limitar a apenas corrigir problemas cotidianos, mas deve perseguir sempre a melhoria constante”, assim, a qualidade dos produtos é alcançada através do aperfeiçoamento dos processos, eliminando ao máximo os defeitos provenientes das falhas dos equipamentos e garantindo segurança e maior lucratividade. Um dos meios para o alcance desses objetivos consiste na aplicação de conceitos do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).

### **2.2 PCM**

Carvalho et al. (2009) definem o PCM como um conjunto de ações com a finalidade de preparar, programar e verificar os resultados obtidos com as atividades de manutenção e assegurar a correção dos desvios para que as metas da empresa sejam alcançadas.

O setor de PCM, de acordo com Carvalho et al. (2009), possui como atribuições o controle de informações e avaliação de resultados para o auxílio na tomada de decisão dos gerentes de Produção, Operação e Manutenção. Portanto, Carvalho et al. (2009) e Viana (2002) indicam que o PCM é um órgão de *staff*, capaz de fornecer o suporte necessário às operações de manutenção e assim possuir proximidade direta com todos os departamentos de produção.

O modelo de prática empresarial adotada pelo PCM direciona todas as atividades das organizações a uma busca por processos continuamente melhores que estejam inter-relacionados aos objetivos estratégicos da empresa.

Dado que a organização das atividades de manutenção é uma tarefa complexa, Viana (2002) define quatro etapas fundamentais (Figura 1) a serem realizadas no PCM.

Figura 1 - Etapas do PCM

Etapas do PCM
Organização da manutenção;
Cadastros necessários ao PCM;
Planos de Manutenção;
Planejamento e Controle da Manutenção;

Fonte: Adaptado de Viana (2002)

## 2.2.1 Organização da manutenção

### 2.2.1.1 Tagueamento

O primeiro passo do PCM é o tagueamento, que se enquadra na etapa de organização da manutenção. Segundo Hünemeyer (2017), o termo tagueamento em manutenção é utilizado para etiquetar os ativos de uma empresa e classificá-los segundo níveis hierárquicos. Carvalho et al. (2009) garantem que a utilização desta técnica possibilita localizar o equipamento em áreas operacionais, pois se torna cada vez mais necessário o controle setorizado das áreas de produção e a maior organização da manutenção.

Este deve seguir características estabelecidas por padrões de codificação, como mostra a Figura 2:

Figura 2 - Características do tagueamento

Características do tagueamento
Unicidade: garante um código diferente para cada item;
Simplicidade: uso de poucos caracteres;
Formato padronizado, estruturado em um padrão lógico;
Classificável: para agrupar materiais e máquinas com características semelhantes;
Expansivo: planejado para suportar o crescimento da empresa;
Operacional: para oferecer praticidade e robustez no uso;
Versátil: aplicações variadas;

Fonte: Adaptado de Gasnier et al. (2007) apud Hünemeyer (2017)

Viana (2002) e Carvalho et al. (2009) citam que é possível ocorrer uma extração de informações mais fácil de uma determinada Tag (número de quebra, disponibilidade do equipamento, obsolescência, etc.), quando ocorre um tagueamento bem especificado e organizado.

### 2.2.1.2 Ordem de serviço

Após a elaboração do tagging, Viana (2002) aponta que é necessária a escolha do fluxo do serviço de manutenção e a classificação das Ordens de Serviço (OS) que chegam ao PCM de acordo com seu impacto na produção. Também classificada dentro da etapa de organização da manutenção, a OS pode ser definida em quatro modalidades, conforme a Figura 3:

Figura 3 - Modalidade de uma OS

Modalidades de uma Ordem de Serviço
Solicitação de Serviço (SS) aberta pela operação de algum equipamento;
Ordem de Manutenção (OM) estabelecidas por meio dos planos de manutenção;
Ordem aberta pelo executante por meio de emergências;
Ordem via inspeção no campo;

Fonte: Adaptado de Viana (2002)

Carvalho et al. (2009) expressa que a OS possui um ciclo de vida, composto pelas fases: não iniciada, programada, iniciada, suspensa e encerrada. Tudo referente a esta autorização de trabalho deve ser registrado para que a tomada de decisão do programador da manutenção seja simplificada e um histórico referente ao funcionamento do equipamento seja elaborado.

