

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

ARTUR CENCI DALLACÔRT

ELABORAÇÃO DE UM PMOC PARA CONDICIONADORES DE AR

Xanxerê

2023

ARTUR CENCI DALLACÔRT

ELABORAÇÃO DE UM PMOC PARA CONDICIONADORES DE AR

Monografia apresentada ao
Curso de Engenharia
Mecânica do Câmpus
Xanxerê do Instituto
Federal de Santa Catarina
para a obtenção do diploma
de Engenheiro Mecânico

Orientador: Vanessa
Milhomem Schmitt

Xanxerê
Novembro, 2023

D144e Dallacôrt, Artur Cenci.
Elaboração de um PMOC para condicionadores de ar / Artur Cenci Dallacôrt. —
2023.
43 p. : il., color.

Trabalho de conclusão de curso (graduação). Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Xanxerê.

Orientação: Vanessa Milhomem Schmitt.

Inclui referências.

1. PMOC. 2. Qualidade do ar. 3. Manutenção. I. Schmitt, Vanessa Milhomem. II.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus
Xanxerê. III. Título.

ARTUR CENCI DALLACÔRT

ELABORAÇÃO DE UM PMOC PARA CONDICIONADORES DE AR

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em (Nome da Habilitação), pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Xanxerê, 22 de novembro de 2023.

Documento assinado digitalmente
 VANESSA MILHOMEM SCHMITT
Data: 07/12/2023 20:33:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Vanessa Milhomem Schmitt , Me.

Orientadora

Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 SAMUEL SCHELESKI
Data: 08/12/2023 22:54:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Samuel Scheleski, Me.

Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 VINICIUS GONCALVES DEON
Data: 09/12/2023 19:47:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Vinícius Gonçalves Deon, Me.

Instituto Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as adversidades.

Aos meus pais, pelos valores ensinados, pelo carinho e amor que sempre demonstraram por mim, e por sempre acreditarem no meu potencial, me apoiando e incentivando na realização dos meus sonhos.

Aos meus amigos de turma pelo companheirismo e fundamental ajuda nos diversos momentos dessa caminhada.

Ao minha orientadora pela amizade, compreensão, aprendizado e confiança em mim depositados.

Ao IFSC, pela oportunidade de estar me graduando neste curso e pela permissão para realizar e aplicar minha pesquisa no Câmpus.

A todos os meus professores por todo o ensinamento e conhecimento adquirido.

RESUMO

Refrigeração, ventilação e condicionamento de ar são sistemas importantes que auxiliam no controle de parâmetros como temperatura, umidade, pressão, e desta forma, proporcionam, conforme a aplicação, o conforto térmico; a conservação e a armazenagem de produtos e a produção e fabricação adequada de materiais. Embora todos os três sistemas envolvam a manipulação da temperatura, atendem a diversos propósitos e podem ser projetados e controlados separadamente, dependendo das necessidades específicas de um espaço. Eles são regidos por normas regulamentadoras, aplicadas aos estabelecimentos. Dentre, os termos apresentados nas normas, a manutenção adequada e a conservação destes sistemas são grandes responsáveis pela qualidade respiratória dos indivíduos. Neste sentido, o presente trabalho atentou-se para a importância do tema abordado e elaborou um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para os condicionadores de ar do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Xanxerê. Portanto, foi realizada uma pesquisa documental de normas de referência e foram posteriormente feitas visitas ao Câmpus para identificação dos aparelhos de ar- condicionado instalados e suas condições de manutenção. As visitas técnicas ao Câmpus proporcionaram a criação do PMOC considerando as manutenções previstas por cada um dos fabricantes dos equipamentos, contendo as medidas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção dos componentes do sistema de climatização.

Palavras-Chave: PMOC. Qualidade do ar. Manutenção.

ABSTRACT

Refrigeration, ventilation and air conditioning are important systems that help control parameters such as temperature, humidity and pressure, and in this way provide, depending on the application, thermal comfort; the conservation and storage of products and the adequate production and manufacture of materials. Although all three systems involve the manipulation of temperature, they serve different purposes and can be designed and controlled separately, depending on the specific needs of a space. They are governed by regulatory standards applied to establishments. Among the terms presented in the standards, the proper maintenance and upkeep of these systems are largely responsible for the respiratory quality of individuals. With this in mind, this study paid attention to the importance of the subject and drew up a Maintenance, Operation and Control Plan (PMOC) for the air conditioners at the Federal Institute of Santa Catarina (IFSC), Xanxerê Campus. A document search of reference standards was therefore carried out, and visits were subsequently made to the Campus to identify the air conditioning units installed and their maintenance conditions. The technical visits to the Campus led to the creation of the PMOC, taking into account the maintenance provided for by each of the equipment manufacturers, containing the measures relating to the procedures for visually checking the state of cleanliness, removing dirt by physical methods and maintaining the components of the air conditioning system.

