



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DA BAHIA - CAMPUS JEQUIÉ
ENGENHARIA MECÂNICA

DANTON RÔMULO DA COSTA PITOMBO

PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PMOC - PLANO DE MANUTENÇÃO,
OPERAÇÃO E CONTROLE NOS AR CONDICIONADORES EM UMA INSTITUIÇÃO DE
ENSINO SUPERIOR

JEQUIÉ-BA
2023

DANTON RÔMULO DA COSTA PITOMBO

**PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PMOC - PLANO DE
MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE NOS AR
CONDICIONADORES EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao corpo docente Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau .

Orientadora: Prof. Dra. Olandia Lópes
Coorientador Prof. Esp. Ubergue Cunha

JEQUIÉ-BA
2023

DANTON RÔMULO DA COSTA PITOMBO

**PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PMOC - PLANO DE
MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE NOS AR
CONDICIONADORES EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR**

A banca examinadora, abaixo listada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso “Projeto de implementação do PMOC - Plano de manutenção, operação e controle nos ar condicionadores em uma instituição de ensino superior” elaborado por “Danton Rômulo Da Costa Pitombo” como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

Jequié-BA, 19/12/2023

Comissão Examinadora

Prof. Dra. Olandia Lópes
IFBA
(Orientador)

Prof. Esp. Ubergue Cunha
IFBA

Esp. Chiara Cerqueira
Engemom

Dedico esta monografia ao meu avô, Péricles Rômulo da Costa, que, por motivos divinos, não pôde me ver formar.

Agradecimentos

Quero expressar meu profundo agradecimento a Deus, a luz que guiou cada passo ao longo desses cinco anos extraordinários no Instituto Federal da Bahia - Campus Jequié. Sem Sua orientação, esta jornada incrível não teria sido possível.

À minha família, meu alicerce emocional. Dedico um agradecimento especial ao meu querido avô Péricles, cuja ausência física é preenchida por sua presença constante em meu coração. Seu amor e sabedoria foram indispensáveis na minha trajetória acadêmica.

Aos amigos, que compartilharam risadas nas madrugadas de estudo e seguraram minha mão nos momentos de tensão, minha gratidão é imensa. Juntos, construímos uma memória repleta de sorrisos e superações, e sinto que o vovô Péricles estaria genuinamente orgulhoso de cada conquista.

Aos professores e à equipe do IFBA, expresso meu sincero agradecimento pelo conhecimento compartilhado e pelo incentivo constante. Quero destacar, em especial, minha gratidão à minha orientadora, Dra. Olandia Lopes, e ao meu coorientador, Eng. Ubergue Cunha, pelo incansável empenho e por me acolherem ao longo de toda essa jornada acadêmica. Seu apoio foi crucial, e sou profundamente grato por ter contado com guias tão dedicados e inspiradores.

Este caminho foi marcado por desafios, vitórias e uma tapeçaria de sentimentos indescritíveis. Cada página desta história é entrelaçada com o carinho, a amizade e o suor de todos que estiveram ao meu lado.

Que este momento seja apenas o prólogo de uma saga de conquistas que compartilharemos, permeada pela saudade e pela gratidão.

"A virtude consiste em saber encontrar o meio termo entre dois extremos."Aristóteles

Projeto de implementação do PMOC - Plano de manutenção, operação e controle nos ar condicionadores em uma instituição de ensino superior

Resumo

A manutenção adequada dos sistemas de climatização é essencial para garantir o conforto térmico em uma variedade de ambientes, incluindo residências, empresas e escolas. Em contrapartida a ausência de manutenção adequada pode desencadear consequências negativas para a saúde do usuário, principalmente no que se refere ao funcionamento respiratório. Como também pode acarretar a redução da performance e confiabilidade de sistemas/equipamentos e alto consumo de energia. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de projeto de Plano de Manutenção Operação e Controle - PMOC em uma instituição de ensino superior, em que a metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) é aplicada para gerenciar a manutenção dos sistemas de climatização e garantir um ambiente seguro e saudável para os usuários. Para atingir esse objetivo, o projeto estabelece objetivos específicos, tais como analisar previamente a situação atual do instituto, identificar e mapear todos os equipamentos de ar condicionado presentes no ambiente e definir os procedimentos de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos. Essas informações foram utilizadas para identificar os principais problemas existentes no setor de manutenção por meio de ferramentas de qualidade como a técnica dos "5W"(cinco porquês) e a matriz de causa e efeito. A partir desses dados foi desenvolvido um plano de ação denominado 5W2H (*5 Why e 2 How*) associado com a matriz de priorização GUT (Gravidade, Urgencia e Tendencia) a fim de descrever as medidas para resolução das inconsistências mais recorrentes no setor e por fim a criação de um projeto de PMOC.A referida pesquisa não apenas oferece uma solução para o problema de manutenção dos aparelhos de ar condicionado, mas também tem relevância socioeconômica e ambiental. A referida pesquisa fornece um diagnóstico da realidade, prognóstico por meio de instrumentos como o plano 5W2H e Plano de Manutenção Operação e Controle(PMOC) a fim de maximizar a eficiência e a melhoria contínua dos processos de manutenção do Instituto. O teste e a validação do uso do software SIGMA aplicado ao PMOC confirmaram que se pode tornar uma ferramenta relevante para auxiliar a IES no aperfeiçoamento da gestão da manutenção de sistemas de climatização. Por fim, é essencial a implementação das instruções e orientações contidas nesta pesquisa, com a finalidade de obedecer às normativas legais, bem como garantir um ambiente salubre, com conforto térmico, melhoria da produtividade e contribuição com a sustentabilidade.

Palavras-chave: PMOC; DMAIC; Manutenção; ar condicionados.

Implementation project for PMOC - Maintenance, Operation, and Control Plan for air conditioning systems in a higher education institution.

Abstract

The proper maintenance of air conditioning systems is essential to ensure thermal comfort in a variety of environments, including homes, businesses, and schools. Conversely, the lack of adequate maintenance can lead to negative consequences for the user's health, especially regarding respiratory function. It can also result in reduced performance and reliability of systems/equipment and high energy consumption. In this sense, this article aims to present a proposal for the design of an Operation and Control Maintenance Plan (OCMP) in a higher education institution, where the DMAIC methodology (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*) is applied to manage the maintenance of air conditioning systems and ensure a safe and healthy environment for users. To achieve this goal, the project establishes specific objectives, such as analyzing the current situation of the institute in advance, identifying and mapping all air conditioning equipment in the environment, and defining preventive and corrective maintenance procedures for the equipment. This information was used to identify the main problems in the maintenance sector through quality tools such as the "5W" technique (five whys) and the cause-and-effect matrix. Based on this data, an action plan called 5W2H (*5 Why and 2 How*) was developed, associated with the GUT prioritization matrix (Gravity, Urgency, and Tendency) to describe measures to resolve the most recurring inconsistencies in the sector and, finally, the creation of an OCMP project. The aforementioned research not only provides a solution to the air conditioning equipment maintenance problem but also has socioeconomic and environmental relevance. The research provides a diagnosis of reality, prognosis through instruments such as the 5W2H plan and the Operation and Control Maintenance Plan (OCMP) to maximize efficiency and continuous improvement of the institute's maintenance processes. The testing and validation of the use of the SIGMA software applied to the OCMP confirmed its potential as a relevant tool to assist the higher education institution in improving the management of air conditioning system maintenance. Finally, the implementation of the instructions and guidelines contained in this research is essential to comply with legal regulations and ensure a healthy environment, thermal comfort, improved productivity, and contribution to sustainability.

Keywords: PMOC; DMAIC; Maintenance; air conditioning.

Lista de figuras

Figura 1 – Evolução da Manutenção.	5
Figura 2 – Metodologia DMAIC.	6
Figura 3 – Diagrama de Ishikawa.	9
Figura 4 – Esquema da aplicação da matriz 5W.	10
Figura 5 – Método de avaliação Matriz GUT.	10
Figura 6 – Tabela de periodicidade.	14
Figura 7 – Ciclo de refrigeração.	17
Figura 8 – Modelo de ar Condicionado do tipo janela	19
Figura 9 – Modelo de ar condicionado do tipo Split Hi-Wall.	20
Figura 10 – Modelo de ar Condicionado do tipo Split Cassete.	20
Figura 11 – Modelo de ar Condicionado do tipo Split Piso-Teto.	21
Figura 12 – Modelo de Ar Condicionado do tipo Dutado.	22
Figura 13 – Tela inicial de acesso do SIGMA.	27
Figura 14 – Dados do checklist.	28
Figura 15 – Diagrama de Ishikawa.	30
Figura 16 – Tela de configuração e lançamento de equipamento.	40
Figura 17 – Tela de configuração e lançamento da manutenção preventiva.	41
Figura 18 – Tela de cadastro da família e normas técnicas.	41
Figura 19 – Tela de análise do tempo medio entre falhas(MTBF) do equipamento.	42

Lista de tabelas

Tabela 1 – Perguntas 5W2H	11
Tabela 2 – Estudos de implementação do PMOC.	15
Tabela 3 – Ciclo de refrigeração	18
Tabela 4 – Legislações pertinentes ao PMOC	22
Tabela 4 – Fonte: Autor(2023)	22
Tabela 5 – Cronograma de aplicação do DMAIC.	24
Tabela 6 – Perguntas Matriz 5W (PORQUES).	25
Tabela 7 – Matriz dos 5 porquês (5W).	31
Tabela 8 – Matriz de Priorização - GUT	32
Tabela 9 – Plano de ação 5W2H.	33
Tabela 10 – Limites máximos recomendados para qualidade do ar interno	35
Tabela 11 – Dados resumidos do levantamento completo da IES	36

Lista de abreviaturas e siglas

5W2H	<i>Who? What? Where? When? Why? How? How Much?</i>
5W	5 Porquês
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
COVs	compostos orgânicos voláteis
CREA	Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia
DCET	Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
ENAP	Escola Nacional de Administração Pública (ENAP)
GUT	Gravidade, Urgência e Têndencia
HVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
IES	Instituto de Ensino Superior
IFBA	Instituto Federal da Bahia
ISEL	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
NBR	Norma Brasileira
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PMOC	Plano de Manutenção, Operação e Controle
PRPGI	Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
QAI	Qualidade do Ar Interno
UFC	Unidade Formadora de colônias

Sumário

1 – Introdução	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Motivação	2
2 – Fundamentação Teórica	4
2.1 Planejamento e controle de manutenção(PCM)	4
2.1.1 Conceitos de manutenção	4
2.1.2 O papel do PCM	5
2.2 Define, Measure, Analise, Improve, Control(DMAIC)	6
2.3 Ferramentas de Gestão de Qualidade	7
2.3.1 <i>Brainstorming</i>	8
2.3.2 Diagrama de Ishikawa	8
2.3.3 Matriz dos 5 porquês (5W)	9
2.3.4 Matriz de priorização GUT	10
2.3.5 Ferramenta 5W2H	11
2.4 Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)	11
2.4.1 Contaminação Biológica	13
2.4.2 Contaminação Química	13
2.4.3 Parâmetros Físicos	13
2.4.4 Periodicidade de Limpeza e Manutenção	14
2.5 Tipos de manutenção	16
2.5.1 Manutenção corretiva	16
2.5.2 Manutenção preventiva	16
2.5.3 Manutenção preditiva	16
2.6 Sistemas de refrigeração	16
2.6.1 Ciclo de refrigeração	17
2.7 Tipos de Sistemas de Ar Condicionado	18
2.7.1 Ar Condicionado de Janela	18
2.7.2 Sistema Split Hi-Wall	19
2.7.3 Sistema Split Cassete	20
2.7.4 Sistema Split Piso-Teto	21
2.7.5 Ar Condicionado Tipo Dutado	21
2.8 Legislação Brasileira Pertinente ao PMOC	22

3 –METODOLOGIA	23
4 –RESULTADOS	28
4.1 <i>Checklist</i> - Mapeamento e reconhecimento de processo	28
4.2 Diagrama de Ishikawa	29
4.3 Matriz dos 5 porquês (5W)	30
4.4 Matriz de priorização - GUT	32
4.5 Plano de ação - 5W2H	33
4.6 Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)	35
4.6.1 Valores de referência	35
4.6.2 Levantamento do inventário	36
4.6.3 Modelo de manutenção preventiva	38
4.6.4 Documento Técnico do PMOC	38
4.6.5 Análise do software para a implementação no projeto	39
5 –CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
Referências	45
Apêndices	50
APÊNDICE A –Tabela descritiva das obrigatoriedades da Lei nº13.589/2018	51
APÊNDICE B – <i>Checklist</i> diagnóstico aplicado em Março	53
APÊNDICE C – <i>Checklist</i> diagnóstico aplicado em Outubro	58
APÊNDICE D –Inventário completo dos ar condicionados da Instituição de Ensino Superior	63
APÊNDICE E –Documento Técnico (PMOC)	68

1 Introdução

A gestão da manutenção é um aspecto crucial para garantir a eficiência e a vida útil dos equipamentos em uma organização. Especificamente, a manutenção dos condicionadores de ar é de extrema importância em ambientes fechados, uma vez que afeta diretamente a qualidade do ar e o conforto dos usuários. De acordo com Garcia et al. (2022), um dos benefícios da realização de manutenção de forma periódica é a prevenção de falhas nas instalações físicas do meio de produção.

É importante ressaltar que a manutenção inadequada dos sistemas de ar condicionado e dutos pode causar graves consequências financeiras e jurídicas para empresas e instituições, como multas superiores a R\$ 200.000,00 e processos judiciais por descumprimento da legislação em relação aos empregados, docentes e discentes (FALCÃO, 2022). Ademais, a manutenção em relação à Qualidade do Ar em Ambientes Internos (QAI) não evoluiu da mesma forma que a das máquinas de produção, uma vez que a construção de edifícios anteriormente visava apenas proporcionar condições adequadas para as atividades humanas, sem levar em consideração a QAI (SILVA et al., 2020).

Em épocas mais quentes e frias, o uso do ar condicionado aumenta significativamente, levando a um aumento nas solicitações de manutenção. Isso ocorre devido à falta de circulação de ar natural nos ambientes fechados, o que permite a acumulação de poluentes nos filtros, turbinas e serpentina dos equipamentos. Para prevenir doenças respiratórias causadas por esses poluentes, é fundamental realizar manutenções periódicas nos equipamentos, desobstruindo os filtros e aumentando a eficiência dos equipamentos. (NASCIMENTO, 2021)

Autores como Nascimento (2021) menciona a existência de diversas ferramentas que podem ser empregadas no processo de gestão da qualidade, com destaque para a técnica de coleta de dados, como, por exemplo, o diagrama de Pareto, o diagrama de Ishikawa e o plano de ação utilizando o método 5W2H. Tais ferramentas desempenham um papel de relevância fundamental na análise e aprimoramento da gestão da qualidade, desempenhando um papel-chave na implementação de melhorias no programa de qualidade de uma instituição. Esse requisito visa garantir que o Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) seja concebido com máxima precisão e assertividade, com o intuito de assegurar o eficaz funcionamento dos sistemas de climatização e o cumprimento das regulamentações e diretrizes pertinentes. O uso adequado desses instrumentos é essencial para a otimização dos procedimentos e para alcançar um ambiente interno saudável e confortável, minimizando riscos para a saúde dos ocupantes e promovendo a eficiência energética do sistema de ar condicionado.

Diante desse contexto, a realização de estudos se torna imperativa para identificar potenciais problemas e falhas na gestão de manutenção. Nesse sentido, a aplicação de ferramentas como a coleta de dados, a matriz GUT, o diagrama de Ishikawa e o plano de ação com o método 5W2H desempenha um papel essencial na compreensão da gestão da qualidade e na implementação de melhorias no programa de qualidade de uma instituição. É vital que as empresas e instituições efetuem manutenções regulares em seus sistemas de ar condicionado, a fim de prevenir doenças respiratórias decorrentes da acumulação de poluentes nos filtros, turbinas e serpentinas dos equipamentos, além de atender às obrigações legais estabelecidas pelo Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC). Além disso, a negligência na manutenção pode acarretar sérias implicações financeiras e legais. Portanto, é imprescindível investir em uma gestão de manutenção eficiente para assegurar o desempenho e a longevidade dos equipamentos, a qualidade do ar interno e o bem-estar dos ocupantes.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um plano de manutenção, operação e controle (PMOC) nos condicionadores de ar de uma instituição de ensino superior em conformidade com a legislação vigente a fim de garantir a qualidade do ar interior em ambientes climatizados.

1.1.2 Objetivos específicos

- (i) Desenvolver um diagnóstico sobre a gestão da manutenção dos sistemas de climatização na instituição de ensino superior;
- (ii) Identificar e mapear todos os equipamentos de ar condicionado presentes no ambiente;
- (iii) Definir os procedimentos de manutenção preventiva dos equipamentos;

1.2 Motivação

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi motivado pela identificação de um problema crítico enfrentado pelos usuários dos sistemas de refrigeração. O constante contato com estes sistemas em estado de parada ou defeito tem gerado impactos significativos em termos de conforto térmico, bem-estar e produtividade dos usuários. O problema tem sido recorrente e pode ser atribuído principalmente a falta de limpeza dos filtros e à precariedade da manutenção, o que tem resultado em falhas e paradas frequentes. Com base

nisso, o objetivo deste TCC é propor soluções técnicas efetivas para melhorar a eficiência do sistema de refrigeração e minimizar a ocorrência desses problemas, assegurando um ambiente confortável e produtivo para os usuários da instituição de ensino superior.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Planejamento e controle de manutenção(PCM)

2.1.1 Conceitos de manutenção

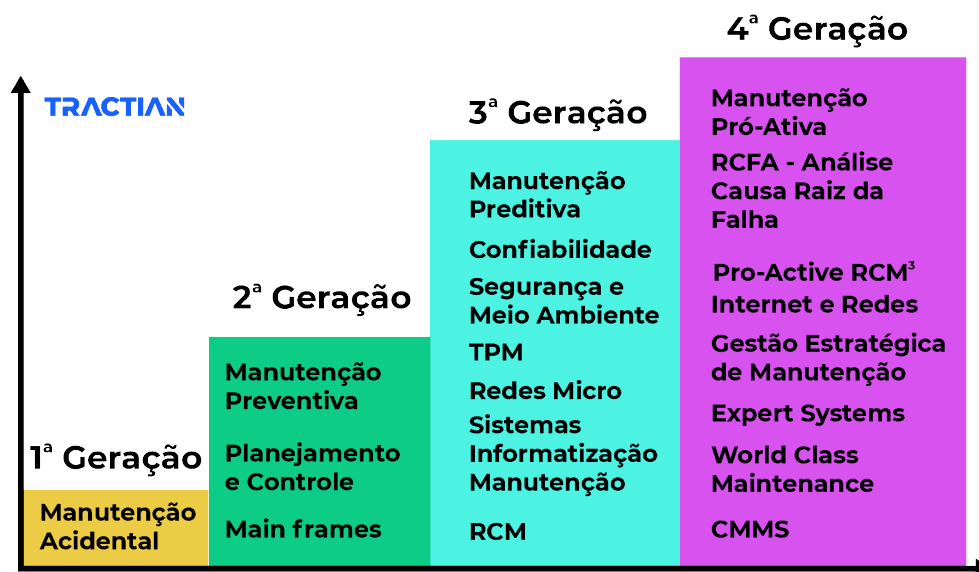
Ao longo de vários anos, a gestão da manutenção foi encarada como uma obrigação indesejada no âmbito da administração de uma organização. Para tais entidades, a manutenção restringia-se a intervenções corretivas de caráter emergencial, o que frequentemente resultava em questões relacionadas com a qualidade dos produtos e em encargos operacionais mais elevados. Consequentemente, isso comprometia a competitividade (SILVA et al., 2020).