### 2.2.2 Cadastros necessários

#### 2.2.2.1 Análise de criticidade

Considerada como a segunda fase do PCM, onde se realizam todos os cadastros necessários logo após o reconhecimento dos componentes existentes. É um *input* importante para embasar a tomada de decisão durante a gestão de risco dos ativos, pois é onde ocorre a priorização dos equipamentos para posterior execução de ações planejadas.

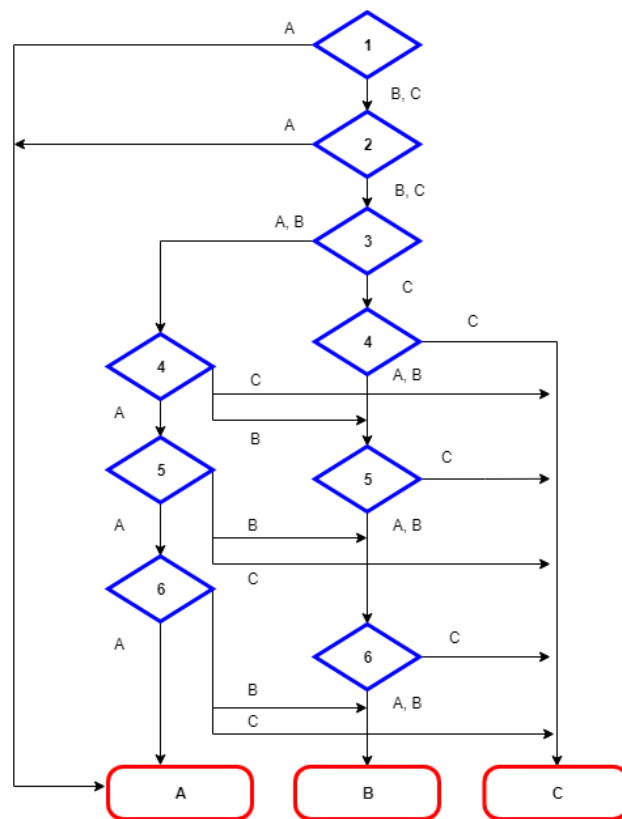
De acordo com Costa (2013), é necessário um estudo de cada área e ativos físicos existentes frisando na análise de criticidade, uma vez que sem este detalhamento é improvável conseguir estabelecer um plano de manutenção que forneça uma redução dos custos e aumento da disponibilidade e vida útil dos equipamentos.

Os ativos devem ser diferenciados em críticos e não críticos mediante aspectos como interferência na parada de produção, perda de faturamento, perda de qualidade, dentre outros, para desta forma analisar o impacto de sua indisponibilidade a partir da designação do tempo em que ele poderá ficar inoperante devido a uma parada inesperada (HÜNEMEYER, 2017).

Existem metodologias que auxiliam na classificação dos ativos, como o método ABC, mostrado por Dynamox (2019), onde se utiliza um sistema de classificação baseado na gravidade da ocorrência das falhas mediante níveis pré-definidos de impacto, determinando o nível de criticidade dos equipamentos, bem como o tipo de manutenção a ser realizado por meio de um fluxograma decisional (Figura 4). Assim, as máquinas serão classificadas mediante os seguintes níveis:

- A: equipamentos com alta criticidade;
- B: equipamentos que possuem criticidade moderada;
- C: equipamentos com baixa criticidade.

Figura 4 - Fluxograma decisional para definição do nível de criticidade



Fonte: Dynamox (2019)

### 2.2.3 Planos de manutenção

Segundo Viana (2002), os planos de manutenção consistem em um planejamento do conjunto de atividades e informações necessárias para direcionar a manutenção preventiva. Algumas informações fundamentais para a elaboração das ordens de manutenção são definidas no Quadro 1.