Keywords: PMOC. Air quality. Maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tipos de Compressores	17
Figura 2: Condensador	18
Figura 3: Evaporador	19
Figura 4: Ar condicionado Split Hi-Wall	20
Figura 5: Ar condicionado Split Piso-Teto	21
Figura 6: Fluxograma de atividades	25

LISTA DE PLANILHAS

Planilha 1: Relação dos ambientes	27
Planilha 2: Relação dos climatizadores de ar	28
Planilha 3: Cronograma de manutenções	28
Planilha 4: Relação dos Ambientes	30
Planilha 5: Inventário	32
Planilha 6: Plano de Manutenção e Controle	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina

PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle

ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*

Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

MARE – Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado

CNC – Controle Numérico Computadorizado

NBR – Norma Brasileira

NEAD – Núcleo de Educação a Distância

DEPE– Departamento Pedagógico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Conforto Térmico	11
2.2 Transferência de Calor	12
2.3 Condicionamento de Ar	14
2.4 Componentes do sistema de condicionamento de Ar	15
2.4.1 Compressores	15
2.4.2 Condensadores	16
2.4.3 Evaporadores	17
2.5 Condicionadores de ar Split	18
2.5.1 Split Hi-Wall	19
2.5.2 Split Piso-Teto	20
2.6 PMOC	21
3 METODOLOGIA	23
3.1 Pesquisa Documental	24
3.2 Levantamento de campo	25
3.3 Elaboração do modelo do PMOC	26
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
4.1 Relação dos Ambientes	29
4.2 Inventário	31
4.3 PMOC	34
5 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Refrigeração, ventilação e condicionamento de ar são sistemas importantes usados para controlar a temperatura e a qualidade do ar. A ventilação envolve a troca de ar interno e externo, mantendo a sua qualidade, a remoção de umidade e prevenção do acúmulo de poluentes nocivos. A refrigeração é um processo muito importante para o ser humano em vários aspectos, é usada principalmente para resfriar espaços, congelamento e refrigeração de alimentos perecíveis, controle de parâmetros em processos industriais e preservação de equipamentos em diversas indústrias. O condicionamento de ar para ambientes, normalmente combina refrigeração e ventilação para resfriar e desumidificar o ar em um espaço, criando um ambiente mais confortável.

A *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* (ASHRAE), informa que o condicionamento de ar é “o processo de tratamento de ar para atender os requisitos de um espaço condicionado por meio do controle de umidade, temperatura, limpeza e distribuição do ar”.

Os processos de climatização do ambiente seguem normas de regulamentação e atualmente estão cada vez mais presentes em ambientes industriais, comerciais, hospitalares, residenciais e em instituições de ensino, e, além disso, a busca pelo conforto térmico, bem-estar e segurança para os usuários, prioriza a importância da qualidade do ar, e sua adequação com as normas regulamentadoras.

No ano de 1998 o ministério da saúde do Brasil criou a portaria MS 3.523/1998, que estabelece medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização.

A principal contribuição dessa portaria foi a criação do Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC, que será abordado neste trabalho, e que se tornou obrigatório, em sistemas de climatização a partir de 2018, quando foi sancionada a Lei 13.589/2018, em todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar climatizados artificialmente.

Visando o bem-estar e a garantia da saúde dos ocupantes, este estudo tem o objetivo de inventariar os aparelhos, analisar, propor medidas corretivas e elaborar um PMOC para os condicionadores de ar do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Câmpus Xanxerê, os quais se encontram sem manutenção desde o ano 2021.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Elaborar um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para os condicionadores de ar do IFSC Câmpus Xanxerê, aplicando a portaria n.º 3.523/1998 do Ministério da Saúde, e a Lei n.º 13.589/2018.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Inventariar os aparelhos de ar condicionado do Câmpus;
- b) Levantar a situação atual dos mesmos;
- c) Propor medidas de manutenção corretiva;
- d) Preencher modelo do PMOC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A seguir serão apresentados os conceitos de conforto térmico, transferência de calor, condicionamento de ar, componentes de um sistema de condicionamento de ar, tipos de condicionadores de ar Split e por fim, uma abordagem sobre PMOC.

2.1 Conforto Térmico

Dentre os principais propósitos do condicionamento de ar está o conforto térmico para os ocupantes, pelo controle de pureza, temperatura e umidade do ar.

Conforme a Ashrae (2021), o objetivo principal da Climatização é proporcionar condições para o conforto térmico humano, “aquela condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico e é avaliada por critérios subjetivos de avaliação” (Norma 55 da ASHRAE). Esta definição deixa em aberto o que se entende por “condição da mente” ou “satisfação”, mas enfatiza corretamente que o julgamento de conforto é um processo cognitivo envolvendo entradas influenciadas por processos físicos, fisiológicos, psicológicos e outros.

Segundo Fanger (1970 *apud* SILVA, 2010), é possível dividir os fatores que afetam a sensação de conforto térmico em variáveis individuais e ambientais. As principais variáveis individuais são o tipo de atividade e o vestuário; e as principais variáveis ambientais são a temperatura de bulbo seco do ar, a temperatura média radiante, a velocidade relativa do ar e a umidade relativa do ar. Deve-se observar, no entanto, que a sensação global de conforto do indivíduo é uma sensação mais complexa, devido à interação ou interdependência entre o conforto térmico, conforto olfativo, conforto acústico e visual.