No que define o Instituto superior de engenharia de Lisboa (ISEL), a utilização do termo "manutenção" ganhou maior destaque no léxico a partir de 1930, principalmente no âmbito das organizações militares. Nessa época, sua finalidade consistia em assegurar que os equipamentos nas unidades de combate e, de forma mais abrangente, todo o aparato material, mantivessem um padrão adequado de operacionalidade e preservação (MANUTENÇÃO, 2010).

Pulz e Bruno (2019), Kardec e Nascif (2009) e Soeiro (2017) afirmam que evolução da manutenção transcorreu em três períodos distintos. No primeiro, nos anos 40, empresas operavam em um contexto estável e previsível, com ativos financeiros como principais patrimônios. A manutenção focava em correções não planejadas, dada baixa mecanização e centralização da produção.

Os períodos de mudanças nas décadas de 50 e 60, seguidos por transformações industriais aceleradas a partir da década de 70, moldaram a abordagem à manutenção. No segundo período pós-guerra, a mecanização crescente impulsionou a necessidade de disponibilidade e confiabilidade, resultando na adoção da manutenção preventiva. O terceiro período, de transformações rápidas, viu interrupções na produção estimulando ferramentas para análise e prevenção de falhas, com destaque para a manutenção preventiva impulsionada por avanços computacionais e a Manutenção Centrada na Confiabilidade, promovendo colaboração ampliada entre engenharia, manutenção e operações. (OTANI; MACHADO, 2008).

Figura 1 – Evolução da Manutenção.



Fonte: TRACTIAN, 2019.

Segundo as diretrizes estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela NBR 5462, a manutenção é descrita como um conjunto abrangente de atividades técnicas e administrativas, englobando até mesmo a supervisão, cujo propósito é preservar ou restabelecer um objeto a um estado funcional conforme as exigências. É válido ressaltar que esse processo pode envolver a aplicação de modificações no objeto em questão (ABNT, 1994).

2.1.2 O papel do PCM

Em um cenário empresarial cada vez mais competitivo e dinâmico, a eficiência na gestão de recursos e ativos tornou-se essencial para o sucesso de qualquer organização. Nos tempos contemporâneos, a evolução das atividades industriais está diretamente entrelaçada à vigilância das inovações tecnológicas. Acompanhando esse avanço tecnológica, surge a convicção de que é imperativo buscar um planejamento exaustivo, pois se reconhece que quanto mais elevado for o grau de planejamento, menor será a probabilidade de erros humanos. Os ganhos que fluem para as corporações que adotam a prática do planejamento são vastos. Destaca-se, especialmente, as aberturas que se materializam para promover a concretização das metas organizacionais (RAMOS; SCHRATTNER, 2020).

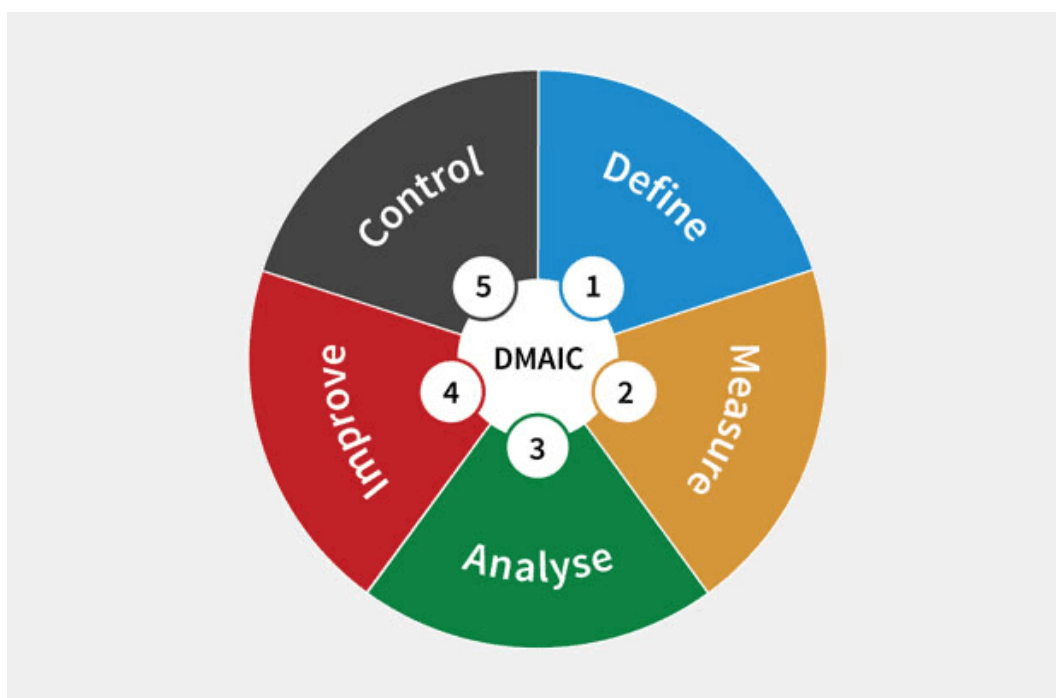
O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) desempenha um papel de apoio estratégico vital dentro das empresas, sendo responsável por gerenciar, planejar e programar atividades, coordenar a qualidade dos serviços executados e otimizar os processos vigentes (SILVA, 2022). Dado que o PCM influencia na organização e aprimoramento da empresa, enquanto a manutenção industrial se concentra na parte interna, fica claro que

um PCM eficiente é essencial para conferir competitividade aos produtos em termos de qualidade e preço (ALMEIDA, 2023).

2.2 Define, Measure, Analyse, Improve, Control(DMAIC)

A metodologia DMAIC, desenvolvida para aprimorar o desempenho dos processos de gestão, envolve cinco etapas que orientam as atividades propostas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar (HEES¹ et al., 2019). O DMAIC é um método que segue um processo sistemático e disciplinado, enfatizando a importância do uso de dados e ferramentas estatísticas. Em cada etapa do DMAIC, várias ferramentas são empregadas para auxiliar a organização a atingir os resultados desejados (CHIROLI et al., 2020).

Figura 2 – Metodologia DMAIC.



Fonte:VOITTO, 2020.

Na fase de Definição (D) de um projeto, o propósito fundamental reside na delimitação precisa do escopo do empreendimento. Isso envolve a realização de uma análise minuciosa do histórico do desafio em questão, a determinação do processo a ser objeto de análise e a formalização dos detalhes contratuais relacionados ao projeto. Para atingir esse objetivo com sucesso, é de suma importância estabelecer com precisão a natureza do projeto. Isso requer, em primeiro lugar, a definição clara do objeto de estudo, a identificação precisa do problema e uma compreensão aprofundada do efeito indesejável que se pretende eliminar. Além disso, alguns fatores cruciais para o êxito nas etapas subsequentes englobam a descrição minuciosa do problema, a elaboração de uma cartografia detalhada

do processo, a estipulação de metas específicas, a investigação detalhada do histórico do problema e a consideração de eventuais limitações (SENA, 2021).

Pereira (2022) enfatiza que, no contexto da fase de 'Mensurar' no ciclo DMAIC, o objetivo central consiste na coleta de dados e informações relacionados ao processo sob análise. Isso é realizado com o propósito de identificar as causas fundamentais dos problemas e estabelecer indicadores-chave de desempenho (KPIs) destinados a monitorar de forma rigorosa a evolução do processo. Nessa etapa, uma variedade de ferramentas de qualidade é mobilizada, incluindo gráficos estatísticos, cálculos de média, estratificação de dados, amostragens aleatórias e outras técnicas correlatas. A coleta de dados deve ser conduzida de maneira sistemática e infalível, com o intuito de garantir a precisão e a confiabilidade das análises e conclusões obtidas.

Na terceira etapa do processo, denominada fase de análise (A), torna-se imperativo conduzir uma análise sistemática do sistema, com o intuito de identificar estratégias e mecanismos destinados à redução da discrepância entre o desempenho atual do sistema ou processo e as metas previamente definidas, de acordo com os objetivos estabelecidos. Ademais, recomenda-se encarecidamente a utilização de softwares estatísticos para a realização de cálculos e a criação de gráficos, possibilitando uma compreensão aprofundada das não conformidades nos processos e suas variações (AZEVEDO; GUEDES, 2019).

A fase subsequente, aprimoramento (I), é especificamente concebida para otimizar um processo já existente. Para tanto, é fundamental que os dados obtidos na etapa de análise tenham sido convertidos em elementos do processo. A equipe encarregada deve observar de perto as alterações que devem ser implementadas. Nesse contexto, torna-se crucial gerar ideias voltadas para potenciais soluções, com o objetivo de eliminar as causas fundamentais do problema prioritário identificado na etapa anterior (BERARDINELLI, 2012).

No início da fase de controle (C), é realizada uma avaliação abrangente do alcance das metas estabelecidas, mediante a aplicação das soluções identificadas e o monitoramento constante para determinar o sucesso alcançado. Posteriormente, é de suma importância manter um acompanhamento rigoroso do desempenho do processo, assegurando que problemas do passado não ressurgam no presente e no futuro, e garantindo a conformidade estrita com os padrões previamente estabelecidos (WERKEMA, 2021). Essa abordagem tem como objetivo a otimização contínua do processo e a prevenção de recorrências de problemas, contribuindo para a eficácia e eficiência a longo prazo.

2.3 Ferramentas de Gestão de Qualidade

A busca contínua pela qualidade representa um objetivo de desempenho imperativo para as organizações. A acirrada competitividade dos mercados exige que estas estejam

atentas à necessidade de compreender a importância da qualidade como um elemento fundamental para sua competitividade (MARIANI, 2005).

2.3.1 *Brainstorming*

O *Brainstorming*, também conhecido como tempestade de ideias, é uma técnica que foi desenvolvida há mais de setenta anos pelo publicitário e escritor Alex Faickney Osborn, embora sua publicação só tenha ocorrido em 1953. Esta abordagem foi amplamente adotada nos Estados Unidos, especialmente em atividades de treinamento nas áreas de relações humanas, publicidade e propaganda (BOLSONELLO et al., 2023).

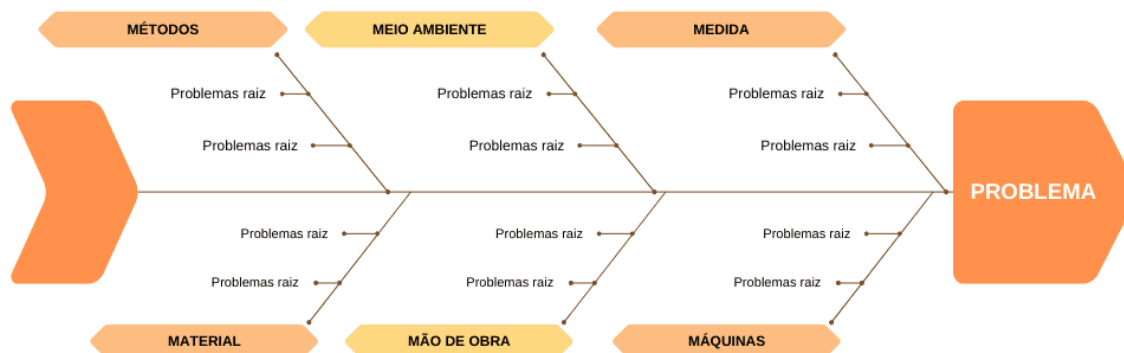
Para Argenta (2023), no contexto do brainstorming ideal, todos os participantes são incentivados a contribuir com suas ideias, independentemente de quão excêntricas possam parecer, sem o temor de serem discriminados.

Para alcançar esse ambiente criativo, foram estabelecidas algumas diretrizes por Osborn (1953) como, por exemplo, ao buscar criatividade e inovação, é crucial priorizar a quantidade de ideias, deixando de lado julgamentos prematuros. Desta forma é importante estimular a expressão direta e sem restrições, encorajando até mesmo ideias consideradas incabíveis, pois podem desencadear conexões criativas surpreendentes. Outro aspecto relevante é valorizar todas as sugestões, mesmo as extravagantes, enriquece o processo criativo ao incorporar diversas perspectivas. Além de ser importante incentivar o aproveitamento nas ideias dos outros participantes promove colaboração, sendo um ponto de partida para soluções inovadoras. Por fim deve ser registrado fielmente as palavras dos participantes, sem interpretações, preservando a autenticidade do pensamento individual, construindo um ambiente criativo e inclusivo, em que a diversidade de perspectivas é a chave para impulsionar o progresso.

2.3.2 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama foi elaborado por Kaoru Ishikawa, em 1943, que permite a partir das causas primárias (6 M - Máquina; Mão de obra; Meio ambiente; Material; Método; Medida) levantar as secundárias de um problema ou situação avaliada (ISHIKAWA; LOFTUS, 1990). Esta ferramenta possibilita o reconhecimento e a observação das possíveis causas de variação em um processo ou da ocorrência de um fenômeno, assim como a compreensão de como essas causas interagem entre si.

Figura 3 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: VOITTO, 2020.

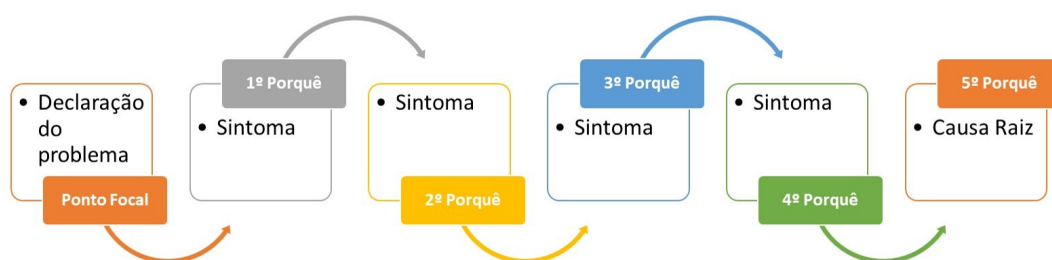
O diagrama de causa e efeito, conforme descrito por Ishikawa e Loftus (1990), caracteriza-se como uma ferramenta versátil aplicável tanto no controle da qualidade quanto em diversas atividades organizacionais. Esta ferramenta desempenha um papel fundamental na identificação de desvios no fluxo logístico, oferecendo insights valiosos sobre a possível existência e localização de lacunas dentro da estrutura da organização onde é empregada.

De acordo com Godoy (2001), a utilização do diagrama de causa e efeito representa uma abordagem sistemática e disciplinada para a geração de novas ideias a partir de discussões em grupo. Este método não apenas auxilia na identificação da causa real de um problema, mas também permite a estruturação hierárquica das diversas causas potenciais relacionadas a um determinado problema ou oportunidade de melhoria. Além disso, o diagrama de causa e efeito possibilita uma análise detalhada dos efeitos que essas causas podem exercer sobre a qualidade dos produtos, contribuindo assim para uma gestão mais eficaz e informada.

2.3.3 Matriz dos 5 porquês (5W)

O método dos 5 Porquês é uma abordagem científica que busca a causa raiz de um problema aparentemente óbvio por meio de uma série de questionamentos sucessivos. Através dos cinco passos descritos, é possível identificar a causa raiz quando não se pode mais continuar a perguntar 'por quê', tornando-se uma ferramenta valiosa para a Análise da Causa Raiz (ACR) na resolução de problemas (RAUPP, 2014).

Figura 4 – Esquema da aplicação da matriz 5W.



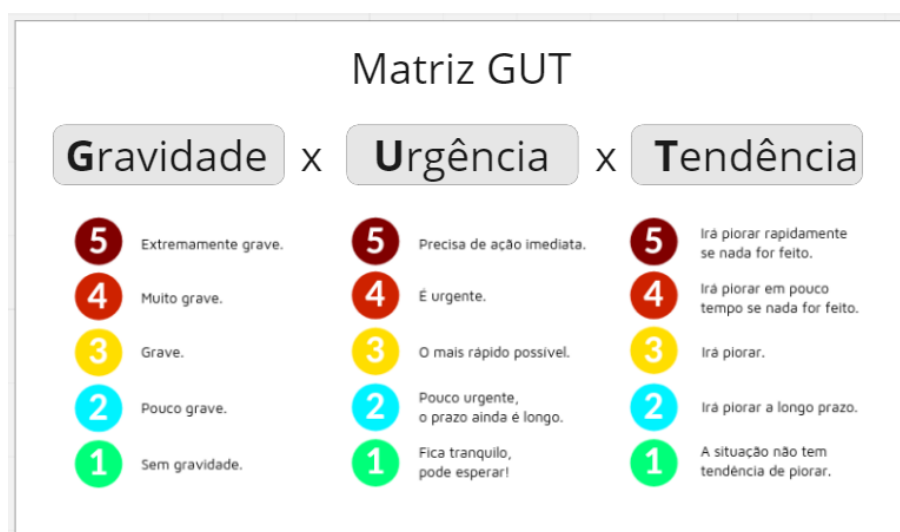
Fonte:ARRUDA CONSULT.

2.3.4 Matriz de priorização GUT

A engenharia contemporânea faz uso de uma variedade de mecanismos que demonstraram eficácia em contextos atuais. Essas ferramentas se revelam satisfatórias na avaliação de diversas categorias de estruturas, permitindo, assim, uma análise abrangente do grau de deterioração dos objetos sob investigação. Consequentemente, viabiliza-se aprimorar a gestão de forma estratégica e embasada (COSTA et al., 2017).

Uma das abordagens que pode ser empregada é uma ferramenta de apoio à priorização de resolução de problemas conhecida como Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT). Essa metodologia foi desenvolvida por Kepner e Tregoe em resposta à necessidade de lidar com problemas altamente complexos nas indústrias japonesas e americanas, uma vez que se percebeu que nem sempre era viável resolver todos esses problemas simultaneamente (KEPNER; TREGOE, 1981). Portanto, o método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) analisa as adversidades por meio da observação, quantificação, qualificação e identificação de anomalias.

Figura 5 – Método de avaliação Matriz GUT.



Fonte:HACKR.

A partir da análise desses fatores, é possível calcular a criticidade de cada situação ou problema. A utilização da Matriz GUT é amplamente difundida em cursos e treinamentos da Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) voltados para a capacitação de servidores públicos, uma vez que ela possibilita uma visão clara das prioridades e facilita o processo decisório (RIBEIRO et al., 2020).

2.3.5 Ferramenta 5W2H

Lisbôa e Godoy (2012) citam que a metodologia 5W2H encontra sua origem no Japão logo após o término da Segunda Guerra Mundial, tendo sido concebida por profissionais da indústria automobilística com o objetivo de simplificar a fase de planejamento do Ciclo PDCA. Essa ferramenta, devido à sua simplicidade e clareza na elaboração de planos de ação, é frequentemente empregada na gestão de projetos, na análise de negócios, no desenvolvimento de planos de negócios, no planejamento estratégico e em outras atividades relacionadas à administração. Composta por sete etapas expostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Perguntas 5W2H

Metodologia de perguntas 5W2H	
O quê	O que será realizado?
Por quê	Porque será realizado?
Onde	Onde será realizado?
Quando	Quando será realizado?
Por quem	Quem realizará?
Como	Como será realizado?
Quanto custará	Quanto custará?

Fonte: Autor (2023).

A metodologia 5W2H é amplamente utilizada devido à sua versatilidade e agilidade em diversas situações, tais como planejamento da qualidade, fusões e aquisições empresariais, gestão de recursos humanos, desenvolvimento de produtos e gerenciamento de riscos, entre outras (SOARES et al., 2021).