Quadro 1 - Informações importantes para elaboração da ordem de manutenção

<b>ORDEM DE MANUTENÇÃO</b>	
<b>Título do plano de manutenção</b>	Importante para relacionar o plano com a tag do equipamento
<b>Grupo de máquina</b>	Refere-se a família na qual o plano irá ser efetuado
<b>Periodicidade</b>	Intervalo de tempo em que será criada uma ordem de manutenção
<b>Tipo de dia</b>	Determinação se será realizada em dias úteis ou corridos
<b>Data da ativação</b>	Marco inicial da execução do plano de manutenção
<b>Equipe de manutenção</b>	Refere-se aos responsáveis por efetuar as atividades relacionadas a manutenção
<b>Planejador</b>	Responsável pela criação do plano
<b>Material de consumo</b>	Insumos necessários para realizar as atividades da ordem
<b>Especialidades</b>	Delegação dos mantenedores que irão fazer as tarefas
<b>EPI's</b>	Equipamentos de proteção individual que os colaboradores obrigatoriamente devem usar
<b>Ferramentas</b>	Instrumentos indispensáveis para a manutenção
<b>Equipamentos de apoio</b>	Maquinário auxiliares para a efetividade da manutenção

Fonte: Adaptado de Viana (2002)

### 2.2.3.1 Manutenção produtiva total

Na terceira fase do PCM encontra-se a Manutenção Produtiva Total (TPM) que, para Singh et al. (2013), trata-se de uma abordagem inovadora à manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina falhas e promove a manutenção autônoma do operador nas atividades diárias, assim, objetiva melhorar a produtividade e a qualidade, juntamente com o aumento da moral dos funcionários e satisfação no trabalho.

Segundo Kigsirisin et al. (2016), Nagajima, um dos principais colaboradores da TPM, indica que para atingir seu objetivo, a implementação dessa política deve ser feita através da estratégia dos oito pilares, cuja descrição é sintetizada por Kardec e Nascif (2009), conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Pilares da TPM

PILAR	OBJETIVO
Melhoria focada	É focar na melhoria global do negócio. Desse modo, procura-se reduzir os problemas para melhorar o desempenho.
Manutenção autônoma	Autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões, conscientização da filosofia TPM.
Manutenção planejada	Significa ter realmente o planejamento e controle da manutenção.
Educação e treinamento	Ampliação da capacitação técnica, gerencial, comportamental do pessoal de manutenção e operação.
Controle inicial	Estabelecimento de um sistema de gerenciamento.
Manutenção da qualidade	Estabelecimento de um programa de zero defeito.
TPM <i>office</i>	Estabelecimento de um programa de TPM nas áreas administrativas, visando o aumento de sua eficiência.
Segurança ou SHE	Estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente.

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009)

#### 2.2.4.1 Manutenção autônoma

A Manutenção Autônoma consiste em um dos pilares da TPM e possui o intuito de prover altos níveis de produtividade no ambiente de trabalho por intermédio de atividades realizadas pelos próprios operadores. Ela “permite detectar e tratar pequenas anomalias antes que elas se desenvolvam e conduzam a falha do equipamento” (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2011, p. 240)

Na TPM, os operadores passam a executar tarefas mais simples de manutenção, como limpeza e lubrificação, uma vez que estes possuem maiores conhecimentos sobre os equipamentos que utilizam e podem, com isso, aumentar a confiabilidade destes, propiciando uma melhoria contínua (LIMA, SANTOS e SAMPAIO 2010).



### **3. Metodologia**

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

O procedimento aplicado a este estudo caracteriza-se como estudo de caso, embasado por uma revisão bibliográfica e entrevistas com os colaboradores, que proporcionaram um conhecimento aprofundado do contexto atual acerca do cenário das manutenções na instituição.

Dada a coleta de informações, utilizou-se da abordagem qualitativa, uma vez que foi baseada em informações coletadas subjetivamente, por meio da análise crítica dos autores e entrevistados, sem o uso de métodos numéricos e quantitativos.