A parte da ABNT NBR 16401-2, especifica os parâmetros do ambiente interno que proporcionam conforto térmico aos ocupantes de recintos com condicionamento de ar. Esta norma estipula os parâmetros ambientais suscetíveis de produzir sensação aceitável de conforto térmico em 80% ou mais das pessoas:

Parâmetros para conforto no verão:

Temperatura operativa e umidade relativa dentro da zona delimitada por:

22,5 °C a 25,5 °C e umidade relativa de 65%.

23,0 °C a 26,0 °C e umidade relativa de 35%.

A velocidade média do ar (não direcional) na zona de ocupação não

deve ultrapassar:

0,20 m/s . para distribuição de ar convencional (grau de turbulência 30% a 50%);

0,25 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%).

Parâmetros de conforto para inverno:

Temperatura operativa e umidade relativa dentro da zona delimitada por:

21,0 °C a 23,0 °C e umidade relativa de 60%.

21,5 °C a 24,0 °C e umidade relativa de 30%.

A velocidade média do ar (não direcional) na zona de ocupação não deve ultrapassar:

. 0,15 m/s para distribuição de ar convencional (grau de turbulência 30% a 50%);

0,20 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%).

Para verificação dos parâmetros, a ABNT (2008) afirma que as medições devem ser feitas nos pontos com maior probabilidade de apresentar valores desfavoráveis, como próximo a janelas e portas ou no centro de uma zona ocupada por pessoas.

No caso de pessoas sentadas, a temperatura deve ser medida a 0,6 m do piso. Para velocidade média, deve ser medido a 0,1 m e 1,1 m do piso, para pessoas sentadas, e 1,7m do piso para pessoas em movimento. E para umidade relativa devem ser feitas quatro medições com intervalo de 5 minutos entre elas (ABNT, 2008).

2.2 Transferência de Calor

A transferência de calor consiste no processo de troca de energia térmica entre dois meios, quando os dois estão em temperaturas diferentes, o de maior temperatura fornece energia para o de menor temperatura, visando chegar em um equilíbrio térmico.

Sempre que existir um gradiente de temperatura dentro de um sistema ou que dois sistemas a diferentes temperaturas forem colocados em contato, haverá transferência de energia. O processo pelo qual a energia é transportada é conhecido por transferência de calor. A entidade em trânsito, chamada calor, não pode ser medida ou observada diretamente, porém os efeitos que ela produz são suscetíveis de observação e medição. O fluxo de calor, tal qual o desempenho de trabalho, é um processo pelo qual a energia interna de um sistema é alterada. (KREITH; BOHN, 2003).

De acordo com Schmidt et al. (1996), quando a transferência de energia resulta apenas da diferença de temperatura, sem a realização de trabalho, então esta transferência de energia recebe o nome de transferência de calor.

Conforme Alberico (2003) o calor é uma forma de energia, pois pode ser convertido em qualquer outra das formas de energia e estas também podem ser convertidas em calor.

De acordo com Pena (2002, apud FALEIROS, 2018), toda vez que alteramos o calor (introduzimos ou removemos) num corpo, variando sua temperatura sem alterar seu estado, alteramos o calor sensível desse corpo. Portanto, calor sensível pode ser entendido como o calor que provoca alteração na temperatura sem que haja mudança do estado físico.

A transferência de calor acontece essencialmente de três formas, condução, convecção e radiação.

Segundo Kreith e Bohn (2003), o modo de transferência de calor por convecção, na realidade, consiste em dois mecanismos operando simultaneamente. O primeiro é a transferência de energia atribuída ao movimento molecular, ou seja, o modo condutivo. Sobreposta a ele está a transferência de energia através do movimento macroscópico de parcelas do fluido. O movimento de fluido resulta do movimento de suas parcelas, cada qual consistindo de um grande número de moléculas, que se movem em razão de uma força externa. Essa força pode ser provocada por um gradiente de densidade, como na convecção natural, ou por uma diferença de pressão gerada por uma bomba, ou ventoinha.

A condução é a transferência de energia através de uma substância, um sólido ou um fluido, como resultado da presença de uma diferença de temperatura dentro da substância ou entre corpos em contato térmico. Na região mais quente as partículas têm mais energia e vibram com mais intensidade e essa vibração se transmite de molécula a molécula até o extremo oposto, espalhando calor pelo corpo inteiro (SCHIMDT et al., 1996; TAVEIRA, 2008).

Em concordância, Dossat (2004), descreve que a radiação apresenta-se na forma de um movimento de onda similar às ondas de luz, onde a energia é transmitida de um corpo para outro sem necessidade de intervenção da matéria.

A condução na maioria das vezes é desprezada, quando se trata de conforto térmico em ambientes e condicionamento de ar, pelo fato da área de contato do corpo com alguma superfície ser muito pequena e por curtos períodos de tempo.

2.3 Condicionamento de Ar

O condicionamento de ar visa o controle da temperatura, umidade, ventilação e qualidade do ar em um ambiente fechado, com o objetivo de criar condições confortáveis e saudáveis para as pessoas que o utilizam. O principal sistema utilizado no condicionamento de ar são os equipamentos de ar condicionado, mas outras tecnologias e medidas também são empregadas, como sistemas de ventilação, aquecimento, desumidificação e filtragem do ar.