2.4 Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)

Em 28 de agosto de 1998, o Ministério da Saúde promulgou a Portaria nº 3.523, com foco no sistema de climatização. A decisão para a emissão desta portaria considerou diversos fatores importantes, como a crescente preocupação global com a qualidade do ar em ambientes climatizados, o aumento da utilização de sistemas de ar condicionado devido às condições climáticas, a atenção à qualidade de vida dos ocupantes desses ambientes, os riscos à saúde associados a projetos e instalações inadequadas, a falta de manutenção

adequada dos sistemas de climatização e a necessidade de estabelecer procedimentos para minimizar os potenciais riscos à saúde dos ocupantes desses espaços (DIAS, 2023).

Diante dessas considerações, o Ministério da Saúde implementou diversas ações e diretrizes, conforme estabelecido no Art. 6º da Portaria nº 3.523/1998. Uma dessas diretrizes obriga todos os proprietários, locatários e representantes de sistemas de climatização com capacidade superior a 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 Btu/h) a designarem um profissional qualificado para a execução do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) (Brasil, 1998).

Ainda analisando a Brasil (1998), no Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC), é necessário incluir dados acerca do sistema de condicionamento de ar de todos os espaços, a identificação do estabelecimento que abriga tais ambientes climatizados, as explicações referentes às tarefas de manutenção a serem executadas e a frequência com que devem ocorrer, as medidas a serem tomadas em caso de avarias nos equipamentos ou situações de emergência, com o objetivo de assegurar a integridade do sistema de climatização.

No decreto já citado é abordado também que devem ser registradas outras informações pertinentes que possam contribuir para a melhoria da qualidade do ar interno. Todas essas informações e documentações do PMOC devem permanecer disponíveis nas instalações do edifício que abriga o sistema de climatização, a fim de possibilitar futuras inspeções por parte da Vigilância Sanitária, em colaboração com as autoridades governamentais competentes.

A Resolução conjunta nº9 BRASIL (2003), como forma de complementação a Portaria nº 3.523/1998 do Ministério da Saúde Brasil (1998), representa uma diretriz conjunta do Ministério da Saúde e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que aborda os Padrões de Referência para a Qualidade do Ar em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo. A Portaria estabelece o modelo do PMOC no Anexo I, constituindo-se em um importante instrumento para orientar a elaboração e implementação do supracitado plano.

O Grupo Técnico Assessor desenvolveu um Manual de Orientações Técnicas acerca dos Padrões de Qualidade do Ar em locais fechados de utilização pública e coletiva que são artificialmente climatizados. Esse manual estabelece diretrizes recomendadas para os níveis aceitáveis de contaminação biológica, química e parâmetros físicos do ar interior. Adicionalmente, ele aborda a identificação das fontes de poluentes de natureza biológica, química e física, os métodos analíticos e oferece orientações para a adequada gestão (BRASIL, 2003).

2.4.1 Contaminação Biológica

A poluição biológica do ar em espaços internos pode ser ocasionada por bactérias, fungos e outros micro-organismos, representando potenciais ameaças para a saúde humana. Conforme estabelecido nas Diretrizes Técnicas, o limite máximo recomendado para o número de unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias e fungos por metro cúbico de ar deve ser inferior a 750 UFC/m³ em ambientes não críticos e inferior a 250 UFC/m³ em ambientes críticos, como hospitais e laboratórios. É de suma importância realizar verificações regulares da contaminação biológica do ar interno e implementar medidas de controle, tais como a manutenção regular dos sistemas de ar condicionado e a troca adequada dos filtros de ar (BRASIL, 2003).

2.4.2 Contaminação Química

A contaminação química do ar em espaços internos pode ser causada por substâncias como dióxido de carbono, monóxido de carbono, formaldeído e outros compostos orgânicos voláteis (COVs), que podem ter impactos negativos na saúde humana. Conforme estipulado na Orientação Técnica, o limite máximo recomendado para o dióxido de carbono (CO₂) no ambiente deve ser inferior a 1000 partes por milhão (ppm), e o nível máximo de COVs deve ser mantido abaixo de 500 microgramas por metro cúbico de ar. É de extrema importância realizar monitoramentos periódicos da contaminação química do ar em espaços internos e tomar medidas apropriadas para controlá-la, incluindo a garantia de uma ventilação adequada e a escolha de materiais de construção e mobiliário com baixas emissões de COVs (BRASIL, 2003).

2.4.3 Parâmetros Físicos

Os parâmetros físicos do ar interior, como temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e níveis de iluminação, podem afetar o conforto e a saúde dos ocupantes do ambiente. De acordo com a Orientação Técnica, a temperatura deve estar entre 23°C e 26°C para ambientes climatizados artificialmente, a umidade relativa deve estar entre 40% e 60%, a velocidade do ar deve estar entre 0,15 e 0,25 m/s e os níveis de iluminação devem estar entre 300 e 500 lux. É importante monitorar regularmente esses parâmetros físicos do ar interior e tomar medidas para controlá-los, como ajustar a temperatura e a umidade relativa do ar, instalar cortinas ou persianas para controlar a entrada de luz solar e utilizar ventiladores para melhorar a circulação do ar. Além disso, é importante garantir que os sistemas de iluminação sejam adequados para o ambiente e que as lâmpadas sejam trocadas regularmente para evitar a fadiga ocular e outros problemas de saúde (BRASIL, 2003).

2.4.4 Periodicidade de Limpeza e Manutenção

A Figura 6 demonstra a definição de periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema é uma das informações presentes na Resolução nº9/2003 (BRASIL, 2003). A referida normativa menciona os componentes do sistema de climatização e a periodicidade recomendada para a limpeza e manutenção de cada um deles. É obrigatório obedecer essas recomendações para garantir a qualidade do ar interior e evitar a proliferação de agentes biológicos e químicos prejudiciais à saúde.

Figura 6 – Tabela de periodicidade.

Componente	Periodicidade
Tomada de ar externo	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Unidades filtrantes	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Bandeja de condensado	Mensal*
Serpentina de aquecimento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Serpentina de resfriamento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Umidificador	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Ventilador	Semestral
Plenum de mistura/casa de máquinas	Mensal

Fonte: BRASIL(2003).

Com base na Tabela fornecida pela referência (BRASIL, 2003), será elaborado o plano de manutenção preventiva para os sistemas de refrigeração da Instituição de Ensino Superior (IES) em questão.

Por meio da análise de outros trabalhos, como o estudo conduzido por Rebelatto et al. (2019), Silva et al. (2020), Falcão (2022) , bem como nas informações fornecidas pela Portaria nº 3523/GM, o Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) tem como objetivo aprimorar o funcionamento geral da unidade, aumentando a disponibilidade e estendendo a vida útil de seus ativos.

Na Tabela 2 está apresentado um mapeamento de alguns autores que desenvolveram pesquisa com esta temática. Durante a aplicação do PMOC , foi observada uma queda significativa nas manutenções corretivas, que antes eram predominantes. Além disso, é importante ressaltar que o risco ocupacional associado à qualidade do ar foi substancialmente reduzido. Esse fator, por sua vez, provavelmente contribuiu para melhorias no desempenho dos funcionários da unidade, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

Tabela 2 – Estudos de implementação do PMOC.

Exemplos de autores que tratam de PMOC		
Autor	Tema da pesquisa	Objetivo da pesquisa
Caba et al. (2022)	Desenvolvimento de um PMOC para o centro universitário União das Américas - Descomplica.	Desenvolver o PMOC para o sistema de climatização visando a preservação da qualidade do ar e a diminuição de manutenções corretivas dos equipamentos.
Santos (2021)	Análise do plano de manutenção, operação e controle (PMOC) de condicionadores de ar implementado em uma escola pública.	analisar de maneira qualitativa, quantitativa e de desempenho a eficiência do PMOC do sistema de climatização da escola em questão.
Cosme (2023)	Estudo de caso:Elaboração e implementação do Plano de Manutenção, Operação e Controle dos condicionadores de ar em um armazém de café.	Desenvolver um plano de manutenção para os aparelhos condicionadores de ar instalados na unidade de uma empresa do setor de commodities localizada em Nova Venécia -ES.
Dias (2023)	Manutenção conforme a Portaria nº3523-ANVISA nos condicionadores de ar: Um estudo de caso na unidade administrativa do IFES Campus Vitória.	Fazer um levantamento da manutenção dos aparelhos de ar da Unidade Administrativa do IFES Campus Vitória e demonstrar a importância de ser seguido um PMOC.
Falcão (2022)	Aplicação da metodologia DMAIC para gestão da manutenção de equipamentos condicionadores de ar: estudo de caso nos prédios administrativos de uma usina sucroalcooleira.	Implementar o método DMAIC a fim de reduzir as manutenções corretivas realizadas nos aparelhos de ar condicionado.

Fonte: Autor(2023)

2.5 Tipos de manutenção

Os tipos de manutenção delineiam a abordagem pela qual ocorre a intervenção em um sistema. Em geral, autores como Kardec e Nascif (2009) abordam três categorias principais: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

2.5.1 Manutenção corretiva

Segundo a ABNT (1994), quando há a ocorrência de pane a manutenção deve ser efetuada a fim de recolocar um item em condições de executar a função requerida. Casari et al. (2021) complementa proferindo que em relação à manutenção, uma distinção pode ser feita entre os tipos planejados e não planejados. No caso da manutenção não planejada, essa intervenção ocorre imediatamente após a detecção da falha, resultando na interrupção das funcionalidades do equipamento. Por outro lado, a manutenção corretiva planejada envolve uma preparação prévia, como o uso de monitoramento preditivo ou a decisão de continuar operando até que ocorra a falha.

2.5.2 Manutenção preventiva

A abordagem da manutenção preventiva representa um componente crucial a ser ponderado pelas empresas, visto que seu objetivo consiste em prever as potenciais falhas dos dispositivos. Dessa forma, origina-se de protocolos mais complexos estipulados internamente, além do aprimoramento e capacitação das equipes, bem como da aquisição de peças para substituição ainda antes do término da vida útil. Em essência, concentra-se em assegurar uma maior satisfação e completa prontidão para a produção (VIEIRA, 2023).

2.5.3 Manutenção preditiva

Baldissarelli e Fabro (2019) diz que a manutenção preditiva consiste na execução que se fundamenta na alteração de parâmetros de estado ou desempenho, cujo monitoramento segue uma metodologia. A manutenção preditiva é também reconhecida como manutenção condicional ou manutenção dependente da condição do equipamento. É construída com base na tentativa de antecipar o estado futuro de um dispositivo ou sistema, por meio dos dados adquiridos ao longo do tempo por meio de instrumentação especializada. Essa abordagem verifica e examina a trajetória das variáveis do equipamento.

2.6 Sistemas de refrigeração

Os sistemas de condicionamento de ar têm como principal objetivo a regulação das condições do ar em diversos tipos de ambientes, com o propósito de proporcionar conforto térmico aos ocupantes ou criar as condições específicas necessárias para equipamentos e

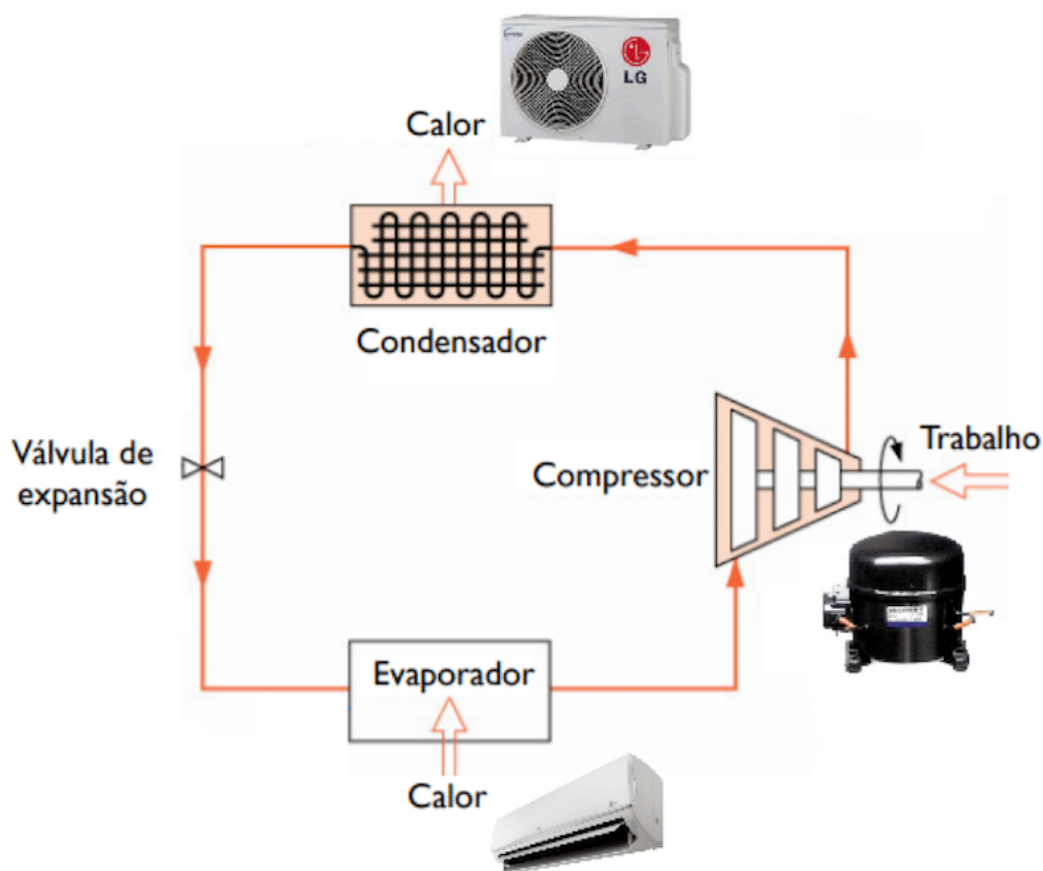
processos. De acordo com a definição técnica, o condicionamento de ar é um processo abrangente que controla simultaneamente a temperatura, a umidade relativa, a pureza do ar por meio de filtros e a distribuição do ar por meio de componentes como ventiladores, difusores e dutos (ARAÚJO, 2011).

No entanto, além desses aspectos fundamentais do condicionamento de ar, os sistemas de refrigeração desempenham um papel igualmente vital. Eles são responsáveis por reduzir a temperatura do ambiente quando necessário, o que se mostra especialmente crucial em climas quentes. Isso é alcançado por meio da circulação de um fluido refrigerante que absorve o calor do ambiente e o dissipa, permitindo que o ar seja resfriado de maneira eficaz (TASSINI, 2012).

2.6.1 Ciclo de refrigeração

O ciclo de refrigeração é um processo cíclico que envolve a absorção de calor de um ambiente e sua transferência para um ambiente externo. Ele é baseado nos princípios termodinâmicos, conforme a Tabela 3.

Figura 7 – Ciclo de refrigeração.



Fonte: CUBI energia.

Tabela 3 – Ciclo de refrigeração

Ciclo de refrigeração dos ares condicionados	
Compressão	O refrigerante é comprimido em um compressor, o que aumenta sua pressão e temperatura.
Condensação	O refrigerante aquecido é resfriado em um condensador, liberando calor para o ambiente externo e transformando-o em líquido de alta pressão.
Expansão	O líquido refrigerante é então expandido através de uma válvula de expansão, diminuindo sua pressão e temperatura.
Evaporação	O refrigerante de baixa pressão e temperatura entra no evaporador, onde absorve calor do ambiente interno, transformando-se em vapor.

Fonte: Autor (2023).

2.7 Tipos de Sistemas de Ar Condicionado

Há uma variedade de sistemas de condicionamento de ar está amplamente acessível, fazendo uso de uma diversificação de tecnologias. No entanto, o princípio subjacente permanece constante. A premissa fundamental reside na utilização de um fluido que, mediante múltiplas etapas de processamento, é resfriado de modo a viabilizar a transferência de calor com o espaço desejado para o condicionamento ambiental (OLIVEIRA et al., 2022).

2.7.1 Ar Condicionado de Janela

Os sistemas de ar condicionado de janela, também conhecidos como unidades de parede, operam com capacidades variadas, começando em 7.000 Btu/h e indo até 30.000 Btu/h. Esses sistemas oferecem várias vantagens, como acessibilidade financeira em comparação com alternativas como sistemas split ou de teto. Além disso, são mais compactos, uma vez que a unidade condensadora, o compressor e a evaporadora estão contidos em um único gabinete, tornando a instalação mais simples (FORTES et al., 2015).

Esses sistemas são ideais para não ter preocupação não poderia ser próximo a usuários. No entanto, é importante observar que eles tendem a produzir um ruído um pouco mais alto e podem enfrentar restrições de instalação em condomínios ou edifícios devido à estética da fachada. A vida útil de um ar condicionado de janela pode variar de 10 a 15 anos, dependendo das condições ambientais. Alguns modelos, especialmente os equipados com compressores rotativos, têm apresentado uma redução de até 25% no consumo de energia elétrica (ANJOS, 2022).

Figura 8 – Modelo de ar Condicionado do tipo janela



Fonte:Springer Midea.

2.7.2 Sistema Split Hi-Wall

O sistema de ar condicionado Split Hi-Wall, popularmente conhecido como "parede", é comumente escolhido para residências e pequenos estabelecimentos comerciais. Esses sistemas vêm se destacando não apenas por sua montagem na parede, mas também por designs elegantes, painéis espelhados, variedade de cores e adesivos decorativos, tornando-os atrativos esteticamente (ARAÚJO, 2011).

Além disso, os custos de instalação desses sistemas tornaram-se mais acessíveis. A instalação do Split Hi-Wall geralmente é realizada próximo ao teto, mantendo uma distância de 15 a 30 centímetros, variável conforme o fabricante. Comparado ao modelo de janela, o Hi-Wall exige uma instalação mais complexa, incluindo a perfuração da parede para a passagem da tubulação e a fixação de suportes na parede externa da residência para a unidade externa (CANEPARO, 2014).

Esses sistemas estão disponíveis em diversas capacidades, variando de 7.000 a 30.000 Btu/h, atendendo a diferentes necessidades de refrigeração (ARAÚJO, 2011).

Figura 9 – Modelo de ar condicionado do tipo Split Hi-Wall.



Fonte: Elgin (2023).

2.7.3 Sistema Split Cassete

O sistema Split Cassete é um sistema de climatização que possui até quatro aberturas para a saída do ar e pode ser instalado no teto ou no forro. Esse sistema é adequado para ambientes de tamanho médio, como salas de aula universitárias, agências bancárias, escritórios e salões de eventos (CALDAS; CAMBOIM, 2017).

Uma das principais vantagens desse sistema split é a sua capacidade de ficar embutido no teto, permitindo o controle individual do direcionamento do ar em cada lâmina, dependendo do fabricante. No mercado brasileiro, é possível encontrar unidades cassete com capacidades variando de 18.000 Btu/h a 60.000 Btu/h. Praticamente todos os principais fabricantes de equipamentos de climatização oferecem modelos de sistema cassete (SANTOS, 2021).

Figura 10 – Modelo de ar Condicionado do tipo Split Cassete.



Fonte: LG (2023).

2.7.4 Sistema Split Piso-Teto

O sistema de ar condicionado modelo Split Piso-Teto oferece a flexibilidade de instalação tanto no piso quanto no teto e apresenta um desempenho robusto em termos de refrigeração. Sua capacidade de refrigeração pode variar de 18.000 Btu/h a 80.000 Btu/h, tornando-o adequado para ambientes de médio a grande porte, tanto residenciais quanto comerciais (ANJOS, 2022).

A característica fundamental desse sistema reside na otimização do espaço, permitindo uma instalação versátil no chão, parede ou teto. Isso proporciona um maior espaço livre para o trânsito de pessoas e objetos. A instalação do sistema Split Piso-Teto é especialmente recomendada para ambientes com grande circulação de pessoas, aglomerações ou tetos muito altos, devido à sua capacidade de ventilação superior aos modelos tradicionais de parede (CALDAS; CAMBOIM, 2017).