Este estudo possui como propósito a aplicação de conhecimentos de modo a contribuir para a resolução de um problema particular através da implantação do plano proposto. Logo, a classificação quanto à natureza apresenta-se como aplicada (GIL, 2008; CERVO, BERVIAN, 2002).

Além disso, possui caráter exploratório, uma vez que foi feito o estudo de possíveis soluções para os problemas atuais da organização conjuntamente à proposição de medidas para a implantação de procedimentos do PCM.

#### **3.2 Coleta de dados**

O presente estudo foi realizado na Universidade Federal do Ceará - Campus Russas, com foco na aplicação dos conceitos de manutenção no sistema de refrigeração, mais precisamente, os aparelhos de ar-condicionado.

A princípio ocorreram entrevistas informais junto aos funcionários da prefeitura da unidade, onde os referidos relataram que atualmente não se possui uma equipe de manutenção dos seus equipamentos, onde os funcionários contratados para os demais setores realizam atividades paliativas como limpeza a cada três meses ou, em casos mais graves, ocorre a contratação externa.

Em virtude do ato de manutenção suceder a quebra ou falha do equipamento, ou seja, da atual estratégia de manutenção adotada ser a corretiva, a instituição declarou não reconhecer a necessidade da elaboração de um histórico de falhas, que pudessem embasar um plano de manutenção.

Diante disso, optou-se pela aplicação dos conceitos do PCM, dado o suporte nas atividades de manutenção e padronização dos processos para a criação de um histórico de falhas, bem como os reparos efetivados.

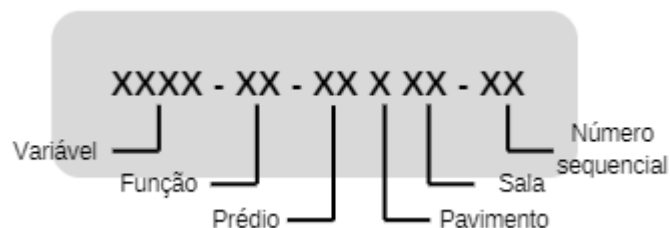
Para a realização da proposta de implantação estabeleceu-se como modelo a ser seguido o proposto por Viana (2002), adaptando conceitos e metodologias ao cenário da instituição. O estudo foi finalizado com a proposição de melhorias, relato das dificuldades e benefícios esperados.

## 4. Proposta de Implantação do PCM

### 4.1 Tagueamento

Inicialmente realizou-se a proposição do tagueamento dos itens para facilitar a identificação. Para isso, foi formulada uma regra de padronização das *tags* (Figura 5).

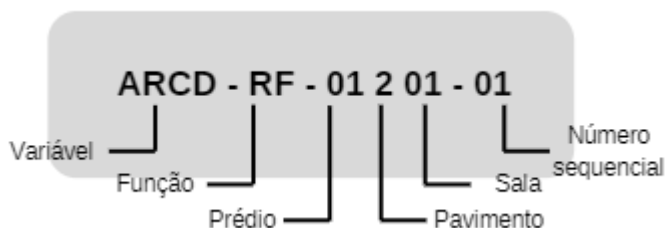
Figura 5 - Regra para a padronização das *tags*



Fonte: Autores (2019)

Baseado neste modelo, foi proposto a aplicação da *tag* em um equipamento da instituição (Figura 6), o aparelho que possui como função principal a refrigeração do ambiente, localizado no primeiro prédio listado na planta do Campus, no segundo pavimento e presente na sala 01, situado mais próximo da entrada do cômodo.

Figura 6 - Exemplo da aplicação da *tag*




Fonte: Autores (2019)

### 4.2 Ordens de serviço

Posteriormente, elaborou-se uma OS, visto a necessidade de controle das manutenções realizadas. Dentre as informações apresentadas, encontra-se o tipo de manutenção executada, suas datas e atividades realizadas. O modelo apresentado na Figura 7 descreve os dados necessários para aprová-las ou não.