Segundo Stoecker e Jones (1985), a maioria das unidades de condicionamento de ar estão associadas a aplicações de conforto. Sistemas para resfriamento de ar durante o verão tornaram-se obrigatórios em edifícios de grande porte no mundo inteiro. Mesmo em regiões onde as temperaturas de verão não são elevadas, grandes edifícios devem ser resfriados para compensar a carga térmica gerada por pessoas, luzes e outros aparelhos elétricos. Em regiões de temperaturas de verão elevadas, o resfriamento do ar pode contribuir, por exemplo, para o aumento da efetividade no trabalho, nestes tipos de construção são normalmente utilizados sistemas centrais, que podem se constituir de uma central de resfriamento e outra de aquecimento de água, localizadas em uma sala de máquinas.

Corroborando com os autores acima, Mitchell e Braun (2018), complementam que as aplicações do condicionamento de ar incluem não só edificações comerciais convencionais e residenciais, como também uma grande variedade de outras instalações. O segmento comercial, em geral, inclui prédios de escritórios, instalações de varejo, lojas e centros comerciais, lugares de reunião, salas de palestras e igrejas, instituições de ensino, supermercados e instalações de saúde, tais como clínicas e hospitais. Os critérios de conforto humano para cada uma dessas aplicações são, em geral, os mesmos, mas há frequentemente diferenças nos níveis de temperatura aceitável e de ventilação externa exigida. De modo semelhante, embora o mesmo equipamento básico possa ser usado nessas aplicações diferentes, são empregadas configurações diferentes, as técnicas de controle são especializadas e os critérios de desempenho são diferentes.

2.4 Componentes do sistema de condicionamento de Ar

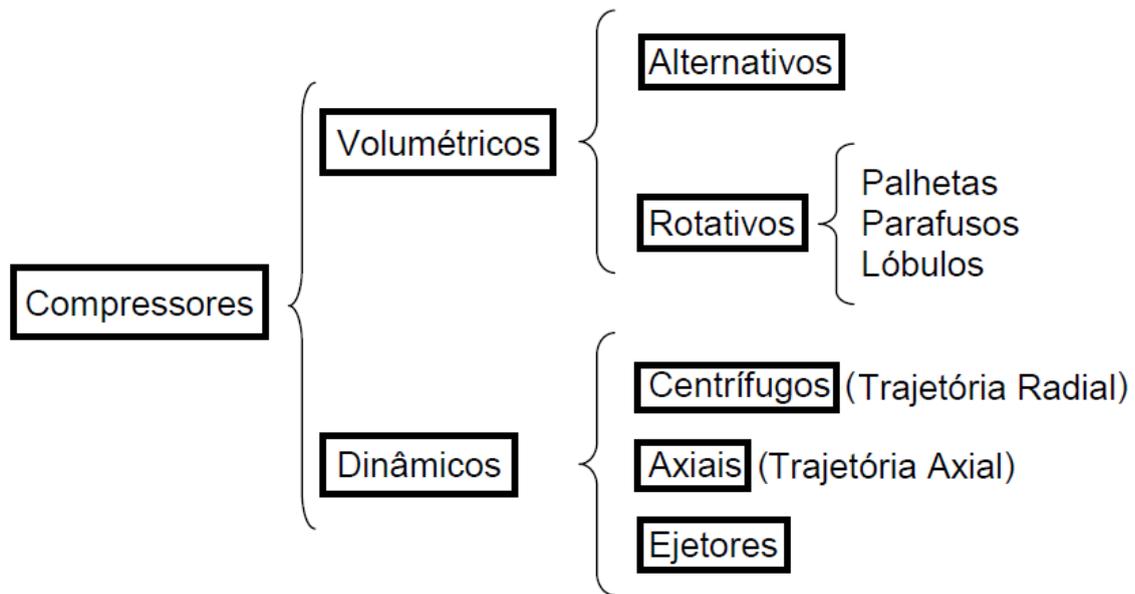
São vários os componentes dos sistemas de condicionamento de ar tipo split. A seguir será detalhado um pouco sobre os principais. A manutenção e controle do PMOC são realizados basicamente nesses elementos.

2.4.1 Compressores

O compressor, segundo Garcia (2018) é o principal componente de um sistema de condicionamento de ar, por ser o elemento que fornece trabalho para que o processo não natural ocorra e a Segunda Lei da Termodinâmica possa acontecer. A função principal do compressor na refrigeração é aumentar a pressão do fluido no estado gasoso, com o conseqüente aumento da temperatura.

Seguindo a mesma ideia, Silva (2010), complementa que a função dos compressores é absorver o fluido refrigerante no estado de vapor à baixa pressão e comprimi-lo à alta pressão e temperatura até o condensador. Os principais compressores para refrigeração são os volumétricos e os centrífugos. Nos compressores volumétricos, a compressão se faz pela redução do volume do fluido refrigerante, isso acontece nos compressores alternativos, rotativos, scroll e de parafuso. Já nos compressores centrífugos, o fluido refrigerante na forma de vapor superaquecido é acelerado por meio das pás de um rotor. Na passagem pela voluta do compressor centrífugo, essa velocidade elevada é transformada em pressão. A Figura 1 exibe um fluxograma com os principais tipos de compressores.

Figura 1: Tipos de Compressores



Fonte: (CEEL, 2013).