Figura 11 – Modelo de ar Condicionado do tipo Split Piso-Teto.



Fonte: Carrier (2023).

2.7.5 Ar Condicionado Tipo Dutado

O sistema de ar condicionado tipo dutado é frequentemente recomendado para locais com alta demanda de resfriamento, onde é necessário climatizar múltiplos ambientes simultaneamente e garantir uma distribuição eficaz do ar. Esse tipo de sistema é ideal para espaços amplos, como escritórios, clínicas, lojas comerciais em geral, shoppings, teatros e outros locais de grande porte (SILVA, 2023).

O sistema dutado é a escolha quando várias áreas precisam ser mantidas em condições de conforto semelhantes ao mesmo tempo ou quando se trata de um espaço muito extenso que requer uma distribuição uniforme do ar (ANJOS, 2022).

Figura 12 – Modelo de Ar Condicionado do tipo Dutado.



Fonte: Carrier (2023).

2.8 Legislação Brasileira Pertinente ao PMOC

A elaboração da legislação no Brasil relacionada ao PMOC foi um processo colaborativo envolvendo múltiplos órgãos. Foram estabelecidas diretrizes regulatórias, resoluções e legislação federal visando aprimorar a supervisão e uniformização. A Tabela 4 demonstra a legislação pertinente ao PMOC.

Tabela 4 – Legislações pertinentes ao PMOC

NBR 13700/96	Classificação das áreas de contaminação controlada.
NBR 13971/97 – ABNT	Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação; manutenção programada.
Portaria nº 3.523/GM (28 de agosto de 1998)	PMOC.
CREA	Responsabilidade técnica.
Resolução - RE nº 176, de 24 de outubro de 2000	Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior ,em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.
ANVISA	Análise da qualidade do ar Resolução nº 09 (16 de janeiro de 2003).
Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018	Manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes.

Tabela 4 – Fonte: Autor(2023)

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo é de cunho exploratório, fundamentada nos postulados da Metodologia Científica delineados por Lakatos. Esta abordagem é notável por sua ênfase na investigação e compreensão preliminar de um fenômeno, propiciando uma análise aprofundada antes da formulação de conclusões definitivas. À luz das diretrizes metodológicas de Lakatos, objetiva-se alcançar uma compreensão abrangente do objeto de estudo, empregando técnicas que viabilizem a coleta e análise de dados de forma sistemática (CIENTÍFICA, 2008).

O procedimento metodológico consiste em uma análise sobre a administração da manutenção dos sistemas de ar condicionado em uma Instituição de Ensino Superior (IES), utilizando a abordagem metodológica DMAIC. Nesse contexto, no estágio inicial da investigação, foram conduzidas pesquisas bibliográficas em fontes acadêmicas, como a Scielo e a CAPES, assim como na Web of Science. O intuito primordial foi adquirir conhecimentos relativos à gestão da manutenção durante o período que compreende de janeiro de 2019 até junho de 2023.

Esta monografia, cujo escopo é o desenvolvimento do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) no contexto da gestão dos equipamentos de ar condicionado, encontra-se respaldada em uma revisão bibliográfica criteriosa. Dessa forma, ao explorar as bases de dados acadêmicas mencionadas, buscou-se fundamentar nossa abordagem com o conhecimento consolidado na área de gestão da manutenção, incorporando os princípios do DMAIC para promover melhorias sustentáveis nos processos relacionados aos sistemas de ar condicionado nesta IES.

A Tabela 5, inspirada na pesquisa de Falcão (2022), apresenta as etapas realizadas no estudo de caso, com o emprego da metodologia DMAIC, que é uma ferramenta amplamente utilizada na melhoria contínua de processos. Na **primeira etapa (D-Definir)**, ocorreu a identificação e a definição do problema por meio da técnica de brainstorming, envolvendo os responsáveis pela gestão de manutenção da instituição, a fim de coletar a percepção dos envolvidos no processo. Na **segunda etapa (M-mensurar)**, foram levantados dados relacionados aos problemas identificados na gestão da manutenção de aparelhos de ar-condicionado, a qual utilizou-se de diversas fontes, como registros, relatórios, *checklist*, inspeções técnicas e observações diretas. Na **terceira fase (A-Analisar)**, os dados coletados foram analisados e as inconformidades dos processos foram evidenciadas, utilizou-se de ferramentas como diagramas de causa e efeito, matriz de priorização e os 5 porquês. Na **quarta etapa (I-Melhorar)**, com base nas informações coletadas e nas análises realizadas, foi elaborado um plano de ação com o objetivo de atingir os objetivos previamente estabelecidos. Esse plano de ação foi construído de forma sequencial, visando

otimizar todo o processo de implementação das ações planejadas. **Na quinta e última etapa (C - Controlar)**, visa-se a implementação do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) no Instituto. Essa etapa tem como objetivo garantir a efetividade das ações implementadas, por meio da execução de um sistema de controle e monitoramento contínuo.

Tabela 5 – Cronograma de aplicação do DMAIC.

D	M	A	I	C
Definir	Mensurar	Analisar	Melhorar	Controlar
BrainStorm				
	BrainStorm			
	Mapeamento e reconhecimento do processo			
		BrainStorm		
		5 porques		
		Diagrama de Ishikawa		
		Matriz de priorização GUT		
			Plano de ação	
				PMOC

Fonte: Autor (2023).

Com o objetivo de obter os dados requeridos para a realização do estudo de caso, foram empregadas técnicas e ferramentas de qualidade do Seis Sigma. Entre elas, destacam-se o *brainstorming*, que consiste em uma técnica de grupo que busca gerar uma grande quantidade de ideias em um curto espaço de tempo; o mapeamento de processos, que permite a visualização da sequência das atividades e identificação de pontos de melhoria. Outra técnica que foi utilizada trata-se de um *checklist* em dois momentos: antes de iniciar o trabalho (Apêndice B), que foi aplicado em março/2023 e o segundo no mês de Outubro/2023 (Apêndice C). Houve a reaplicação para comparar os dados e verificar se houve alteração no cenário da IES em relação à área de refrigeração. Para preencher os dois formulários houve a inspeção na coordenação de manutenção do referido campus, bem como em cada setor que dispõe. O referido documento foi elaborado com base na legislação aplicável Resolução-RE nº09/2003 e a Lei nº 13.589/2018 em que foi possível coletar informações, tais como mapeamento dos equipamentos, programa de manutenção, análise de inspeção referente à limpeza, treinamentos e levantamento de documentações.

Após a aplicação do *checklist* foi realizada a análise das principais causas que têm ocasionado as inconsistências na gestão da manutenção dos referidos equipamentos. Para investigar os motivos foi utilizado também o método diagrama de causa e efeito (*diagrama de Ishikawa*), comumente intitulado de espinha de peixe, elaborado por Kaoru Ishikawa, em 1943, que permite a partir das causas primárias (6 M - Máquina; Mão de obra; Meio ambiente; Material; Método; Medida) levantar as secundárias de um problema ou situação avaliada (ISHIKAWA; LOFTUS, 1990).

O método 5 Porquês, desenvolvido por Taiichi Ohno, foi utilizado como uma técnica complementar à análise do Diagrama de Causa e Efeito, com o objetivo de identificar a causa raiz subjacente à situação analisada (OHNO, 1982).

O método citado acima consistiu em uma sequência de cinco perguntas, cada uma explorando minuciosamente as causas por trás do problema identificado. O foco das perguntas expostas na Tabela 6 foi direcionado para identificar a raiz fundamental do problema, de forma a estabelecer medidas corretivas eficazes e sustentáveis (COSTA; MENDES, 2018).

Tabela 6 – Perguntas Matriz 5W (PORQUES).

Perguntas da Matriz 5W (PORQUÊS)
Problema: Falta de manutenção de ar condicionados em uma IES
Por que não ocorre a manutenção de ar condicionados na IES?
Por que a instituição não possui uma equipe de manutenção de ar condicionados?
Por que não houve investimento em contratação ou treinamento de funcionários para a manutenção de ar condicionados?
Por que a manutenção de ar condicionados não é considerada uma prioridade ou não há recursos financeiros disponíveis?
Por que há outras necessidades mais urgentes ou a alocação de recursos para a manutenção de ar condicionados não foi prevista no orçamento?

Fonte: Autor (2023).

Com o objetivo de aprimorar a capacidade de tomada de decisão em cenários complexos, empregou-se a Matriz GUT como ferramenta de priorização. Esta matriz é composta por três fatores: Gravidade, Urgência e Tendência. A partir da análise desses fatores, é possível calcular a criticidade de cada situação ou problema. A utilização da Matriz GUT é amplamente difundida em cursos e treinamentos da Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) voltados para a capacitação de servidores públicos, uma vez que ela possibilita uma visão clara das prioridades e facilita o processo decisório (RIBEIRO et al., 2020).

Na penúltima fase da pesquisa foi estabelecido um plano de ação denominado 5W2H com o intuito de corrigir as principais causas raízes identificadas. Nesta etapa, foram definidas as atividades a serem realizadas, responsáveis por cada ação, prazos e recursos necessários (LISBÔA; GODOY, 2012).

Na última etapa metodológica, foi desenvolvido o projeto do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) para o instituto. Esta etapa é crucial para estabelecer as

diretrizes e procedimentos que serão seguidos na operação e manutenção dos sistemas de ar condicionado, garantindo a eficiência, segurança e conformidade com as normas aplicáveis. Os seguintes passos foram realizados:

- Inventário de Equipamentos de Ar Condicionado

Uma etapa fundamental no processo de implementação do PMOC foi a realização de um inventário completo de todos os equipamentos de ar condicionado presentes nas dependências da instituição de ensino superior, em que foi consultado individualmente cada sala e pavilhão. O objetivo, baseado em Antonovicz e Weber (2013), deste inventário foi obter informações detalhadas sobre cada unidade de ar condicionado, incluindo:

1. Marca e modelo de cada aparelho.
2. Capacidade de resfriamento em BTU/h (*British Thermal Units* por hora).
3. Localização específica de cada unidade de ar condicionado dentro das instalações da instituição.
4. Verificação do número total de unidades de ar condicionado, identificando se o estabelecimento ultrapassa a capacidade de 5 TRs (60.000 BTU/h).

- Desenvolvimento dos procedimentos de manutenção preventiva

Nesta etapa crucial do Projeto de Implementação do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) destinado aos sistemas de ar condicionado da IES foram estabelecidos os procedimentos de manutenção preventiva, pautados nas legislações norteadoras de maneira específica esse plano. Estes protocolos, concebidos com elevado rigor técnico, têm por objetivo não apenas garantir a operação eficiente e confiável dos equipamentos, mas também promover a extensão significativa de sua vida útil, além de minimizar potenciais falhas imprevistas que possam comprometer o desempenho do sistema (FALEIROS et al., 2018).

- Criação do Documento Técnico do PMOC

Após a elaboração dos procedimentos de manutenção preventiva e a conclusão do levantamento do inventário dos sistemas de ar condicionado, a fase subsequente compreendeu a elaboração do documento técnico do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) e o seu preenchimento com as informações pertinentes. O documento do PMOC atua como um guia oficial para a gestão, operação e manutenção dos sistemas de ar condicionado na instituição de ensino superior, abrangendo todos os detalhes relevantes.

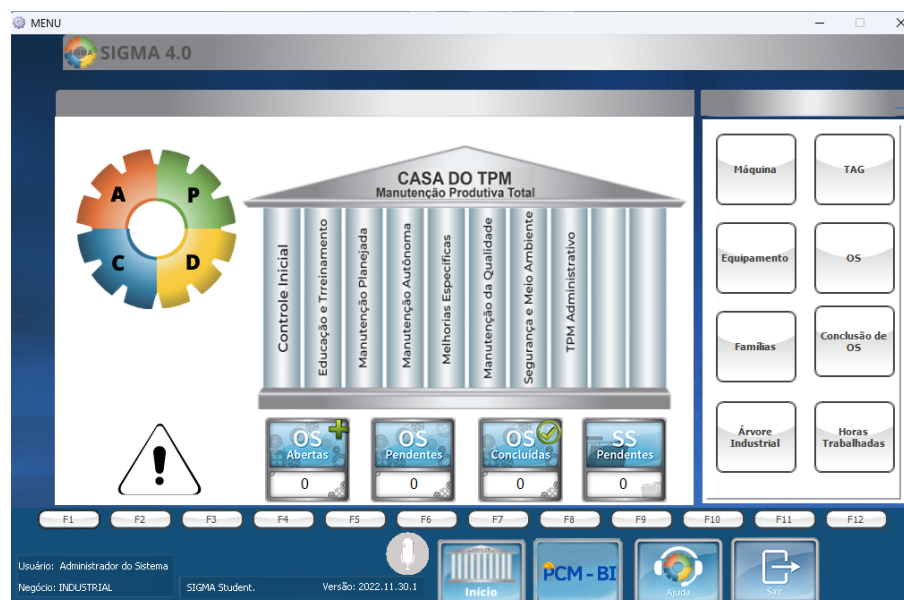
Este documento foi fundamentado no Anexo I da Portaria nº3.523, de 28 de agosto de 1998 e foi desenvolvido levando em consideração a realidade da Instituição de Ensino Superior (IES). Os dados da IES não constam no modelo do PMOC devido a questões de ética e sigilo dos dados.

- Análise de software de gestão de manutenção

Na fase conclusiva do desenvolvimento do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC), é crucial realizar uma análise detalhada de softwares voltados para a eficiente gestão desse conjunto complexo de sistemas de ar condicionado. Essa etapa adquire importância crítica devido à complexidade inerente à administração de um grande número de unidades de climatização.

O software escolhido para análise é o SIGMA – Sistema de Gerenciamento de Manutenção, lançado no mercado nacional em 01 de maio de 1987, por técnicos e engenheiros especializados em manutenção industrial. Sua estreia ocorreu no III Pólo Petroquímico, em Triunfo – RS. O software engloba diversos componentes aplicáveis ao projeto, como Gestão da Manutenção Corretiva, Preventiva e Preditiva, além de Gestão dos Custos da Manutenção, Estoque, Movimentação de Materiais, Calendário de Manutenção Programada e Monitoramento Online (PINTO, 2014).

Figura 13 – Tela inicial de acesso do SIGMA.



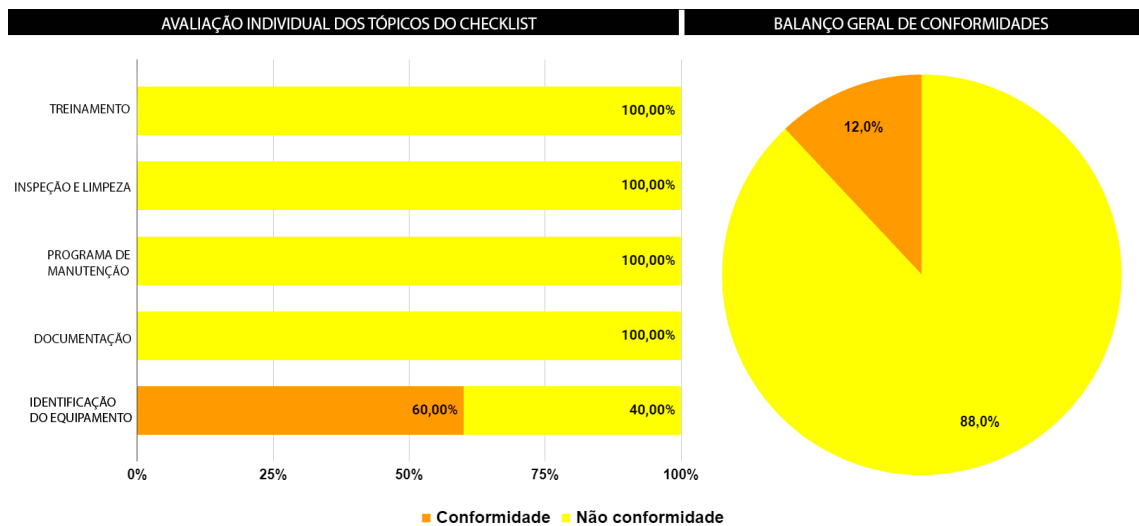
Fonte: SIGMA - Sistema de Gerenciamento de Manutenção(2023).

4 RESULTADOS

4.1 *Checklist* - Mapeamento e reconhecimento de processo

Os resultados da análise do *checklist* de Março de 2023 expostos na Figura 14 revelaram um cenário crítico para a manutenção de ar condicionado na IES, uma vez que dos 25 critérios analisados apenas 12% dos itens estão conformes, com base na legislação (BRASIL, 2003). Houve a identificação de 100% de não conformidade em relação ao critério manutenção preventiva, pois não existe uma equipe designada .

Figura 14 – Dados do checklist.



Fonte: Autor (2023).

Silva et al. (2021) cita que essa situação tem acarretado problemas frequentes com discentes e docentes, relacionados ao desconforto térmico em salas de aula, laboratórios e demais ambientes. Além disso, a falta de manutenção adequada pode acarretar em um acúmulo de material particulado e bactérias, o que pode comprometer a saúde dos usuários.

Outrossim, a situação se agrava ainda mais com os 33 aparelhos que ainda precisam ser instalados. Sem a presença de uma equipe especializada para a instalação, é possível que os novos equipamentos sofram com falhas de funcionamento já em sua primeira utilização (SERVICE, 2022).

Após a análise dos dados coletados no *Checklist* de março, a instituição conduziu um processo licitatório no qual solicitou a instalação dos sistemas térmicos previamente não utilizados. Dessa forma, foi necessário realizar uma nova verificação do *Checklist* com o objetivo de manter as informações atualizadas. Após a instalação dos sistemas de ar

condicionado, 12 dos equipamentos que já estavam em funcionamento foram retirados de uso, enquanto os 33 que ainda não haviam sido instalados foram colocados em seus devidos locais. dispõe de 98 sistemas de refrigeração instalados. A IES encaminhará 12 equipamentos para descarte. Entretanto os demais dados analisados no *checklist* permaneceram inalterados. Os dois *checklists* aplicados constam na íntegra nos apêndices B e C. Portanto, o cenário da IES continua necessitando de intervenção urgente a fim de adequar as normativas, considerando as consequências do ponto de vista ambiental, econômico e da saúde humana.

O conforto térmico em áreas internas é um fator crucial, pois o desconforto térmico pode ter um impacto significativo na qualidade de vida dos indivíduos que utilizam esses espaços. Além disso, essa situação pode afetar negativamente tanto o ambiente de aprendizagem quanto a produtividade, resultando em consequências diretas para o desempenho dos alunos e o trabalho dos docentes (CELARINO et al., 2023). Adicionalmente, a falta de manutenção adequada pode comprometer a saúde dos usuários, em especial problemas respiratórios (BRASIL, 2003).