Figura 7 - Modelo da OS

 <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ</b> <b>ORDEM DE SERVIÇO</b>			
DATA DE SOLICITAÇÃO:		Nº OS:	
DATA DA REALIZAÇÃO:		TAG:	
DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO:			
MOTIVO:			
ATIVIDADE SUGERIDA:			
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO A SER REALIZADO:			
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>			
OBSERVAÇÕES:			
<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>			
<div style="border-top: 1px solid black; width: 200px; margin: 0 auto;"></div> MANTENEDOR RESPONSÁVEL			
APROVAÇÃO:			
<div style="border-top: 1px solid black; width: 150px; margin: 0 auto;"></div> SUP. DE MANUNTEÇÃO		<div style="border-top: 1px solid black; width: 150px; margin: 0 auto;"></div> PREFEITO DO CAMPUS	

Fonte: Autores (2019)


### 4.3 Cadastros

Durante a realização das solicitações da OS, bem como das manutenções, se faz necessário conhecer o equipamento em que as atividades serão realizadas. Deste modo, sugere-se a elaboração de um documento para realizar o cadastro dos diversos modelos de ar-condicionado existentes.

O documento deve conter informações como: local onde estão situados, suas quantidades, principais características técnicas e fotos para facilitar a sua distinção, conforme a Figura 8.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – CAMPUS RUSSAS

**CADASTRO DE EQUIPAMENTOS – SISTEMA DE AR CONDICIONADO**



<b>MODELO:</b>	
<b>QUANTIDADE EXISTENTE NO CAMPUS:</b>	
<b>SALAS QUE POSSUEM ESTE MODELO:</b>	

**IMAGENS DO EQUIPAMENTO:**

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**


**RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE:**

*(PARA MAIORES INFORMAÇÕES, CONSULTE O MANUAL ANEXADO A ESTE DOCUMENTO)*

**OBSERVAÇÕES:**

#### 4.4 Análise de criticidade

Para a realização dessa atividade, primeiramente deve ocorrer a segregação dos aparelhos de acordo com o nível de criticidade, por meio de uma avaliação qualitativa mediante critérios previamente estabelecidos baseado no método ABC. Os critérios que irão distinguir os equipamentos em tais níveis estão especificados no Quadro 3.

Quadro 3 - Análise de criticidade dos equipamentos

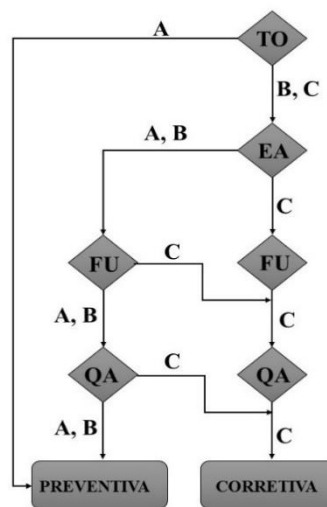
	ALTA (A)	MÉDIA (B)	BAIXA (C)
<b>Taxa de Ocupação (TO)</b>	A sala é ocupada em sua integridade durante os turnos de funcionamento	Em alguns horários a sala é ocupada em sua integridade, porém em outros momentos a ocupação é reduzida	Em todos os horários de funcionamento da sala, a mesma não é ocupada em sua integridade
<b>Eficiência do Aparelho (EA)</b>	O aparelho possui uma boa eficiência, consumindo menos energia	O aparelho possui eficiência intermediária, consumindo mais energia do que o necessário	O aparelho possui baixa eficiência e produz um maior consumo de energia
<b>Frequência do Uso (FU)</b>	A sala é utilizada por 3 turnos	A sala é utilizada por 2 turnos	A sala é utilizada por 1 turno
<b>Quantidade de Aparelhos no Ambiente (QA)</b>	Todos os aparelhos do ambiente estão funcionando como o esperado	Uma parte dos aparelhos está funcionando devidamente, no entanto outros estão apresentando falha	Todos os aparelhos do ambiente estão apresentando algum tipo de falha, necessitando de manutenção

Fonte: Adaptado de Dynamox (2019)

#### 4.5 Classificação dos ativos em termo de criticidade

Nesta fase, deve-se utilizar o fluxograma decisional (Figura 9) elaborado para definir qual tipo de manutenção ocorrerá no equipamento analisado em conjunto com o quadro da análise de criticidade.