2.4.2 Condensadores

Os condensadores são um componente essencial em sistemas de condicionamento de ar. Eles são responsáveis por dissipar o calor do refrigerante que foi comprimido pelo compressor, transformando-o do gasoso para estado líquido. O condensador é composto por uma série de tubos, geralmente feitos de cobre ou alumínio, com aletas para aumentar a área de transferência de calor. Existem diferentes tipos de condensadores, incluindo os de ar, água e evaporativos, que são escolhidos conforme as necessidades do sistema em que serão instalados.

Os condensadores, são equipamentos utilizados para promover uma mudança de estado. No circuito de refrigeração, por exemplo, um condensador é utilizado para resfriar o fluido refrigerante fazendo com que sua temperatura baixe e por fim condense novamente para a forma líquida (FERNANDES, 2011, apud KAMINAGAKURA, 2017). A Figura 2 exibe um condensador de um condicionador de ar Split ao fundo, também é possível ver as demais partes da unidade externa, como tubulações e ventoinha.

Figura 2: Condensador



Fonte: Garcia(2018).

2.4.3 Evaporadores

Os evaporadores são responsáveis por absorver o calor e umidade do ambiente que está sendo resfriado ou aquecido. O líquido refrigerante, se transforma em um gás frio quando passa pelo evaporador, absorve o calor do ar que passa por ele, e o ar resfriado é então distribuído pelo sistema de ventilação. Os evaporadores são projetados para operar com eficiência, mantendo a temperatura e a umidade adequadas no ambiente.

Conforme Garcia (2018), o evaporador é o componente cuja função é extrair calor do meio a ser resfriado. O evaporador, conforme mostra a Figura 3, recebe o fluido refrigerante proveniente do elemento expensor, no estado líquido a baixa pressão e baixa temperatura, quando então, o fluido evapora absorvendo o calor da superfície da tubulação do evaporador, sofrendo uma mudança de estado de líquido sub resfriado para vapor saturado a baixa pressão. Esse processo resulta na redução da temperatura do ambiente interno do refrigerador.

Um evaporador é qualquer superfície de transmissão de calor na qual o líquido volátil é vaporizado com o objetivo de remover calor de um espaço ou produto refrigerado. Por causa das muitas e diversas aplicações de refrigeração mecânica, os evaporadores são fabricados em uma grande variedade de tipos, formas, tamanhos e projetos, e podem ser classificados em um número de diferentes modos, tais como tipo de construção, método de alimentação dos líquidos, condição de operação, método de circulação de ar (ou

líquido), tipo de controle de refrigerante, e aplicação. Os três tipos principais de construção de evaporador são: de tubo liso, de evaporador de placa, e com aletas (DOSSAT, 2004).

Figura 3: Evaporador



Fonte: <https://images.google.com>.

A Figura 3 apresentou um evaporador aletado de tubos de cobre verticais, usado em Condicionadores de Ar Split.

2.5 Condicionadores de ar Split

Os equipamentos de condicionamento de ar do tipo dividido, ou *split-system*, segundo Silva (2009), são máquinas que apresentam como características principais a fácil adaptabilidade ao ambiente, o baixo nível de ruído e o baixo consumo de energia. Os aparelhos Split são versáteis e projetados para pequenos, médios e grandes ambientes, apresentando grande eficiência e baixo consumo de energia.

Segundo Bryant (2001) o funcionamento desses equipamentos se baseia na divisão do sistema de refrigeração em duas partes, as partes ruidosas (compressor e condensador) em áreas externas ao ambiente climatizado, deixando apenas a unidade evaporadora no interior do ambiente.

Os condicionadores de ar Split são os mais comumente usados na maioria dos estabelecimentos comerciais, residenciais, nas instituições de ensino, e são

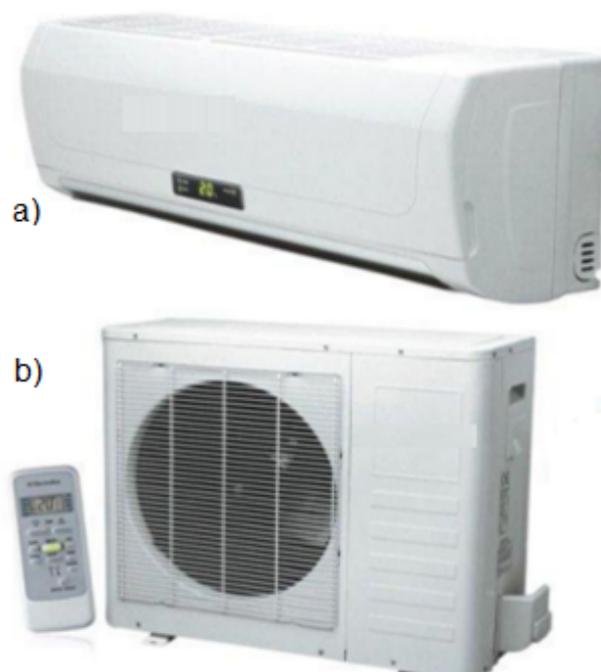
três tipos principais, Split Hi-Wall, Split Piso-Teto e Split Cassete, este último não será detalhado abaixo pelo fato de não se encontrar um equipamento como este no Câmpus Xanxerê do IFSC.