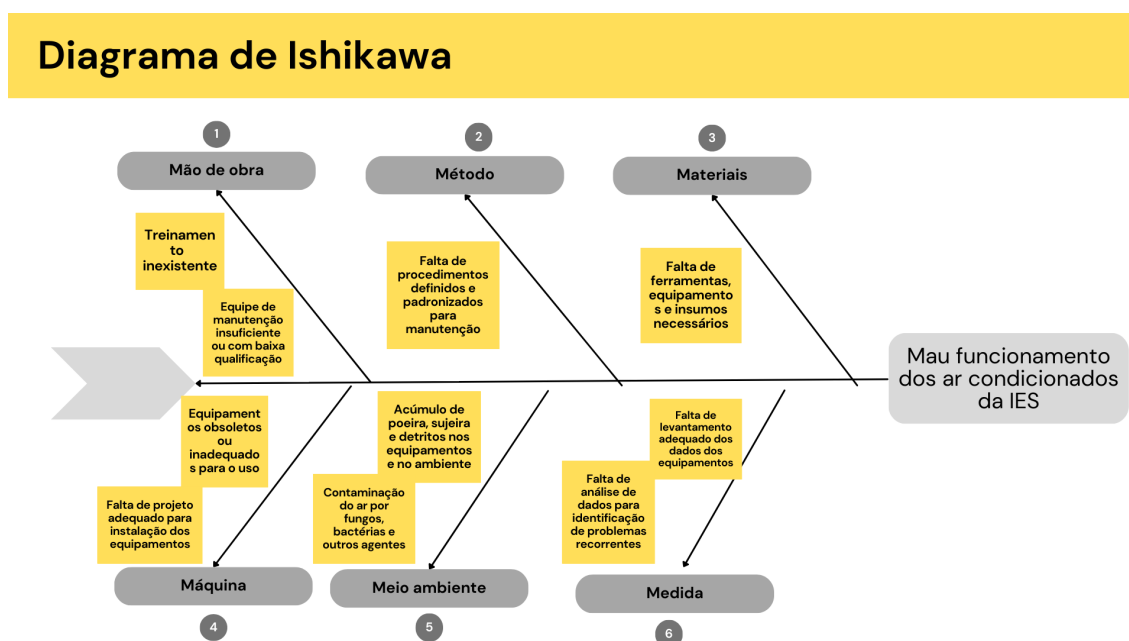
Nesse sentido, é fundamental que o instituto providencie a contratação de uma equipe de manutenção especializada, para garantir o adequado funcionamento dos aparelhos de ar condicionado já instalados e realizar a instalação dos novos equipamentos de forma adequada. Além disso, é importante que sejam implementados planos de manutenção regulares para todos os equipamentos, garantindo o bem-estar dos usuários e a eficiência energética da instituição. Somente assim será possível garantir um ambiente saudável e com condições térmicas adequadas para todos os membros da comunidade acadêmica.

4.2 Diagrama de Ishikawa

A aplicação do diagrama de Ishikawa está disposto na Figura 15, esse método foi usado para analisar o problema da falta de manutenção dos ar condicionados. Essa ferramenta analítica e visual ajuda a identificar possíveis causas raízes de um problema, dividindo-o em categorias como pessoas, processo, produto, ambiente e equipamentos (LILIANA, 2016).

A aplicação da matriz de causa e efeito na manutenção de equipamentos no instituto revelou que a falta/inexistência de treinamento adequado, procedimentos padronizados, ferramentas e equipamentos são causas subjacentes comuns para problemas de manutenção. Além disso, foram identificadas outras causas como equipamentos obsoletos ou inadequados, falta de projeto adequado, acumulação de material particulado e detritos, contaminação do ar e falta de análise de dados.

Figura 15 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Autor (2023).

É importante ressaltar que a manutenção de ar condicionados requer uma abordagem holística e proativa, envolvendo monitoramento constante e identificação de causas raiz. A adoção desta abordagem pode reduzir os custos e melhorar a eficiência e qualidade do trabalho da equipe de manutenção.

Nesse sentido, é fundamental que a equipe de manutenção da IES seja treinada de forma adequada e que sejam estabelecidos procedimentos padronizados para as atividades de manutenção. Além disso, é necessário que sejam disponibilizadas as ferramentas e equipamentos adequados para a realização das atividades de manutenção.

Por fim, é preciso que haja uma análise constante dos dados e que sejam adotadas medidas para a prevenção de problemas futuros. Com essa abordagem, o Instituto poderá garantir uma manutenção eficiente e de qualidade em seus equipamentos, resultando em uma redução de custos e melhoria na eficiência da equipe de manutenção.

4.3 Matriz dos 5 porquês (5W)

Na Tabela 7 foi aplicada a matriz 5W(porquês) para a falta de manutenção de ar condicionados da instituição de ensino que revelou uma causa raiz grave que está relacionada a uma possível falta de planejamento adequado ou uma priorização equivocada das necessidades do campus.

Tabela 7 – Matriz dos 5 porquês (5W).

MATRIZ 5W (PORQUÊS)
Problema: Falta de manutenção de ar condicionados no instituto
Por que não ocorre a manutenção de ar condicionados no instituto?
Porque o IFBA não possui uma equipe de manutenção de ar condicionados.
Por que o instituto não possui uma equipe de manutenção de ar condicionados?
Porque não foi feito um investimento em contratação ou treinamento de funcionários para essa função.
Por que não houve investimento em contratação ou treinamento de funcionários para a manutenção de ar condicionados?
Porque talvez não tenha sido considerado uma prioridade ou não haja recursos financeiros disponíveis.
Por que a manutenção de ar condicionados não é considerada uma prioridade ou não há recursos financeiros disponíveis?
Talvez haja outras necessidades mais urgentes ou a alocação de recursos para esse fim não tenha sido prevista no orçamento.
Por que há outras necessidades mais urgentes ou a alocação de recursos para a manutenção de ar condicionados não foi prevista no orçamento?
Isso pode ser resultado de uma falta de planejamento adequado ou uma priorização equivocada das necessidades do campus.

Fonte: Autor (2023).

Com base nos métodos aplicados nesta pesquisa e embasamento teórico foi possível identificar que a falta de manutenção adequada dos aparelhos pode ser resultado de uma falta de planejamento condizente ou uma priorização equivocada das necessidades do campus. Essa falta de planejamento pode estar relacionada a uma série de fatores, como a falta de um orçamento mais assertivo para a manutenção dos equipamentos, uma gestão ineficiente dos recursos disponíveis ou uma falta de atenção aos prazos de manutenção preventiva dos aparelhos. Além disso, uma priorização equivocada das necessidades do campus pode ter levado a uma alocação inadequada dos recursos, priorizando outras áreas em detrimento da manutenção adequada dos aparelhos de ar condicionado.

A manutenção constante e adequada dos sistemas de refrigeração nas instituições é crucial para assegurar o bom funcionamento, evitar problemas, prejuízos e interrupções na produção, além de proporcionar um ambiente confortável e saudável para os usuários. A falta de manutenção compromete a qualidade do produto ou serviço prestado, compromete o conforto dos usuários e pode acarretar problemas frequentes, afetando tanto o desempenho dos equipamentos quanto a saúde daqueles que frequentam esses espaços (ITO et al., 2023). Além disso, equipamentos mal conservados podem consumir mais energia, gerando um aumento significativo nos custos de energia elétrica.

Dessa forma, é essencial que a instituição de ensino superior realize uma revisão dos processos de planejamento e gestão de recursos, para garantir que a manutenção adequada dos aparelhos de ar condicionado seja uma prioridade. Além disso, é importante que sejam implementados planos de manutenção preventiva regulares, para garantir o bom funcionamento dos equipamentos e a segurança dos usuários. Somente assim será possível

garantir um ambiente de aprendizagem e trabalho saudável e confortável para todos os membros da comunidade acadêmica.

4.4 Matriz de priorização - GUT

Na Tabela 8, a matriz de priorização GUT foi utilizada para avaliar a gestão dos equipamentos de ar condicionado existentes no Instituto. As atividades que apresentaram maior impacto e exigiam maior atenção foram o levantamento dos equipamentos existentes, a identificação das necessidades de manutenção, o planejamento das ações de manutenção e a execução da manutenção corretiva dos equipamentos. As metas de média prioridade incluíram o diagnóstico do estado dos equipamentos e a verificação dos resultados da manutenção. As tarefas de baixa prioridade foram a aquisição dos materiais e equipamentos necessários, o treinamento dos funcionários responsáveis pela manutenção e a avaliação periódica do plano de manutenção. A partir desses resultados, um plano de ação pode ser desenvolvido para priorizar as atividades críticas e melhorar a gestão dos equipamentos de ar condicionado.

Tabela 8 – Matriz de Priorização - GUT

MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO- GUT.						
	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	Total (GUT)	Prioridade	Ordem de prioridade
Levantamento dos equipamentos de ar-condicionado existentes	4	5	4	80	Alta	1°
Diagnóstico do estado dos equipamentos	3	4	3	36	Média	5°
Identificação das necessidades de manutenção	4	5	4	80	Alta	2°
Planejamento das ações de manutenção	4	5	4	80	Alta	3°
Aquisição dos materiais e equipamentos necessários	2	2	2	8	Baixa	10°
Execução da manutenção corretiva dos equipamentos	4	5	4	80	Alta	4°
Verificação dos resultados da manutenção	3	4	3	36	Média	6°
Implementação de plano de manutenção preventiva	3	3	3	27	Média	7°

Treinamento dos funcionários responsáveis pela manutenção	2	1	2	4	Baixa	9°
Avaliação periódica do plano de manutenção	3	3	3	27	Média	8°

Fonte: Autor (2023).

4.5 Plano de ação - 5W2H

Após minuciosa análise do status atual dos equipamentos de ar condicionado na IES e aplicação de todas essas ferramentas de gestão de manutenção, foi confirmado a necessidade de implementar um plano de ação para solucionar os problemas identificados. Nesse sentido, torna-se imprescindível utilizar o método 5W2H, que se mostra eficiente para organizar e executar ações, pois aborda de maneira clara e objetiva os aspectos relacionados ao planejamento e à execução das atividades necessárias. Com a aplicação do plano de ação 5W2H, espera-se obter resultados efetivos na melhoria do desempenho dos equipamentos e, conseqüentemente, no conforto térmico dos usuários do campus.

Tabela 9 – Plano de ação 5W2H.

PLANO DE AÇÃO - 5W2H						
What? (O quê?)	Why? (Por quê?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	Where? (Onde?)	How? (Como?)	How much? (Quanto?)
Realizar levantamento dos equipamentos	Identificar a quantidade de equipamentos, modelos e condições atuais	Equipe técnica	1ª Semana	Em todos os setores do campus	Utilizando formulário de levantamento padronizado	Sem custo
1.1. Dividir os setores do campus	Facilitar a organização do levantamento	Equipe técnica	1ª Semana	Em todos os setores do campus	Definindo as áreas de responsabilidade de cada membro da equipe técnica	Sem custo
1.2. Verificar a localização dos equipamentos	Identificar a distribuição dos equipamentos no campus	Equipe técnica	1ªSemana	Em todos os setores do campus	Utilizando plantas do campus e realizando vistorias nos setores	Sem custo
1.3. Preencher o formulário de levantamento	Registrar as informações dos equipamentos	Equipe técnica	1ªSemana	Em todos os setores do campus	Utilizando o formulário padronizado	Sem custo
Elaborar cronograma de manutenção preventiva	Garantir a previsão de manutenções e redução de problemas futuros	Coordenador de Manutenção	2ªsemana	Escritório da coordenação de manutenção	Utilizando planilha eletrônica padronizada	Sem custo
2.1. Analisar as informações do levantamento	Identificar as necessidades de manutenção preventiva de cada equipamento	Coordenador de Manutenção	2ªsemana	Escritório da coordenação de manutenção	Utilizando as informações do formulário de levantamento	Sem custo
2.2. Definir as datas das manutenções preventivas	Estabelecer o cronograma de manutenção preventiva de acordo com as necessidades de cada equipamento	Coordenador de Manutenção	2ªsemana	Escritório da coordenação de manutenção	Utilizando a planilha eletrônica padronizada	Sem custo

Selecionar empresa especializada para manutenção corretiva	Garantir a qualidade do serviço e rapidez na solução de problemas	Coordenador de Manutenção	1° mes	Escritório da coordenação de manutenção	Verificando as empresas cadastradas na instituição e realizando pesquisa de satisfação de clientes	Sem custo
3.1. Verificar as empresas cadastradas na instituição	Identificar as empresas que prestam serviços de manutenção de ar condicionados	Coordenador de Manutenção	1° mês	Escritório da coordenação de manutenção	Acessando o banco de dados da instituição	Sem custo
3.2. Realizar pesquisa de satisfação de clientes	Avaliar a qualidade dos serviços prestados pelas empresas cadastradas	Coordenador de Manutenção	1° mes	Escritório da coordenação de manutenção	Realizando entrevistas com clientes das empresas cadastradas	Sem custo
3.3. Selecionar a empresa com melhor avaliação	Contratar a empresa que apresentar melhor avaliação na pesquisa de satisfação	Coordenador de Manutenção	1° mes	Escritório da coordenação de manutenção	Analizando os resultados da pesquisa e definindo a empresa selecionada	Depende da licitação
Estabelecer plano de ação para manutenção corretiva	Garantir rapidez e eficácia na solução de problemas	Equipe técnica e empresa selecionada	2° mes	Em todos os setores do campus	Realizando vistorias e definindo o plano de ação para cada problema identificado	Sem custo
4.1. Identificar problemas nos equipamentos	Identificar e registrar os problemas identificados	Equipe técnica	2° mes	Em todos os setores do campus	Realizando vistorias e utilizando formulário padronizado	Sem custo
4.2. Priorizar as demandas de manutenção corretiva	Estabelecer uma ordem de prioridade para atender os problemas identificados	Coordenador de Manutenção	2° mes	Escritório da coordenação de manutenção	Utilizando as informações registradas no formulário de identificação de problemas	Sem custo
4.3. Definir o plano de ação para cada problema	Estabelecer as ações necessárias para solucionar cada problema identificado	Equipe técnica e empresa selecionada	2° mes	Em todos os setores do campus	Utilizando o formulário de identificação de problemas e o conhecimento técnico especializado	Sem custo
Executar plano de ação para manutenção corretiva	Solucionar os problemas identificados	Equipe técnica e empresa selecionada	3° e 4° mes	Em todos os setores do campus	Realizando as ações definidas no plano de ação	Depende da licitação
5.1. Monitorar a execução do plano de ação	Acompanhar o andamento das ações definidas para cada problema	Coordenador de Manutenção	3° e 4° mes	Em todos os setores do campus	Realizando vistorias e acompanhando o trabalho da equipe técnica e da empresa selecionada	Depende da licitação
5.2. Verificação da eficácia das ações do plano de manutenção	Verificar se as ações definidas no plano de manutenção foram eficazes em solucionar os problemas identificados nos equipamentos	Coordenador de Manutenção e equipe técnica	3° e 4° mes	Em todos os setores do campus	Realizando testes nos equipamentos e verificando se o problema foi resolvido	Depende da licitação
5.3. Realização de ajustes no plano de ação, se necessário	Fazer ajustes nas ações definidas caso os problemas identificados não tenham sido solucionados	Equipe técnica e empresa selecionada	3° e 4° mes	Em todos os setores do campus	Reunindo informações sobre os equipamentos, definindo as ações necessárias e contratando empresas especializadas	Sem custo
Elaboração do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)	Planejar ações para a manutenção dos equipamentos de ar condicionado de acordo com a legislação vigente	Responsável Técnico com suporte da equipe técnica	5° mes	Em escritório definido pelo Responsável Técnico	Utilizando informações do levantamento dos equipamentos, da análise do estado de conservação dos equipamentos e a legislação vigente	Depende da licitação
6.1. Implementação do PMOC	Executar as ações definidas no PMOC	Equipe técnica	5° mes	Em todas as salas com equipamentos	Realizando as ações planejadas no PMOC	Sem custo

6.2. Monitoramento do PMOC	Verificar se o PMOC está sendo seguido e identificar a necessidade de ajustes	Responsável Técnico com suporte da equipe técnica	5° mes	Em escritório definido pelo Responsável Técnico	Analizando registros de manutenção e avaliando o estado dos equipamentos	Depende da empresa que conseguiu a licitação
Implementação de um Sistema de Gestão de Manutenção	Gerenciar de forma eficiente as atividades de manutenção dos equipamentos	Coordenador de Manutenção	Apos a implementação do PMOC	Escritório da coordenação de manutenção	Selecionando um software especializado em gestão de manutenção, implementando o sistema e treinando a equipe técnica	Sem custo
7.1. Seleção de um software especializado em gestão de manutenção	Selecionar um software que atenda às necessidades da instituição	Coordenador de Manutenção	Apos a implementação do PMOC	Escritório da coordenação de manutenção	Realizando pesquisas, analisando as funcionalidades e custos dos softwares disponíveis no mercado	R\$50 a R\$5000
7.2. Implementação do Sistema de Gestão de Manutenção	Instalar e configurar o software selecionado	Equipe técnica	Apos a implementação do PMOC	Escritório da coordenação de manutenção	Realizando as configurações necessárias no sistema e integrando-o com as informações dos equipamentos	Sem custo

Fonte: Autor (2023).

4.6 Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)

4.6.1 Valores de referência

A Tabela 10 foi elaborada com base nas diretrizes estabelecidas pela Resolução n°9 (BRASIL (2003)), com o objetivo de simplificar e proporcionar uma referência simplificada dos limites máximos recomendados para a contaminação biológica, química e os parâmetros físicos do ar no ambiente interno.

Tabela 10 – Limites máximos recomendados para qualidade do ar interno

Parâmetro	Valor Máximo Recomendável	Descrição
Fungos	750 ufc/m ³ para relação I/E = 1,5	Unidades Formadoras de Colônia (ufc) de fungos por metro cúbico de ar. A relação I/E é a quantidade de fungos no ambiente interno(I) dividida pela quantidade de fungos no ambiente externo (E)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1000 ppm	Partes por milhão (ppm) de dióxido de carbono no ar, como indicador de renovação de ar externo
Temperatura	23 a 26°C	Graus Celsius (°C) da temperatura do ar interior.

Umidade Relativa	40% a 60%	Porcentagem (%) da umidade relativa do ar interior.
Partículas em suspensão	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramas (μg) de partículas em suspensão por metro cúbico de ar.
Renovação do ar	27 m^3/h por pessoa	Metros cúbicos (m^3) de ar renovado por hora por pessoa.

Fonte: Adaptado do BRASIL (2003)

4.6.2 Levantamento do inventário

O levantamento e mapeamento detalhado dos sistemas de ar condicionado na instituição de ensino superior analisada representou a etapa inicial e fundamental deste estudo. Nesse processo, foi possível identificar e catalogar todos os equipamentos de climatização distribuídos em diversas áreas da instituição. Foram mapeados desde unidades de condicionamento de ar de diferentes capacidades à sistemas de ventilação associados e suas respectivas localizações.

A realização desse levantamento permitiu uma visão abrangente da infraestrutura de climatização da instituição, revelando informações cruciais, como a quantidade, a capacidade de refrigeração e a condição operacional dos aparelhos. Além disso, identificou-se a distribuição geográfica desses equipamentos em diferentes edifícios e áreas, o que serviu como base sólida para o desenvolvimento das estratégias de implementação do PMOC.

Esse mapeamento, com as principais informações está disponível na Tabela 11, não apenas forneceu informações essenciais para a elaboração do Plano de Manutenção, Operação e Controle, mas também possibilitou uma análise criteriosa da eficiência energética e do potencial de melhoria no desempenho dos sistemas de climatização da instituição. Com os dados coletados, foi possível traçar um panorama para os desafios e possibilidades de intervenção a fim de otimizar o uso de ar condicionado. Além disso, a pesquisa fornece um diagnóstico e prognóstico com o propósito de assegurar um ambiente interno saudável e confortável para a comunidade acadêmica. O mapeamento completo com todas as informações coletadas consta no Apêndice D.