Figura 9 - Fluxograma decisional




Fonte: Adaptado Dynamox (2019)

#### 4.6 Registro de histórico

A instituição não possui registro de histórico de falhas, o que resulta em uma carência de informações sobre período passados. Portanto, para um maior controle das irregularidades no funcionamento dos ar-condicionados, elaborou-se um modelo para o registro do histórico de falhas. Este registro deve ser feito para cada equipamento, onde o mantenedor precisará explicitar todas as informações solicitadas, como mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Modelo para o registro do histórico de falhas


Histórico de falhas do sistema de refrigeração				
Equipamento ( <i>tag</i> ): _____		<b>Univerisdade Federal do Ceará</b> <b>Campus Russas</b> 		
Data da falha	Motivo falha	Dia do reparo	Tempo para o reparo	Manutentor
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Fonte: Autores (2019)

#### 4.7 Equipes de manutenção

Atualmente a empresa contrata terceiros para a realização das atividades de manutenção corretiva. Todavia, tendo em vista a quantidade de colaboradores disponíveis na instituição que podem exercer a função de manutentor, sugere-se a seleção e capacitação dos funcionários para realizar tais atividades, onde eles devem efetuar a manutenção autônoma, que pode resultar na redução dos custos direcionados a estas operações. Para pôr em prática tal sugestão, elaborou-se um plano de ação para capacitação das equipes selecionadas, conforme a Figura 11.

Figura 11 - Plano de ação para capacitação das equipes de manutenção

Capacitação para as atividades de manutenção		
Equipe: _____		Universidade Federal do Ceará Campus Russas 
Data	Assunto abordado	Por que abordar esse assunto?
01/07/2019 (período da manhã)	Importância da manutenção	Os operadores devem conhecer a importância da realização da manutenção nos equipamentos de uma instituição e como isso impacta na eficiência e redução de custos da mesma
01/07/2019 (período da tarde)	PCM	O PCM torna possível explicitar a visão geral do planejamento e controle da manutenção, isso ajudará aos colaboradores criarem uma visão do objetivo final desta capacitação
02/07/2019 (período da manhã)	Tagueamento	Os operadores devem ser capazes de registrar e identificar o aparelho que danificou por meio da sua tag ao ser solicitado por outro operador, e caso um novo plano de manutenção seja feito o mesmo deve saber taguear um equipamento, ou seja, criar tags para os aparelhos baseados nas novas perspectivas
02/07/2019 (período da tarde)	Ordem de serviço	O funcionário deve ser capaz de solicitar uma ordem de serviço dado o modelo já aplicado e identificar qual problema o aparelho apresenta
03/07/2019 (período da manhã)	Análise de criticidade	Para realizar a análise de criticidade, o colaborador deve entender a importância da mesma e possuir a capacidade de efetivá-la
03/07/2019 (período da manhã) e 04/07/2019	Como realizar a manutenção nos equipamentos	Uma das etapas mais cautelosas e importantes, pois aqui o operador deverá aprender como realizar a manutenção, a ordem de montagem e desmontagem do aparelho, bem como os procedimentos cabíveis a cada reparo e/ou manutenção

Fonte: Autores (2019)

#### 4.8 Plano de manutenção

O plano recomendado deve ser constituído pelos dados coletados anteriormente e apresentar informações relevantes como a descrição do equipamento, o intervalo de tempo entre as manutenções, os insumos necessários para efetuar as atividades e os procedimentos realizados. O modelo elaborado pelos pesquisadores foi baseado nas informações descritas como essenciais por Viana (2002) e está descrito na Figura 12:

Figura 12 - Modelo de plano de manutenção preventiva

 <b>PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA</b>	TAG DO EQUIPAMENTO:  PERIODICIDADE:  DATA DE INÍCIO:		
SERVIÇOS: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div>			
EQUIPE DE MANUTENÇÃO <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 5px;"></div>	INSUMOS: MATERIAL DE CONSUMO <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 5px;"></div>	FERRAMENTAS <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 5px;"></div>	EPI's <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 5px;"></div>
OBSERVAÇÕES: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div>			
_____ PLANEJADOR			