2.5.1 Split Hi-Wall

O ar-condicionado tipo Hi-Wall é um modelo de split que pode ser instalado na parede, o que o torna popularmente conhecido como "parede". Esse tipo de aparelho é o mais comum entre os sistemas de ar-condicionado split e é amplamente utilizado em residências e pequenos estabelecimentos comerciais.

Conforme Antonovicz e Weber (2013), o split Hi-Wall pode ser instalado próximo ao teto, a uma distância entre 15 e 30 cm, o que não é uma regra. A distância da tubulação entre as unidades interna e externa vai depender de cada fabricante, assim como o desnível máximo entre essas duas unidades. [...] Disponível nas capacidades 7.000, 7.500, 8.500, 9.000, 12.000, 18.000, 22.000 e 30.000 Btu/h. A Figura 4 exibe as unidades: interna a) e externa b) que compõem um ar condicionado split tipo Hi-Wall.

Figura 4: Ar condicionado Split Hi-Wall



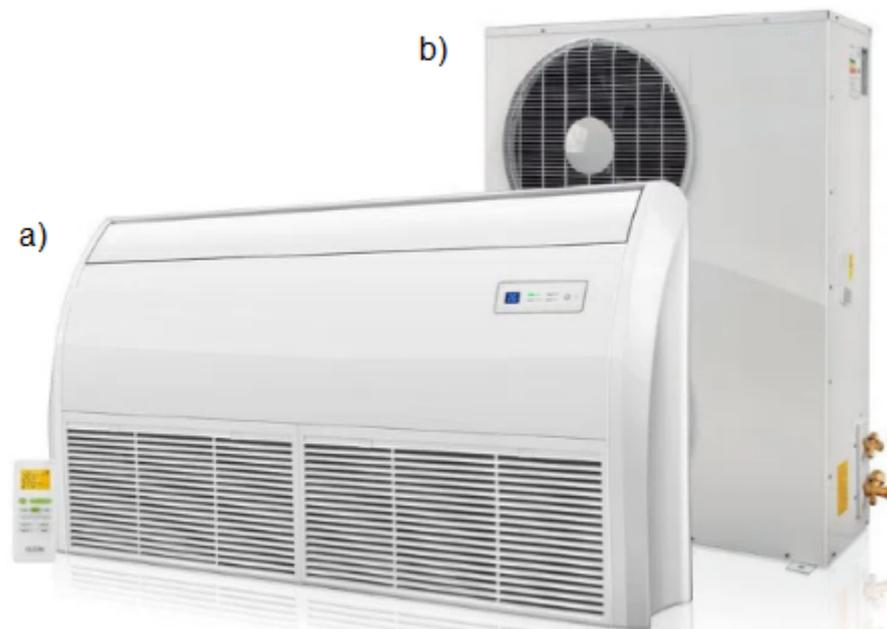
Fonte: <https://images.google.com>.

2.5.2 Split Piso-Teto

O ar-condicionado tipo Split Piso-Teto, conforme visto na Figura 5, é uma opção para ambientes comerciais ou residenciais de grandes dimensões, a unidade interna é mais alongada e pode ser instalado nas posições: sobre o piso (também chamado de console), na parede e no teto, permitindo que o ar seja distribuído de maneira uniforme pelo ambiente.

Segundo Antonovicz e Weber (2013), conta com um forte desempenho para refrigeração, tendo uma capacidade de refrigeração que pode variar de 18.000 Btu/h a 80.000 Btu/h. Indicado para ambientes que tenham muita circulação, aglomeração de pessoas e ambientes com o pé direito muito alto, pois sua vazão de ar é maior que os tradicionais split Hi-wall.

Figura 5: Ar condicionado Split Piso-Teto



Fonte: <https://images.google.com>.

A figura 5 ilustrou um Condicionador de Ar, de modelo Split Piso-Teto, com seus componentes: unidade interna a) e unidade externa b).

2.6 PMOC

Em espaços fechados, sem circulação de ar, os poluentes como fungos, poeira, fumo, bactérias, ácaros e bolor podem ficar retidos nos filtros, compressores e serpentina dos equipamentos. Para evitar doenças decorrentes desses poluentes, é importante realizar manutenção regular dos equipamentos, proporcionando uma maior eficiência devido à desobstrução dos filtros e também um menor consumo de energia.

A NBR 13971 estabelece orientações básicas para as atividades e serviços necessários na manutenção de conjuntos e componentes, em sistemas e equipamentos de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento, voltados ao atendimento das exigências de qualidade do ar, conforto e processo, respeitando-se as condições de referência.

O Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para sistemas de climatização é, um planejamento voltado para garantir que a manutenção e operação dos sistemas de ar condicionado estejam dentro das melhores condições. Isto significa que os equipamentos estarão operando de acordo com padrões estabelecidos pelos fabricantes, através da Resolução ANVISA RE-09 de 2003, que dita os parâmetros de aceitabilidade da QAI – Qualidade do Ar de Interiores, e que seus componentes estarão limpos e adequados para o uso contínuo, preservando desta forma o meio ambiente e diretamente a saúde dos ocupantes dos ambientes atendidos. (FALEIROS, 2018).