Tabela 11 – Dados resumidos do levantamento completo da IES

Análise geral do levantamento de inventário	
Quantidade de dispositivos com 9.000BTUs/h	5
Quantidade de dispositivos com 18.000BTUs/h	42
Quantidade de dispositivos com 24.000BTUs/h	17
Quantidade de dispositivos com 36.000BTUs/h	34

Valor Total BTUs/h da instituição:	2.433.000
Classificação "A"	61
Classificação "B"	1
Classificação "E"	34
Dispositivos sem tombo	60
Dispositivos Tombados	38
Ar condicionado do tipo Piso teto	38
Ar condicionado do tipo Hi Wall Inverter	25
Ar condicionado do tipo Hi Wall	35
Total de dispositivos instalados	98

Fonte: Autor (2023)

A análise dos dados deste mapeamento gerou informações relevantes para o avanço da pesquisa e aprimoramento do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC). Do total de 98 sistemas de condicionamento de ar instalados, foram identificados que 60 estão desprovidos do devido número de identificação, o que resulta em problemas para a instituição devido à falta de controle dos bens.

Ademais, constatou-se a presença de 34 sistemas de condicionamento de ar pertencentes à classe E. Os sistemas de ar condicionado classificados como "Classe E" apresentam uma série de desvantagens que podem ter impactos negativos significativos no ambiente de trabalho e nas finanças da instituição. Um dos principais problemas está relacionado à ineficiência energética desses equipamentos, que consomem uma quantidade considerável de eletricidade. Isso não apenas eleva os custos operacionais da instituição, mas também contribui para um aumento das emissões de dióxido de carbono, gás prejudicial ao meio ambiente.

Esse tipo de classe apresenta desafios significativos, o que pode afetar tanto o conforto térmico quanto os custos operacionais das instalações. Estes equipamentos não conseguem manter uma temperatura ambiente constante e agradável, prejudicando a produtividade e a satisfação dos ocupantes. Além disso, exigem manutenção frequente devido ao desgaste e ao risco de falhas, o que resulta em custos operacionais mais elevados e interrupções não planejadas nos serviços de climatização. Souza (2010) afirma que a vida útil reduzida também gera despesas adicionais. Para além, esses sistemas utilizam refrigerantes prejudiciais ao meio ambiente, que contribuem para uma piora da camada de ozônio e, conseqüentemente, agravam o aquecimento global, de modo que representam um impacto ambiental negativo e comprometem a sustentabilidade das operações da instituição.

Outro aspecto a ser abordado diz respeito à capacidade de resfriamento identificada. No instituto de ensino em análise, observou-se que a capacidade de resfriamento

excede a marca de 2 milhões de BTUs/h, número este que ultrapassa mais de 38 vezes o limite que torna obrigatória a implementação de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) (BRASIL, 2003).

Essa capacidade de resfriamento substancial exige uma atenção especial no que se refere à gestão térmica e à operação eficiente do sistema de HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado). Além disso, é crucial assegurar que o PMOC esteja em vigor, a fim de garantir o desempenho ideal do sistema de resfriamento, a conformidade com regulamentações pertinentes e a qualidade do ambiente interno.

4.6.3 Modelo de manutenção preventiva

O modelo de manutenção preventiva foi desenvolvido com base na Resolução nº09/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a qual estabelece os Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente, a periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção de uso público e coletivo. Essa resolução fornece diretrizes essenciais para garantir a qualidade do ar em ambientes climatizados, promovendo a saúde e o bem-estar dos ocupantes.

Assim, o modelo de manutenção preventiva adota as orientações e critérios estabelecidos na Resolução da ANVISA como base sólida para a definição das ações preventivas. Isso assegura que os procedimentos de manutenção estejam alinhados com as normas de referência, promovendo um ambiente interno saudável e seguro.

A implementação desse modelo não apenas atende aos requisitos regulatórios, mas também demonstra o comprometimento da instituição de ensino superior com a qualidade do ar interior. Ele é uma ferramenta estratégica que visa cumprir não apenas com a legislação, mas também com a finalidade de proporcionar um ambiente propício ao aprendizado e ao bem-estar da comunidade acadêmica, reforçando, assim, a excelência operacional da instituição. Este modelo está disponível no Apêndice D.

4.6.4 Documento Técnico do PMOC

A concepção do documento técnico referente ao Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC), adaptado do Anexo I da Portaria 3523, emergiu como um procedimento estratégico, desempenhando um papel de significativa relevância na conformidade normativa e na administração aprimorada dos sistemas de climatização nas instalações da Instituição de Ensino Superior (IES). Este processo englobou a delimitação de diretrizes específicas para a operação, manutenção e supervisão dos sistemas de ar condicionado, visando assegurar o desempenho eficiente e a conformidade regulatória integral das instalações climáticas da IES. A abordagem metodológica adotada priorizou a identificação e a mitigação proativa de potenciais irregularidades, promovendo assim a integridade operaci-

onal e legislativa dos equipamentos associados ao sistema de climatização e da instituição de ensino analisada.

Todo esse processo resultou na geração de diversos *outcomes* significativos para o projeto, desde a elaboração do levantamento dos sistemas de ar condicionado até a adaptação das tabelas de controle de manutenção. Esse percurso envolveu a análise a análise do arcabouço legal e teste de software, a qual culminou na melhoria do Apêndice E a fim de aperfeiçoar os aspectos de funcionalidade, operacionalidade, também foi gerado um quadro (B) com a descrição dos itens obrigatórios para instruir e auxiliar as instituições educacionais de ensino no processo de implementação do PMOC.

4.6.5 Análise do software para a implementação no projeto

Após análise do Sigma - Sistema de Gestão de Manutenção, constatou-se que sua implementação na instituição de ensino em questão representa um avanço significativo na gestão do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC). As facilidades oferecidas pelo Sigma proporcionam benefícios tangíveis para a administração eficaz do extenso sistema de ar condicionado presente na instituição.

O Sigma se destacou pela sua adaptabilidade às demandas específicas do ambiente educacional, oferecendo uma interface de fácil compreensão e utilização. Sua integração harmoniosa com os requisitos do PMOC facilita a implementação e controle preciso do projeto, tornando-se uma ferramenta valiosa para a gestão proativa dos sistemas de climatização. Apesar do software em análise não ter sido desenvolvido para implementação do PMOC, é possível realizar uma adaptação ao PCM

Na Figura 16 pode-se visualizar um exemplo de cadastro no SIGMA, com os dados dos equipamentos da IES. Nesta aba há informações importantes como dados identificação da máquina, aviso de pendências, metas de manutenção, entre outros.

No decorrer da análise, foram exploradas as nuances do software, destacando sua aplicabilidade dentro do escopo do PMOC. A análise não se limitou à funcionalidade direta do software no contexto do gerenciamento de ar condicionado, abrangendo também sua capacidade de integração simples com o projeto de implementação na IES. Confirmou-se a operacionalidade e efetividade do software para fins de gestão de manutenção de condicionadores de ar.

Uma pesquisa conduzida por Fedrici e Neto (2022) aplicou e realizou testes com o referido software. Nesse estudo foi aplicada sistematicamente em cada seção do sistema, com foco especial na identificação e análise dos elementos essenciais para a administração de sistemas de ar condicionado. O objetivo foi avaliar a adaptabilidade do software, inicialmente desenvolvido para integração com o Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), considerando as particularidades definidas pelo Plano de Manutenção, Operação

Figura 16 – Tela de configuração e lançamento de equipamento.

SIGMA 4.0 - Máquinas (formcadmaq) - Reg. INPI: RS 10297-6

Máquina Ar Condicionado T1 **Aviso de Pendências** Nenhuma OS pendente! **Disponibilidade** 100,00% **Confiabilidade:** 100,00% **MTBF** 600:00 **Em produção** Máquina Desativada

Descrição Máquina Condicionador de ar- ELGIN | 18.000 BTU/h | Hi'Wall - Inverter Criticidade 5 N° Patrimonial 003634

Dados Técnicos Cadastros Imagens Consultas Indicadores Patrimônio

Carga Máquina

Família SIST. TERM IES Gerencia dos sistemas de refrigeração da IES

Centro de Custo

Célula

Processo

Setor Manu.Sis Equipe de manutenção dos sistemas de refrigeração

Departamento Manutenção Equipe de manutenção

Metas da Manutenção

Máquina Parada	Total Máquina Parada	Totais do Setor	Disponibilidade de Horas / Dia
0 %	0	R\$ 00:00	20:00
Custo Manutenção	Custo Manutenção	R\$ 0	Disponibilidade de Horas Parada/Dia
0 %	R\$ 0,00	R\$ 0	00:00
Faturamento	R\$ do Faturamento	R\$ 0	Tempo de Parada Acumulado
0 %	R\$ 0,00	R\$ 0	00:00
SLA			Período
00:00			Integral
			Peso da Produção
			0

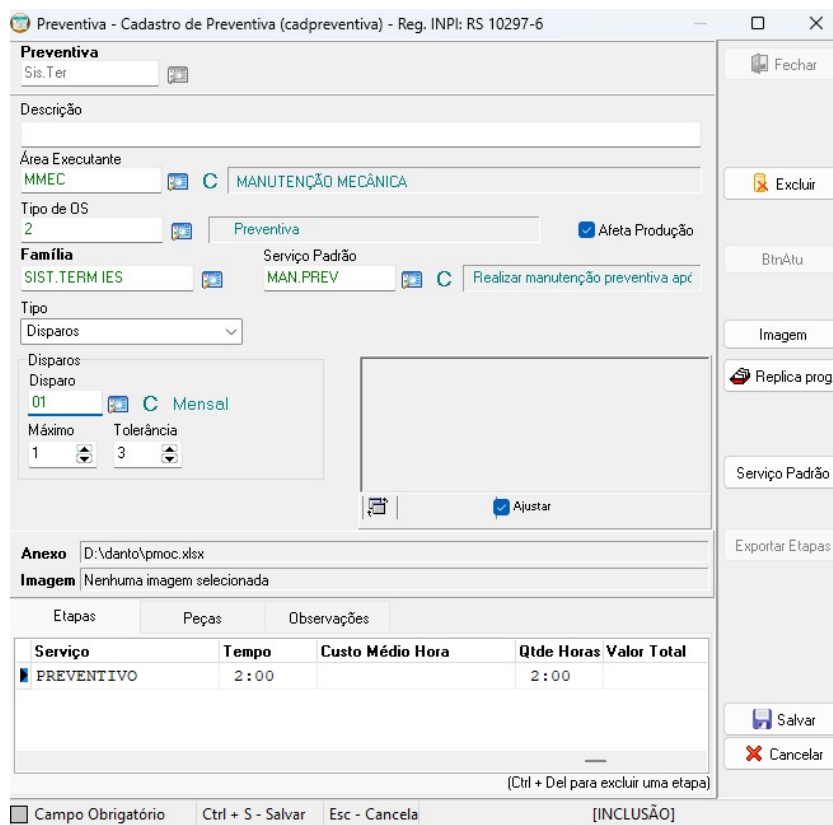
Ajustar

Fonte: Adaptado SIGMA - Sistema de Gerenciamento de Manutenção(2023).

e Controle (PMOC) para os sistemas térmicos.No contexto laboral, observou-se a validação do software de forma satisfatória, culminando na sua implementação e utilização no setor estudado ao término da pesquisa.

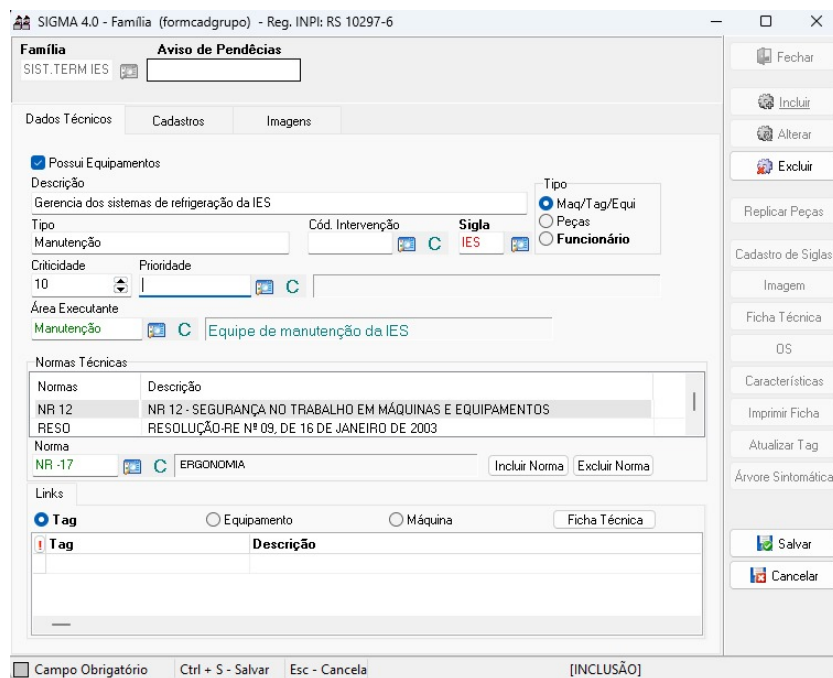
As Figuras 17,18 e 19 demonstram os testes e validações para o projeto desenvolvido em que é possível visualizar informações tais como registro e configuração de agendamentos de manutenção, a categorização das normas técnicas para disponibilidade imediata ao usuário quando necessário, e painéis interativos visando aprimorar a eficiência na análise de dados.

Figura 17 – Tela de configuração e lançamento da manutenção preventiva.



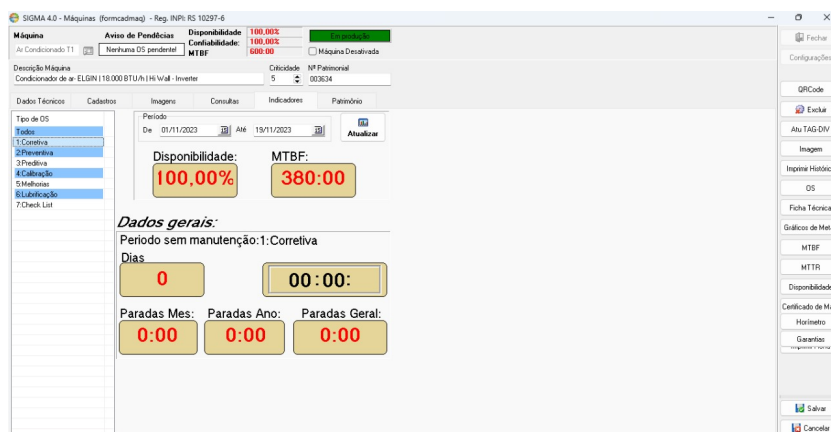
Fonte: Adaptado SIGMA - Sistema de Gerenciamento de Manutenção(2023).

Figura 18 – Tela de cadastro da família e normas técnicas.



Fonte: Adaptado SIGMA - Sistema de Gerenciamento de Manutenção(2023).

Figura 19 – Tela de análise do tempo medio entre falhas(MTBF) do equipamento.



Fonte: Adaptado SIGMA - Sistema de Gerenciamento de Manutenção(2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade do ar em ambientes fechados é um tema de grande importância para a saúde e o bem-estar dos usuários, especialmente em instituições de ensino superior, onde a concentração de pessoas é elevada. Nesse contexto, a implementação do PMOC é uma etapa crucial para garantir a eficiência, segurança e conformidade com as normas aplicáveis na operação e manutenção dos sistemas de ar condicionado.

A metodologia DMAIC, adotada neste trabalho, permitiu uma análise detalhada dos problemas identificados e a definição de um plano de ação para corrigir as principais causas raízes. A revisão bibliográfica criteriosa realizada no estágio inicial da investigação permitiu adquirir conhecimentos relativos à gestão da manutenção durante o período que compreende de janeiro de 2019 até Outubro de 2023.

O inventário completo dos equipamentos de ar condicionado e a definição das atividades a serem realizadas, responsáveis por cada ação, prazos e recursos necessários foram passos fundamentais para o desenvolvimento do PMOC. A partir dessas informações, foi possível estabelecer as diretrizes e procedimentos que serão seguidos na operação e manutenção dos sistemas de ar condicionado, garantindo a eficiência, segurança e conformidade com as normas aplicáveis.

A análise dos resultados obtidos permitiu identificar que a implementação do PMOC é uma medida eficaz para garantir a qualidade do ar em ambientes fechados. A partir da aplicação da metodologia DMAIC, foi possível identificar as principais causas raízes dos problemas nos sistemas de ar condicionado da instituição de ensino superior e definir um plano de ação para corrigi-los. A definição das atividades a serem realizadas, responsáveis por cada ação, prazos e recursos necessários permitiu estabelecer um processo de manutenção preventiva e corretiva eficiente e seguro.

Recomenda-se que a instituição de ensino superior implemente o PMOC e realize a manutenção preventiva e corretiva dos sistemas de ar condicionado de forma regular, a fim de garantir a qualidade do ar e o bem-estar de todos os usuários. Além disso, é importante que a instituição promova a sensibilização dos usuários sobre a importância da manutenção dos sistemas de ar condicionado e a necessidade de obedecer as recomendações estabelecidas no PMOC.

Outrossim, destaca-se que o desenvolvimento do PMOC apresentado neste trabalho pode ser utilizado como referência para outras instituições de ensino superior que desejam implementar um plano de manutenção eficiente e seguro para os sistemas de ar condicionado. A metodologia DMAIC mostrou-se eficaz na identificação das principais causas raízes dos problemas e na definição de um plano de ação para corrigi-los.

No entanto, é importante ressaltar que cada instituição possui suas particularidades e, portanto, é necessário adaptar o PMOC às necessidades específicas de cada ambiente. Além disso, é fundamental que a instituição conte com profissionais capacitados e treinados para realizar a manutenção dos sistemas de ar condicionado, garantindo a eficiência e segurança do processo.

Por fim, conclui-se que a implementação do PMOC é uma medida essencial para garantir a qualidade do ar em ambientes fechados, especialmente em instituições de ensino superior. A metodologia DMAIC mostrou-se eficaz na identificação das principais causas raízes dos problemas e na definição de um plano de ação para corrigi-los. A definição das atividades a serem realizadas, responsáveis por cada ação, prazos e recursos necessários permitiu estabelecer um processo de manutenção preventiva e corretiva eficiente e seguro. Recomenda-se que outras instituições de ensino superior utilizem o PMOC desenvolvido neste trabalho como referência para implementar um plano de manutenção eficiente e seguro para os sistemas de ar condicionado.