Fonte: Autores (2019)

#### 4.9 Indicadores

Dada a proposta do plano de manutenção e a elaboração de um histórico, surge a necessidade da criação de indicadores para medir a efetividade do projeto após a sua implantação. Os indicadores propostos para viabilizar a avaliação de desempenho da universidade e suas definições são mostrados na Figura 13.

Figura 13 - Indicadores

INDICADOR	DEFINIÇÃO
<b>Índice de gastos com quebra de aparelhos</b>	Cálculo de todos os gastos obtidos com quebra dos aparelhos
<b>Ocorrência de problemas</b>	Quantidade de problemas que ocorreram mesmo após implantação de manutenções preventivas
<b>Indisponibilidade</b>	Calculado através do tempo médio que os equipamentos ficam parados, sem funcionar, esperando reparo
<b>Tempo médio entre falhas</b>	Avaliado através do cálculo das médias do tempo que um equipamento leva para falhar
<b>Tempo médio para reparo</b>	Medido por meio da média do tempo para a realização de um reparo do equipamento

Fonte: Autores (2019)



A análise de tais indicadores deve ser feita em comparativo com períodos anteriores, pois se forem ineficientes diante dos dados passados, é conveniente que uma nova estratégia de manutenção seja elaborada.

## **5. Análise e discussão dos resultados**

O estudo de caso aplicado neste trabalho propôs a implantação do PCM, baseado na estruturação e organização das suas principais atividades para alcançar o melhor funcionamento do sistema de refrigeração analisado.

O tagueamento facilitará a localização dos equipamentos, portanto, sugere-se acrescentar as etiquetas em cada ar-condicionado do Campus nas plantas baixas. Além disso, se faz necessário adicionar esta etiqueta a cada aparelho, em um local padrão que permita uma fácil identificação e auxílio aos colaboradores. Foi proposto também um documento para realizar o cadastro e arquivamento dos modelos de ar-condicionado, o qual deve ser armazenado na sala da prefeitura do Campus, anexado ao manual de instruções para cada modelo existente.

Com o intuito de obter um requerimento de manutenção padronizado, espera-se também o estabelecimento efetivo das OS após a aprovação da referida, onde a etapa seguinte é a programação da manutenção sugerida, devendo esta ser executada e adicionada ao histórico de manutenções.

Outro ponto abordado foi a necessidade de realização da análise de criticidade dos equipamentos de ar-condicionado, a qual exprime o impacto que o ativo possui dentro do sistema. De acordo com os parâmetros listados na análise de criticidade é possível realizar a escolha do ato de manutenção que proporcione o aumento na confiabilidade dos equipamentos. Por se tratar de uma universidade pública que depende de investimentos do governo e de licitações para que ocorram atividades em sua infraestrutura, definiu-se que as manutenções mais viáveis para sua realidade seriam a preventiva ou a corretiva, visto que a manutenção preditiva requer um maior acompanhamento, necessitando de recursos financeiros, além de insumos como mão-de-obra e equipamentos que provavelmente não estariam disponíveis no Campus.

Outra recomendação diz respeito ao registro de um histórico de manutenções, visto que este é fundamental para o gerenciamento e tomada de decisões. Segundo Viana (2002), um banco de dados organizado é uma poderosa arma de pesquisa que fornece referências para escolhas a

respeito de projeto de engenharia, análise de fornecedores de sobressalentes, melhoria da manutenibilidade e mensuração de indicadores para tomada de decisão.

Sobre as equipes de manutenção, foi considerada a possibilidade de se trabalhar com a manutenção autônoma, na qual o operador torna-se capaz de realizar a lubrificação, limpeza e desempenhar os procedimentos com o máximo de cuidado necessário. Espera-se, com isso, uma redução dos índices de quebras dos equipamentos.