As instruções normativas descritas na Resolução-RE N° 09, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, do Ministério da Saúde, de 16 de janeiro de 2003, Brasil (2003), estabelece diretrizes e técnicas de acompanhamento dos aspectos físicos, químicos e biológicos do ar interno, visando avaliar a contaminação do sistema e a Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998 do Ministério da saúde determina que:

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

Seguindo a mesma Portaria, também estabelece, em seu Artigo 6º, que os proprietários e responsáveis por locais com sistemas de climatização com

capacidade acima de 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 BTU/H), deverão manter um responsável técnico habilitado, com as seguintes atribuições:

- a) Implantar e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC, adotado para o sistema de climatização. Este Plano deve conter a identificação do estabelecimento que possui ambientes climatizados, a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade das mesmas, as recomendações a serem adotadas em situações de falha do equipamento e de emergência, para garantia de segurança do sistema de climatização e outros de interesse, conforme especificações contidas no Anexo I deste Regulamento Técnico e NBR 13971/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.
- b) Garantir a aplicação do PMOC por intermédio da execução contínua, direta ou indireta deste serviço.
- c) Manter disponível o registro da execução dos procedimentos estabelecidos no PMOC.
- d) Divulgar os procedimentos e resultados das atividades de manutenção, operação e controle aos ocupantes.

Com a publicação no Diário Oficial da União da Lei n.º 13.589, em 04 de janeiro de 2018, segundo Grigoletto (2018), a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes passou a ser uma exigência para todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizados artificialmente. Devendo dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle dos respectivos sistemas de climatização, visando a eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.

Essa lei aumenta a conscientização e fiscalização sobre condutas na manutenção em sistemas de ar condicionado. Também, se aplica aos ambientes climatizados de uso restrito, tais como aqueles dos processos produtivos, laboratoriais, hospitalares e outros, que deverão obedecer a regulamentos específicos.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é analisada quanto à sua natureza, a qual pode ser classificada em básica ou aplicada. A pesquisa aplicada tem por objetivo principal desenvolver conhecimentos para aplicação prática, direcionados para a resolução de problemas específicos, (YIM, 2015). O presente trabalho é considerado uma pesquisa aplicada, pois elabora uma proposta de solução para os problemas detectados de funcionamento dos aparelhos condicionadores de ar, de forma quantitativa para os períodos de manutenção e qualitativa para apresentar as possíveis manutenções corretivas a serem aplicadas.

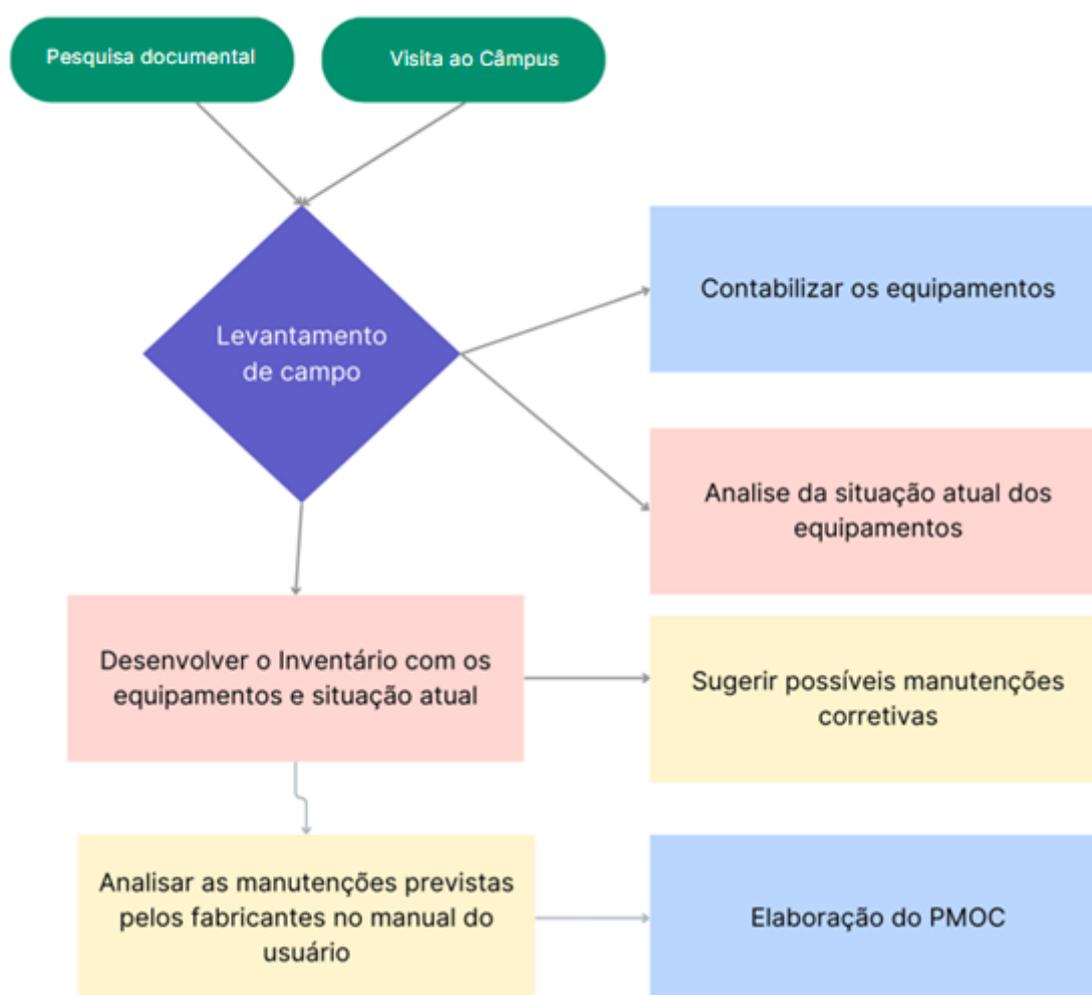
Primeiramente foi realizada uma pesquisa documental. As normas utilizadas foram: normas previstas pela ASHRAE, a Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998 do Ministério da saúde, a NBR 13971, RE n.º 09/2003 da ANVISA, NBR 16401-1, NBR 16401-2 e a Portaria n.º 2.296/97 do MARE, no que se refere à climatização, qualidade do ar e conforto térmico para determinar os melhores requisitos de projeto.