Referências

- ABNT, A. B. de N. T. **Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- ALMEIDA, J. S. d. Análise de dados referente à manutenção elétrica preditiva. Universidade Federal de Uberlândia, 2023.
- ANJOS, M. F. d. Carga térmica para o dimensionamento de um sistema de ar condicionado de uma igreja: estudo de caso. 2022.
- ANTONOVICZ, D.; WEBER, R. G. B. **Inventário e PMOC: plano de manutenção operação e controle: nos condicionadores de ar do Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
- ARAÚJO, E. d. P. Apostila de ar condicionado e exaustão. 2011.
- ARGENTA, J. M. O perigo do brainstorming. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 7, p. e473658–e473658, 2023.
- AZEVEDO, E. A. M.; GUEDES, E. E. V. Aplicação da metodologia dmaic para reduzir o tempo de atendimento em uma loja de materiais elétricos. -, Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, 2019.
- BALDISSARELLI, L.; FABRO, E. Manutenção preditiva na indústria 4.0. **Scientia cum industria**, v. 7, n. 2, p. 12–22, 2019.
- BERARDINELLI, C. F. To dmaic or not to dmaic? **Quality Progress**, American Society for Quality, v. 45, n. 11, p. 72, 2012.
- BOLSONELLO, J.; SILVA, M. T. B. da; LARA, A. M. de B.; MACUCH, R. da S. Uso de brainstorming como ferramenta para aprendizagem. **Conhecimento & Diversidade**, v. 15, n. 36, p. 174–191, 2023.
- Brasil. **Portaria nº 3.523**. 1998. Publicada no Diário Oficial da União em 31 de agosto de 1998.
- BRASIL. **Resolução-RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003**. [S.l.]: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003.
- CABA, M.; COPETTI, B.; NEPOMUCENO, R. Desenvolvimento de um pmoc para o centro universitário união das américas-descomplica. **Biblioteca Digital de TCC-UniAm? rica**, v. 2, 2022.
- CALDAS, J.; CAMBOIM, W. L. L. Aproveitamento da água dos aparelhos condicionadores de ar para fins não potáveis: avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do unipê. **Revista InterScientia**, v. 5, n. 1, p. 166–188, 2017.
- CANEPARO, M. V. **Estudo experimental da influência de trocadores de calor SLHX (suction/liquid heat exchanger) sobre a carga de fluido refrigerante nos aparelhos de ar condicionado tipo split**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

- CASARI, A. C. et al. Estudo de caso da implantação do planejamento e controle da manutenção em uma indústria de embalagens flexíveis. Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.
- CELARINO, A. L. S.; CASTELLANO, M. S.; GIEBMEYER, T. Análise de conforto térmico em ambiente escolar: estudo de caso em escala microclimática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, p. 250–268, 2023.
- CHIROLI, D.; LUIZ, L.; DONIN, M.; TYBUSZEUSKY, J. Proposta de melhoria baseada na metodologia dmaic em uma unidade de pronto atendimento de saúde. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 1, p. 0029–0035, 2020.
- CIENTÍFICA, M. **Fundamentos de metodologia científica**. [S.l.]: São Paulo: Atlas, 2008.
- COSME, C. H. d. S. Estudo de caso: Elaboração e implementação do plano de manutenção, operação e controle dos condicionadores de ar em um armazém de café. Instituto Federal do Espírito Santo-Campus São Mateus, 2023.
- COSTA, A. R. S.; SANTOS, T. C. G. dos; KOZMHINSKY, M.; ALENCAR, S. K.-r. P. de; VALLE, G. Aplicação da matriz gut na gestão integrada de resíduos sólidos da cidade do Recife-pe. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, v. 10, n. 2, p. 201–213, 2017.
- COSTA, T. B. d. S.; MENDES, M. A. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de ishikawa e método dos 5 porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. **Anais do X SIMPROD**, Departamento de Engenharia de Produção-Universidade Federal de Sergipe, 2018.
- DIAS, D. V. Manutenção conforme a portaria nº 3523–anvisa nos condicionadores de ar: um estudo de caso na unidade administrativa do ifes campus vitória. Vitória, 2023.
- FALCÃO, M. M. Aplicação da metodologia dmaic para gestão da manutenção de equipamentos condicionadores de ar: estudo de caso nos prédios administrativos de uma usina sucroalcooleira. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.
- FALEIROS, P. R. V. et al. Elaboração de um plano de manutenção, operação e controle-pmoc para os condicionadores de ar de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de manaus. Brasil, 2018.
- FEDRICI, A. F. M.; NETO, J. V. d. S. Gerenciamento de dados para criação de planos de manutenção em uma empresa de automação industrial. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2022.
- FORTES, P. D.; JARDIM, P.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. **XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. XII SEGeT. Porto Alegre/RS**, 2015.
- GARCIA, L. P. et al. Proposta de implementação da metodologia dmaic: aumento da aderência na gestão da manutenção. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.
- GODOY, M. H. C. **Brainstorming**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

- HEES¹, L. W. B.; LOURA, L. K.; OLIVEIRA¹, M. F. de; BARRETO, M. E.; SANTANA¹, R. M. de; KLEIN¹, S. Gestão participativa: uma proposta de ações integradas ao modelo dmaic. **Scientia**, v. 8, n. 25, 2019.
- ISHIKAWA, K.; LOFTUS, J. H. **Introduction to quality control**. [S.l.]: Springer, 1990. v. 98.
- ITO, Y.; CAMANZANO, E.; OLIVEIRA, M. A importância do planejamento e controle da manutenção aplicado em uma empresa. 2023.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. C. **Manutenção: função estratégica**. [S.l.]: Qualitymark Editora, 2009.
- KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O Administrador Racional**. São Paulo: Editora Atlas, 1981.
- LILIANA, L. A new model of ishikawa diagram for quality assessment. In: IOP PUBLISHING. **Iop conference series: Materials science and engineering**. [S.l.], 2016. v. 161, n. 1, p. 012099.
- LISBÔA, M. d. G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do método 5w2h no processo produtivo do produto: a joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 4, n. 7, p. 32–47, 2012.
- MANUTENÇÃO, U. C. d. G. da. **Manutenção–evolução e sua importância**. 2010.
- MARIANI, C. A. Método pdca e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. **RAI-Revista de Administração e Inovação**, Universidade de São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110–126, 2005.
- NASCIMENTO, D. d. C. R. d. Aplicação das ferramentas da qualidade buscando a diminuição do acúmulo de ordens de manutenção: Pesquisa-ação em uma empresa prestadora de serviços. FAVALE, 2021.
- OHNO, T. How the toyota production system was created. **Japanese Economic Studies**, Taylor & Francis, v. 10, n. 4, p. 83–101, 1982.
- OLIVEIRA, J. C. d. et al. Estudo do impacto da geração fotovoltaica e sistema de ar condicionado no fator de potência do centro de aulas das engenharias da ufg. Universidade Federal de Goiás, 2022.
- OSBORN, A. F. **Applied imagination**. Scribner's, 1953.
- OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, 2008.
- PEREIRA, A. d. S. Aplicação dmaic para melhoria de processo em empresa do segmento bancário. 2022.
- PINTO, R. C. C. Plano de manutenção de um engenho de arroz: estudo da utilização do software sigma. Universidade Federal do Pampa, 2014.
- PULZ, E. M.; BRUNO, R. L. **A evolução da gestão da manutenção nas indústrias**. 2019.

- RAMOS, M. J.; SCHRATTNER, R. Implantação de sistema de planejamento e controle da manutenção em uma indústria de ingredientes alimentícios. **Revista Técnico-Científica**, n. 23, 2020.
- RAUPP, F. M. P. **Análise de Causa Raiz: levantamento dos métodos e exemplificação**. Tese (Doutorado) — PUC-Rio, 2014.
- REBELATTO, P. H.; NASCIMENTO, I. B. do; FLEIG, R.; KEINE, S. Implantação do plano de manutenção operação e controle em sistemas de climatização em empresa produtora de placas de madeira. **Engevista**, v. 21, n. 2, p. 349–364, 2019.
- RIBEIRO, J. L.; FONSECA, A. A. L. d.; LINS, G. P. P.; FATTORI, D. d. M. D.; REIS, P. C.; HUBERT, L. Elaboração de relatórios de auditoria. Escola Nacional de Administração Pública (Enap), 2020.
- SANTOS, L. S. Análise de projeto estrutural via elementos finitos de suporte de condensadores de ar condicionado. Escola Politécnica, 2021.
- SENA, V. D. Aplicação da metodologia dmaic em uma fábrica de sorvetes para a redução de desperdício de embalagens de picolé. Universidade Federal de Uberlândia, 2021.
- SERVICE, A. **Ar Condicionado Desligado por Muito Tempo Pode Estragar: Entenda o Que Acontece**. 2022.
- SILVA, A. M. d.; DINIZ, J. P. C.; LEITE, R. F. Proposta de um plano de manutenção operação e controle de ar condicionado para uma instituição de ensino superior: estudo de caso Brasília-df. Centro de ensino Unificado do Distrito Federal, 2020.
- SILVA, F. G. d. N. **Aplicação do método de tomada de decisão WISP para seleção de um sistema de ar-condicionado para projeto de climatização de uma sala de cinema**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2023.
- SILVA, K. T. P. B. d. **Estudo de caso: Implantação do método de planejamento e controle da manutenção (PCM) como estratégia para o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos no setor de manutenção agrícola de uma usina de cana de açúcar da região nordeste**. Dissertação (B.S. thesis) — Brasil, 2022.
- SILVA, L. F. D.; OLIVEIRA, L. D. D.; SOUZA, L. R. D.; SILVA, R. L. M. D.; MÁRCIO, J. Estudos sobre a manutenção preventiva e preditiva: História e perspectivas para indústria brasileira. **Anais do SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIAS E ENGENHARIAS (SINACEN)**, v. 5, n. 1, p. 94–111, 2020.
- SILVA, M. H. d. S. et al. Análise do plano de manutenção, operação e controle (pmoc) de condicionadores de ar implementado em uma escola pública. Brasil, 2021.
- SOARES, I. N.; POTÊNCIA, S. E. de; SOUSA, F. S. I. de. Ferramentas da qualidade: Uma revisão de diagrama de ishikawa, 5w2h, ciclo pdca, dmaic e suas interações. 2021.
- SOEIRO, J. B. Gerenciamento de ativos: uma revisão bibliográfica. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 21, n. 2, 2017.

SOUZA, E. P. d. Economia de energia em ar condicionado no brasil: Eficiência e economicidade. 2010.

TASSINI, J. O. Eficiência energética em sistemas de refrigeração industrial: estudo de caso. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2012.

VIEIRA, T. P. P. Proposta de um plano de manutenção para um caminhão bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil. 2023.

WERKEMA, C. Métodos pdca e dmaic e suas ferramentas analíticas. [9a reimp.]. **Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional (GEN)-Editora Atlas**, 2021.

Apêndices

**APÊNDICE A – Tabela descritiva das
obrigatoriedades da Lei nº13.589/2018**

Quadro 1. Tabela descritiva com os itens obrigatórios da Lei nº 13.589/2018

Obrigatoriedades da Lei nº 13.589/2018	Descrição
Manutenção preventiva	É obrigatória a realização de manutenção preventiva dos sistemas de climatização de ambientes em edificações de uso coletivo, visando à prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de edificações.
Responsabilidade do proprietário	O proprietário da edificação é o responsável pela manutenção dos sistemas de climatização de ambientes, bem como pela contratação de empresa ou profissional qualificado para a execução do serviço.
Frequência da manutenção	A manutenção preventiva deve ser realizada com periodicidade mínima de acordo com o tipo de equipamento e o ambiente em que se encontra instalado, conforme estabelecido em normas técnicas e regulamentos vigentes.
Registro da manutenção	Deve ser feito registro das intervenções realizadas nos sistemas de climatização de ambientes, indicando a data, a natureza do serviço executado, o nome do responsável técnico e o número de sua inscrição no respectivo conselho de classe.
Inspeção do ar interno	Deve ser realizada inspeção periódica da qualidade do ar: interno, com o objetivo de avaliar os níveis de contaminantes e de conforto térmico, de acordo com parâmetros estabelecidos em normas técnicas e regulamentos vigentes
Certificação da qualidade do ar	É obrigatória a emissão de Certificado de Qualidade do Ar Interior (CQAI) para os edifícios de uso coletivo, com a finalidade de atestar a conformidade da qualidade do ar interno com os parâmetros estabelecidos em normas técnicas e regulamentos vigentes.

APÊNDICE B – *Checklist* diagnóstico aplicado em
Março

CHECKLIST N°1 APLICADO NO MÊS DE MARÇO

IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO	
Tipo de ar condicionado utilizado no Instituto:	<input type="checkbox"/> Fan coil <input type="checkbox"/> Split cassete <input checked="" type="checkbox"/> Ar Condicionado de Janela <input checked="" type="checkbox"/> Split Tradicional <input checked="" type="checkbox"/> Split inverter <input checked="" type="checkbox"/> Piso Teto <input type="checkbox"/> Outros
Capacidade de refrigeração do equipamento:	<input checked="" type="checkbox"/> 7000 a 12000 BTUs <input checked="" type="checkbox"/> 18.000 a 22000 BTUs <input checked="" type="checkbox"/> 22000 a 30000 BTUs <input type="checkbox"/> 48.000 a 60.000 BTUs <input checked="" type="checkbox"/> Outros: MAX: 36000BTUs
Quantidade de equipamentos instalados no Instituto:	77 INSTALADOS E 33 NÃO INSTALADOS
Periodicidade de instalação ou substituição	<input type="checkbox"/> Mensalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente <input type="checkbox"/> Semestralmente <input type="checkbox"/> Anualmente <input checked="" type="checkbox"/> Não há
Existência de documentação referente ao equipamento, como manuais ou garantias	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não

PROGRAMA DE MANUTENÇÃO	
Existência de um programa de manutenção preventiva estabelecido para os equipamentos de ar condicionado:	() Sim (X) Não
Existência de um programa de manutenção preventiva estabelecido para os equipamentos de ar condicionado:	() Sim (X) Não
Existência de procedimento operacional padrão (POP) para a manutenção dos condicionadores de ar :	() Sim (X) Não
Existência de um plano de ação / cronograma para as manutenções preventivas:	() Sim (X) Não
Existência de registro e histórico de histórico de manutenção dos equipamentos:	() Sim (X) Não
Existência de verificação da qualidade do ar:	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:

INSPEÇÃO E LIMPEZA	
Frequência de inspeção e limpeza dos equipamentos:	() Mensalmente () Trimestralmente () Semestralmente () Anualmente (X) Não há

Existência de procedimentos de limpeza :	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:
Produtos químicos utilizados para a limpeza:	() Detergente () Desodorizantes () Produtos enzimáticos () Ácidos e alcalinos (X) Não consta
Uso de produtos seguros e aprovados pela ANVISA	() Sim (X) Não
Método de limpeza das tubulações e dutos de ar:	() Por escovação mecânica () Por jato de água () Limpeza química () Por meio de CO2 () Com Ozônio (X) Não há
Existência de um plano de descarte de resíduos gerados durante a limpeza:	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:

TREINAMENTO

Os técnicos responsáveis pela manutenção possuem treinamento e capacitação adequados?	() Sim (X) Não
Há atualização e reciclagem do conhecimento dos técnicos?	() Sim (X) Não
Existe um procedimento de segurança e saúde para os técnicos realizarem a manutenção:	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:

Há a garantia de segurança dos funcionários durante a execução da manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista citar o método utilizado:
---	--

DOCUMENTAÇÃO	
Existe uma documentação para a realização da manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista citar a documentação utilizada:
Existe a identificação e registro das peças substituídas durante a manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista citar a documentação utilizada:
informações que devem ser registradas no laudo de manutenção?	Não há equipe nem procedimento de manutenção.
Existe um modelo padrão de laudo de manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista mostra a documentação:
Contém uma TAG de identificação dos ar condicionados?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não

APÊNDICE C – *Checklist* diagnóstico aplicado em
Outubro

CHECKLIST N°2 APLICADO NO MÊS DE OUTUBRO

IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO	
Tipo de ar condicionado utilizado no Instituto:	<input type="checkbox"/> Fan coil <input type="checkbox"/> Split cassete <input checked="" type="checkbox"/> Ar Condicionado de Janela <input checked="" type="checkbox"/> Split Tradicional <input checked="" type="checkbox"/> Split inverter <input checked="" type="checkbox"/> Piso Teto <input type="checkbox"/> Outros
Capacidade de refrigeração do equipamento:	<input checked="" type="checkbox"/> 7000 a 12000 BTUs <input checked="" type="checkbox"/> 18.000 a 22000 BTUs <input checked="" type="checkbox"/> 22000 a 30000 BTUs <input type="checkbox"/> 48.000 a 60.000 BTUs <input checked="" type="checkbox"/> Outros: MAX: 36000BTUs
Quantidade de equipamentos instalados no Instituto:	98 INSTALADOS E 12 PARA DESCARTE
Periodicidade de instalação ou substituição	<input type="checkbox"/> Mensalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente <input type="checkbox"/> Semestralmente <input type="checkbox"/> Anualmente <input checked="" type="checkbox"/> Não há
Existência de documentação referente ao equipamento, como manuais ou garantias	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não

PROGRAMA DE MANUTENÇÃO	
Existência de um programa de manutenção preventiva estabelecido para os equipamentos de ar condicionado:	() Sim (X) Não
Existência de um programa de manutenção preventiva estabelecido para os equipamentos de ar condicionado:	() Sim (X) Não
Existência de procedimento operacional padrão (POP) para a manutenção dos condicionadores de ar :	() Sim (X) Não
Existência de um plano de ação / cronograma para as manutenções preventivas:	() Sim (X) Não
Existência de registro e histórico de histórico de manutenção dos equipamentos:	() Sim (X) Não
Existência de verificação da qualidade do ar:	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:

INSPEÇÃO E LIMPEZA	
Frequência de inspeção e limpeza dos equipamentos:	() Mensalmente () Trimestralmente () Semestralmente () Anualmente (X) Não há

Existência de procedimentos de limpeza :	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:
Produtos químicos utilizados para a limpeza:	() Detergente () Desodorizantes () Produtos enzimáticos () Ácidos e alcalinos (X) Não consta
Uso de produtos seguros e aprovados pela ANVISA	() Sim (X) Não
Método de limpeza das tubulações e dutos de ar:	() Por escovação mecânica () Por jato de água () Limpeza química () Por meio de CO2 () Com Ozônio (X) Não há
Existência de um plano de descarte de resíduos gerados durante a limpeza:	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:

TREINAMENTO

Os técnicos responsáveis pela manutenção possuem treinamento e capacitação adequados?	() Sim (X) Não
Há atualização e reciclagem do conhecimento dos técnicos?	() Sim (X) Não
Existe um procedimento de segurança e saúde para os técnicos realizarem a manutenção:	() Sim (X) Não Caso exista citar o método utilizado:

Há a garantia de segurança dos funcionários durante a execução da manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista citar o método utilizado:
---	--

DOCUMENTAÇÃO	
Existe uma documentação para a realização da manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista citar a documentação utilizada:
Existe a identificação e registro das peças substituídas durante a manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista citar a documentação utilizada:
informações que devem ser registradas no laudo de manutenção?	Não há equipe nem procedimento de manutenção.
Existe um modelo padrão de laudo de manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Caso exista mostra a documentação:
Contém uma TAG de identificação dos ar condicionados?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não

**APÊNDICE D – Inventário completo dos ar
condicionados da Instituição de Ensino Superior**

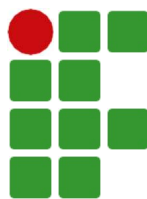
	CÓDIGO	AMBIENTE DE INSTALAÇÃO	TOMBO	DESCRIÇÃO DO BEM	POTÊNCIA REFRIGERAÇÃO (BTUs/H)	MODELO	CLASSE	TIPO DE SERVIÇO
1	A01	Xerox	002569	Condicionador de ar- KOMECO	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
2	A02	DAP	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
3	A03	Direitoria	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
4	A04	CHEFE GABINETE	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
5	A05	DEPEN	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
6	A06	Servidor informática	004443	Condicionador de ar- Agratto	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
7	A07	CGTI	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
8	A09	DOF	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
9		Copa/Convivência	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
10	A10	Lab. Informatica I	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
11			Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
12	A11	Lab. Informática II	004505	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
13			004504	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
14	A12	C.C Superior	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
15	A13	Pedagogia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
16	A14	Psicologia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
17	A15	Serv. Social	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
18	A16	Sala dos professores	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
19	A16.1	C. Curso Eletromecânica	Sem tombo	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
20	A16.2	C. Curso Informática	004504	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
21	A16.3	C.C. Eng. Mecânica	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	M. Prev. e Corretiva
22	A16.4	C. Curso de pós graduação	Sem tombo	Condicionador de ar - Confee	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
23	A17	SRA/CORES	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
24	A18	Hack 2 CGTI	004444	Condicionador de ar- Agratto	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
25	A19	Linguagem	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
26	A20	Humanas	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
27	A21	NAPNE	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva

28	A22	Reunião	004556	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	E	Man. Preventiva
29	A23	CGP	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	M. Prev. e Corretiva
30	A24	Técnicos laboratório	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
31	A26	COERC/CPPI	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
32	A27	Vídeo conferência	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
33	A28	Auditório	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
34			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
35			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
36			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
37	B01	Lab. Quimica	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
38	B02	Lab. Fisica	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
39	B03	Lab. Biologia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
40	B04	Lab. Matemática	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
41	B05	Sala de aula 9	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
42			Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
43	B06	Sala de aula 8	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
44			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
45	B07	Sala de aula 7	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
46			003638	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
47	B08	Sala de aula 6	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
48			Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
49	B09	Desenho técnico	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
50	B10	Lab. Eletrônica	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
51	B11	Lab. Robótica	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
52	B12	Lab. Metrologia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
53	B13	Assist. Alunos	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
54	B14	Lab. Simulações	004511	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
55	B15	Lab. informática III	004503	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
56			004502	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva

57	B16	Lab. acionamentos	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
58	B17	Sala de aula 5	004445	Condicionador de ar- Agratto	18.000	Hi Wall Inverter	A	M. Prev. e Corretiva
59			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
60	B18	Sala de aula 4	003634	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
61			003635	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
62	B19	Sala de aula 3	003636	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
63			003632	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
64	B20	Sala de aula 2	003630	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
65			004562	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
66	B21	Sala de aula 1	004555	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
67			004557	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
68		Biblioteca	004501	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	A	Man. Preventiva
69			004508	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	A	Man. Preventiva
70			004509	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	A	Man. Preventiva
71		Processamento técnico	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
72		Rack	Sem tombo	Condicionador de ar- Confee	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
73	C01	Lab. Sistemas Térmicos	004512	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
74	C02	IFMaker	004492	Condicionador de ar - Consul	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
75	C03	Análise de Alimentos	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	B	Man. Preventiva
76	C04	Química Analítica	004510	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
77	C05	Sala de aula 01	004493	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
78	C06	Sala de aula 02	004494	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
79	C07	Sala de aula 03	004495	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
80	C08	Sala de aula 04	004496	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
81	C09	Sala de aula 05	004497	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
82	C10	Sala de aula 06	004498	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
83	C11	Sala de aula 07	004499	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
84	C12	Sala de aula 08	004500	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva

85	D01		Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
86	D02	Processos de fabricação	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
87	D03/05	Inst. Elétricas	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
88	D04/06	Hidráulica e pneumática	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
89	G03	Diretoria	Sem tombo	Condicionador de ar - Confee	9.000	Hi Wall	E	M. Prev. e Corretiva
90	G04	Sala de aula Ginásio	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
91	G05	Sala de aula Ginásio	004560	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
92			004561	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
93		Administ. Refeitório	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
94	MED 01	Repouso	004558	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
95	MED 02		Sem tombo	Condicionador de ar - Confee	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
96	MED 03	Grêmio	004559	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
97	MED 04	Consultório	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
98		Guarita	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva

APÊNDICE E – Documento Técnico (PMOC)



PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE
SISTEMAS DE AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO
PMOC

RELATÓRIO TÉCNICO DO PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E
CONTROLE (PMOC) PARA A INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Danton Romulo da Costa Pitombo

Jequié-BA

2023

PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE
SISTEMAS DE AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO
PMOC

**RELATÓRIO TÉCNICO DO PLANO DE MANUTENÇÃO,
OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC) PARA A
INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

Danton Romulo da Costa Pitombo

Documento técnico para a implementação do
PMOC na instituição de ensino superior.

Jequié-BA
2023

Sumário

1	Introdução.....	4
1.1	Objetivos do PMOC na Manutenção de Sistemas de Climatização	5
1.2	Requisitos técnicos para o PMOC	5
1.3	Enquadramento Legal do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)	6
1.3.1	Legislação relacionada ao PMOC:	6
2	Identificações	7
2.1	Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes:.....	7
2.2	Identificação do Proprietário, Locatário ou Preposto:.....	7
2.3	Identificação do Responsável Técnico:	7
3	Registro da Manutenção	8
4	Levantamento e mapeamento dos sistemas de ar condicionado na instituição de ensino superior.	9
5	Registro do controle de manutenção Preventiva	13
6	Anexo da ART	14

1 Introdução

Este documento consiste em um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) aplicado a uma Instituição de Ensino Superior (IES), visando subsidiar a gestão e operação eficiente dos sistemas de climatização. As diretrizes apresentadas têm propósito de subsidiar os instrumentos para assegurar a manutenção preventiva, operação adequada e controle efetivo, conforme normas estabelecidas (BRASIL, 2018).

Concebido em estrita conformidade com as disposições estabelecidas pela Portaria nº 3.523, datada de agosto de 1998, visando assegurar a qualidade do ambiente e preservar a saúde dos ocupantes e frequentadores do espaço em questão (BRASIL, 1998).

A obediência aos requisitos da portaria se fundamenta nas premissas delineadas pelo Ministério da Saúde, as quais são minuciosamente detalhadas a seguir. Em primeiro lugar, considera-se a preocupação global com a Qualidade do Ar de Interiores em ambientes climatizados, em virtude da ampla utilização de sistemas de ar condicionado no território nacional, decorrente das variáveis de condições climáticas (BRASIL, 2003).

Adicionalmente, destaca-se a ênfase na preservação da saúde, bem-estar, conforto e produtividade no ambiente de trabalho. Este foco está intrinsecamente relacionado à interdependência entre os ocupantes de ambientes climatizados e o conceito abrangente de qualidade de vida. A relevância da qualidade do ar de interiores é ressaltada, considerando sua correlação com a Síndrome dos Edifícios Doentes, que está associada à manifestação de agravos à saúde.

Outro ponto a ser considerado é que projetos e execuções inadequados, juntamente com operações e manutenções deficientes dos sistemas de climatização, propiciam a ocorrência e o agravamento de problemas de saúde. Nesse contexto, a necessidade de estabelecer procedimentos que minimizem o risco potencial à saúde dos ocupantes é enfatizada, especialmente devido à permanência prolongada em ambientes climatizados.

No âmbito das diretrizes da Portaria da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 3.523, são estabelecidas normas rigorosas que determinam a obrigatoriedade de elaboração e implementação do PMOC para todos os estabelecimentos com carga térmica igual ou superior a 60.000 BTU's ou 5TR. O PMOC, além de estar em conformidade com as diretrizes da ANVISA, deve ser mantido e atualizado periodicamente (BRASIL, 1998).

Conforme as orientações legais do PMOC, a avaliação do estado de manutenção dos sistemas de climatização deve ser realizada por um técnico devidamente capacitado. Este profissional determinará a frequência e os procedimentos necessários para a inspeção e limpeza, garantindo a conformidade e a qualidade do ar em ambientes climatizados.

A prioridade na manutenção da limpeza dos componentes, uso de produtos biodegradáveis, verificação periódica dos filtros e demais práticas recomendadas pelo PMOC reflete o compromisso da instituição com a qualidade do ar e a prevenção de riscos à saúde. Essa abordagem sistemática não apenas fortalece a

operação eficiente do sistema de climatização, mas também reforça o comprometimento da instituição com o bem-estar e a segurança da comunidade acadêmica.

1.1 Objetivos do PMOC na Manutenção de Sistemas de Climatização

Este documento apresenta o plano de implementação de um PMOC que tem como finalidade garantir a eficiência e segurança do sistema de climatização. Além disso, tem como propósitos específicos fornecer um ambiente interno saudável e confortável para seus ocupantes.

1.2 Requisitos técnicos para o PMOC

A norma estabelece a obrigatoriedade da responsabilidade técnica do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC), conforme mencionado no Artigo 6º de sua portaria. Nesse contexto, a legislação vigente determina que os proprietários, locatários e prepostos responsáveis por sistemas de climatização com capacidade superior a 5 TR (15.000 Kcal/h = 60.000 BTU/h) devem designar um profissional habilitado como responsável técnico, conforme estipulado por lei.

Além disso, a Confederação Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) recomenda a divisão das atividades do PMOC em duas partes distintas: a manutenção mecânica do sistema de refrigeração e ar condicionado, por um lado; e a avaliação da qualidade do ar, por outro. Conforme a Decisão Normativa 114 de 2019 do CONFEA, a manutenção mecânica é de competência dos profissionais da Engenharia Mecânica, incluindo engenheiros, tecnólogos e técnicos especializados. Paralelamente, a avaliação da qualidade do ar pode ser realizada por especialistas das áreas de Engenharia Química, Engenharia de Segurança do Trabalho ou Engenharia Sanitária.

Entretanto, somente o Engenheiro Mecânico, que seja especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, é habilitado para assinar o PMOC. Isso se deve ao fato de que esse profissional possui competências e conhecimentos abrangentes que englobam as exigências técnicas necessárias para a elaboração de planos de manutenção que garantam a integridade e a eficiência dos sistemas de climatização .

1.3 Enquadramento Legal do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)

A Portaria GM/MS nº 3.523 de 1998, em seu Artigo 9º, estabelece que o descumprimento deste Regulamento Técnico constitui uma infração sanitária. Tal descumprimento sujeita o proprietário, 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, atualizadas periodicamente em seus valores. Isso ocorre sem prejuízo de outras penalidades estabelecidas em legislações específicas que possam ser promulgadas pelo estado ou pelo município (BRASIL,2003).

1.3.1 Legislação relacionada ao PMOC:

Quadro 1: Legislação relacionada ao PMOC

Nome da legislação	Temática
1. Portaria 3.523 de 28 de agosto de 1998 (Ministério da Saúde):	Esta portaria estabelece a obrigatoriedade da manutenção dos aparelhos de ar condicionado e define os procedimentos necessários para a limpeza e manutenção dos componentes dos sistemas de climatização. Tem como objetivo garantir a integridade e eficiência desses sistemas.
2. Resolução nº 9 de 16 de janeiro de 2003 (ANVISA):	Essa resolução foi criada com base na preocupação com a saúde, segurança, bem-estar e conforto dos ocupantes de ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Atualiza os padrões de qualidade do ar interior em tais ambientes.
3. Lei Federal 13.589 de 04 de janeiro de 2018 (Atualização da Portaria 3.523):	Esta lei dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes. Atualiza as regulamentações e diretrizes estabelecidas pela Portaria 3.523.
4. Lei Federal 6.437 de 20 de agosto de 1977 (Governo Federal):	Esta lei configura as infrações à legislação sanitária federal e estabelece as respectivas sanções, abordando as penalidades relacionadas à infração das normas de higiene e saúde em ambientes climatizados.
5. Resolução CONFEA 218 de 29 de junho de 1973 (Artigo 12):	Essa resolução detalha as atividades das diversas modalidades profissionais de engenharia, arquitetura e agronomia. Nela, é estabelecida a competência e responsabilidade técnica do ENGENHEIRO MECÂNICO na elaboração, implementação e manutenção do PMOC, devido ao seu conhecimento abrangente nas exigências técnicas relacionadas a esses sistemas.

2 Identificações

2.1 Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes:

Nome (Edifício/Entidade):			
Endereço completo :			Nº
Complemento:	Bairro:	Cidade:	UF:
Telefone:		Fax:	

2.2 Identificação do Proprietário, Locatário ou Preposto:

Nome/Razão Social:	CIC/CGC:
<input type="checkbox"/> Proprietário <input type="checkbox"/> Locatário <input type="checkbox"/> Preposto	
Endereço completo:	Tel./Fax/Endereço eletrônico:

2.3 Identificação do Responsável Técnico:

Nome/Razão Social:	CIC/CGC:
Endereço completo:	Tel./Fax/Endereço eletrônico:
Registro no Conselho de Classe:	ART*

* INFORMAÇÕES NÃO PREENCHIDAS POR QUESTÃO DE SIGILO DOS DADOS DA INTITUIÇÃO

3 Registro da Manutenção

O Quadro 2 apresenta o registro de manutenção desenvolvido para padronizar e catalogar manutenções feitas nos condicionadores de ar da Instituição de Ensino Superior com as seguintes informações: data, nome do responsável, tipo de manutenção (preventiva ou corretiva) e observação.

Quadro 2: Modelo de registro de manutenção

Data	Nome do responsável	Tipo de manutenção		Observação
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	
		O Corretiva	O Preventiva	

4 Levantamento e mapeamento dos sistemas de ar condicionado na instituição de ensino superior.

O presente levantamento detalha os sistemas de ar condicionado presentes na instituição de ensino superior, visando uma gestão técnica eficiente desses recursos. Neste mapeamento, há a descrição das informações como código do ambiente de instalação, tombamento, descrição do bem, potência de refrigeração (BTUs/h), modelo, classe e tipo de serviço (Quadro 3).

	CÓDIGO	AMBIENTE DE INSTALAÇÃO	TOMBO	DESCRIÇÃO DO BEM	POTÊNCIA REFRIGERAÇÃO (BTUs/H)	MODELO	CLASSE	TIPO DE SERVIÇO
1	A01	Xerox	002569	Condicionador de ar- KOMECCO	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
2	A02	DAP	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
3	A03	Diretoria	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
4	A04	CHEFE GABINETE	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
5	A05	DEPEN	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
6	A06	Servidor informática	004443	Condicionador de ar- Agratto	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
7	A07	CGTI	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
8	A09	DOF	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
9		Copa/Convivência	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
10	A10	Lab. Informática I	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
11			Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
12	A11	Lab. Informática II	004505	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
13			004504	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
14	A12	C.C Superior	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
15	A13	Pedagogia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
16	A14	Psicologia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
17	A15	Serv. Social	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
18	A16	Sala dos professores	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
19	A16.1	C. Curso Eletromecânica	Sem tombo	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
20	A16.2	C. Curso Informática	004504	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
21	A16.3	C.C. Eng. Mecânica	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	M. Prev. e Corretiva
22	A16.4	C. Curso de pós graduação	Sem tombo	Condicionador de ar - Confee	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
23	A17	SRA/CORES	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
24	A18	Hack 2 CGTI	004444	Condicionador de ar- Agratto	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
25	A19	Linguagem	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
26	A20	Humanas	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
27	A21	NAPNE	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva

28	A22	Reunião	004556	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	E	Man. Preventiva
29	A23	CGP	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	M. Prev. e Corretiva
30	A24	Técnicos laboratório	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
31	A26	COERC/CPPI	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
32	A27	Vídeo conferência	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
33	A28	Auditório	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
34			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
35			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
36			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
37	B01	Lab. Química	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
38	B02	Lab. Física	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
39	B03	Lab. Biologia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
40	B04	Lab. Matemática	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
41	B05	Sala de aula 9	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
42			Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
43	B06	Sala de aula 8	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
44			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
45	B07	Sala de aula 7	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
46			003638	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
47	B08	Sala de aula 6	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
48			Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
49	B09	Desenho técnico	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
50	B10	Lab. Eletrônica	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
51	B11	Lab. Robótica	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
52	B12	Lab. Metrologia	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
53	B13	Assist. Alunos	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
54	B14	Lab. Simulações	004511	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
55	B15	Lab. informática III	004503	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
56			004502	Condicionador de ar- ELGIN	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva

57	B16	Lab. acionamentos	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
58	B17	Sala de aula 5	004445	Condicionador de ar- Agratto	18.000	Hi Wall Inverter	A	M. Prev. e Corretiva
59			Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
60	B18	Sala de aula 4	003634	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
61			003635	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
62	B19	Sala de aula 3	003636	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
63			003632	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
64	B20	Sala de aula 2	003630	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
65			004562	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
66	B21	Sala de aula 1	004555	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
67			004557	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
68		Biblioteca	004501	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	A	Man. Preventiva
69			004508	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	A	Man. Preventiva
70			004509	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	A	Man. Preventiva
71		Processamento técnico	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
72		Rack	Sem tombo	Condicionador de ar- Confee	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
73	C01	Lab. Sistemas Térmicos	004512	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
74	C02	IFMaker	004492	Condicionador de ar - Consul	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
75	C03	Análise de Alimentos	Sem tombo	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	B	Man. Preventiva
76	C04	Química Analítica	004510	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
77	C05	Sala de aula 01	004493	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
78	C06	Sala de aula 02	004494	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
79	C07	Sala de aula 03	004495	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
80	C08	Sala de aula 04	004496	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
81	C09	Sala de aula 05	004497	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
82	C10	Sala de aula 06	004498	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
83	C11	Sala de aula 07	004499	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva
84	C12	Sala de aula 08	004500	Condicionador de ar- ELGIN	36.000	Piso teto	E	Man. Preventiva

85	D01		Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
86	D02	Processos de fabricação	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
87	D03/05	Inst. Elétricas	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
88	D04/06	Hidráulica e pneumática	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	36.000	Piso teto	E	M. Prev. e Corretiva
89	G03	Diretoria	Sem tombo	Condicionador de ar - Confee	9.000	Hi Wall	E	M. Prev. e Corretiva
90	G04	Sala de aula Ginásio	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva
91	G05	Sala de aula Ginásio	004560	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
92			004561	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall Inverter	A	Man. Preventiva
93		Administ. Refeitório	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
94	MED 01	Repouso	004558	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
95	MED 02		Sem tombo	Condicionador de ar - Confee	9.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
96	MED 03	Grêmio	004559	Condicionador de ar - Consul	18.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
97	MED 04	Consultório	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	24.000	Hi Wall	A	Man. Preventiva
98		Guarita	Sem tombo	Condicionador de ar- GREE	18.000	Hi Wall	A	M. Prev. e Corretiva

5 Registro do controle de manutenção preventiva

As atividades presentes nos controles correspondem estritamente aos procedimentos indicados nas regulamentações vigentes, nas normas técnicas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e nos manuais de manutenção preventiva fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos. A conformidade com esses direcionamentos é crucial para assegurar a operação segura e eficiente dos equipamentos, bem como para cumprir os requisitos legais e normativos pertinentes à manutenção e segurança industrial.

A Figura 1 apresenta o modelo de manutenção preventiva que deve ser seguido. O Quadro 4 apresenta a legenda da periodicidade que deve ser seguido para cada tipo de manutenção.

Quadro 4: Legenda das letras

PERÍODOS:	
Letra	Significado
F	Frequência
M	Mensalmente
T	Trimestralmente
S	Semestralmente
A	Anualmente

Fonte: SENAI (2017)

Figura 1: Modelo de manutenção preventiva

CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONDICIONADOR DE AR														
CLIENTE: INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR			EQUIPAMENTO:				AMBIENTE:							
Controle de manutenção preventiva baseado na Tabela de definição de periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema da resolução N°09/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA														
N°	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	F	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1	Medir tensão elétrica: R-S R-T S-T	M												
2	Medir corrente elétrica: R S-T T	M												
3	Medir temperatura do ar: Insuflamento Retorno	M												
4	Verificar se todas as funções estão operando.	M												
5	Verificar obstruções à correta passagem de ar do insuflamento e retorno.	M												
6	Limpar o filtro de ar.	M												
7	Verificar o estado dos filtros de ar. Substituir se necessário.	M												
8	Substituir filtros de ar descartáveis.	T												
9	Verificar se a água de condensação está sendo drenada livremente.	M												
10	Efetuar a limpeza da bandeja de drenagem.	M												
11	Limpar a unidade condensadora externamente.	T												
12	Efetuar o reaperto dos conectores elétricos.	M												
13	Verificar superaquecimento de cabos e conectores. Corrigir defeitos.	M												
14	Verificar o funcionamento dos dispositivos de proteção e acionamento.	M												
15	Verificar e eliminar com lixamento e pintura eventuais focos de oxidação.	T												
16	Visitar e corrigir, se necessário, o isolamento das linhas frigorígenas.	S												
17	Visitar circuitos para localização e eliminação de vazamentos.	S												
18	Medir Pressões de funcionamento: Alta Baixa	S												
19	Lavar a serpentina da unidade evaporadora.	S												
20	Lavar a unidade condensadora externa.	S												
21	Verificar a isolação elétrica de motores e compressores.	A												
22	Preencher relatórios de manutenção.	M												