Devido à importância da padronização e a necessidade de um escopo a ser seguido, bem como a utilização de forma correta das informações coletadas, espera-se que o modelo do plano de manutenção proposto neste estudo seja instaurado e seguido por todos os colaboradores da instituição, assim, através dos indicadores sugeridos, o gestor do Campus será capaz de avaliar a eficiência do plano de manutenção e seu impacto nos custos com quebra de equipamentos.

## **6. Conclusão**

O objetivo deste artigo foi a elaboração de um modelo de PCM para uma instituição de ensino, com intuito de garantir uma maior eficiência na manutenção dos equipamentos. As limitações desta pesquisa podem ser explicitadas em: inexistência de um histórico de dados que permitisse a realização de um estudo quantitativo e dificuldade de localizar materiais relacionados ao assunto.

Os resultados voltaram-se à elaboração de modelos para o tagging, padronização das OS, cadastros dos equipamentos já existentes na instituição e classificação dos ativos em termos da criticidade para fomentar o auxílio às equipes de manutenção. Criou-se ainda propostas para o registro de histórico e o plano de manutenção, bem como um plano de ação contendo as etapas e datas para um possível treinamento das equipes, tornando os colaboradores aptos às atividades mantentoras. Por fim, definiu-se indicadores capazes de avaliar o desempenho do plano proposto.

Diante disso, é factível afirmar que o objetivo proposto inicialmente foi alcançado, pois o plano de manutenção elaborado se adaptada à realidade da universidade estudada. O PCM permitirá um maior controle sobre a vida útil dos equipamentos, redução do número de defeitos e quebras, bem como dos custos com paradas e manutenções.

Para trabalhos futuros sugere-se a implantação e realização da análise de eficiência do plano proposto, quantitativamente, por meio do acompanhamento das manutenções e troca de peças durante um período determinado. Este período deve ser definido de modo que permita verificar

se houve a ocorrência de uma menor taxa de quebra, menos gastos com manutenção e mais estabilidade na vida dos equipamentos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2002.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

CARVALHO, André Moreira de; GOMES, Geraldo Messias; BORGES, Márcio de Castro; FERREIRA JÚNIOR, Nilton Bráz. **Implantação de sistema informatizado para Planejamento e Controle da Manutenção - Empresa Vileflex**. Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) e Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas (FAENG). Governador Valadares, MG, 2009.

DCI. **Indústria de ar-condicionado espera crescer com demanda residencial**. Disponível em: <<https://www.dci.com.br/industria/industria-de-ar-condicionado-espera-crescer-com-demanda-residencial-1.701236>>. Acesso em: 26 de jun. 2019.

DYANMOX. **Criticidade de equipamentos na indústria: como definir prioridades na manutenção**. Disponível em: <<https://dynamox.net/criticidade-de-equipamentos-na-industria/>>. Acesso em: 20 de Jun. 2019.

FOGLIATTO, Flávio Sanson.; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HÜNEMEYER, Felipe Jacó. **Proposta de implantação das funções de Planejamento e Controle da Manutenção (pcm) em uma linha de produção**. Centro Universitário Univates. Curso de Engenharia de Produção. Lajeado, 2017.

KARDEC, Alan; NASEIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Quaitymark: Petrobrás, 2009.

LIMA, José Ricardo Tavares de; SANTOS, Alex Alisson Bandeira; SAMPAIO, Renelson Ribeiro. **Sistemas de gestão da manutenção - uma revisão bibliográfica visando estabelecer critérios para avaliação de maturidade**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, SP, 2010.

KIGSIRISINA, Soraphon; PUSSAWIROA, Sirawit; ONURAI, Noohawmb. **Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant**.

Procedia Engineering vol. 154, 2016 p. 260 – 267.

SINGH, Ranteshwar; GOHIL, Ashish M; SHAH, Dhaval B; DESAI, Sanjay. **Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study**. Procedia Engineering vol. 51, 2013 p. 592 – 599.

SOUZA, José Barrozo. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): uma abordagem analítica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2008.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora. 2002.