Posteriormente foi realizado um levantamento de campo, por meio de uma análise observacional, visando ter conhecimento da situação atual do sistema de climatização, em termos de capacidade térmica dos aparelhos, além do estado de limpeza e manutenção dos mesmos. O local escolhido para a execução do PMOC é o Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Xanxerê, situado no estado de Santa Catarina, na região oeste catarinense, na cidade de Xanxerê, no Bairro Veneza, que segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia, apresenta temperatura média de 18,7 °C, sendo junho o mês mais frio e janeiro o mês mais quente do ano.

Após a coleta de dados e análise do sistema, ocorreu a elaboração e aplicação o PMOC, considerando as manutenções previstas por cada um dos fabricantes dos equipamentos, contendo as medidas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção dos componentes do sistema de climatização, seguindo o modelo de PMOC que se encontra no Anexo da Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998 do Ministério da saúde.

O procedimento utilizado na pesquisa foi o estudo de caso, que, segundo Marconi e Lakato (2017), é uma abordagem que proporciona responder às dúvidas relativas ao efeito e causa de acontecimentos de alguns fenômenos.

Figura 6: Fluxograma de atividades



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

3.1 Pesquisa Documental

As normas utilizadas foram: normas previstas pela ASHRAE, a Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998 do Ministério da saúde, a NBR 13971, RE n.º 09/2003 da ANVISA, NBR 16401-1, NBR 16401-2 e a Portaria n.º 2.296/97 do MARE, no que se refere à climatização, qualidade do ar e conforto térmico para determinar os melhores requisitos de projeto.

Existem alguns ambientes do Câmpus com necessidades específicas de temperatura e umidade. A sala de servidores ou *data center* é um destes, a ASHRAE, entidade internacional na área de padronização para climatização, recomenda índices de temperatura e umidade relativa para entrada de ar nos equipamentos em *data centers*.

- Temperatura permitida (°C) 15 até 32,2.
- Temperatura recomendada (°C) 20 até 25.
- % umidade relativa permitida 20-80.
- % umidade relativa recomendada 40-55.

ASHRAE (2021).

Para os demais ambientes climatizados foram considerados os padrões de temperatura e umidade relativa estabelecidos pela Resolução-RE N° 09, da Anvisa,

A faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para verão, deverá variar de 23 °C a 26 °C, com exceção de ambientes de arte que deverão operar entre 21 °C e 23 °C. A faixa máxima de operação deverá variar de 26,5 °C a 27 °C, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 28 °C. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação deverá variar de 20 °C a 22 °C.

A faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para verão, deverá variar de 40% a 65%, com exceção de ambientes de arte que deverão operar entre 40% e 55% durante todo o ano. O valor máximo de operação deverá ser de 65%, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 70%. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação deverá variar de 35% a 65%. (BRASIL 2003).

3.2 Levantamento de campo

O local do estudo, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Xanxerê, é dividido em cinco construções. O bloco I apresenta as seguintes salas: de aula, do departamento administrativo, de *data center*, de professores, de coordenadores, diretoria, registro acadêmico e almoxarifado. Já o bloco II é constituído pelos laboratórios de alimentos e de microbiologia. O bloco III é constituído pelos seguintes laboratórios: de informática 1 e 2, de metrologia, de usinagem, de máquinas térmicas e vibrações, de hidráulica e pneumática e sala de apoio técnico. No bloco IV se encontram os laboratórios de: soldagem, conformação mecânica e usinagem CNC. E por último o bloco V é constituído por salas: de aula,

coordenação pedagógica, coordenação de gestão de pessoas, biblioteca, laboratório de informática e mini auditório.

A análise *in loco* aconteceu entre os meses de julho e agosto de 2023, conforme agendamento com o responsável do Câmpus, em duas etapas, uma visita para análise dos blocos I, II e III e uma segunda visita para os blocos IV e V, foram avaliadas as condições de conservação dos condicionadores de ar instalados em todos os blocos, verificando em todas as dependências.

Na vistoria dos equipamentos observou-se: o funcionamento dos componentes, a funcionalidade do compressor, possíveis vazamentos visíveis nas tubulações, entupimento no dreno, sujidades na tomada de ar, vibração no split interno e eventuais oxidações na carcaça externa.

O inventário foi realizado por meio de uma planilha realizada no *software* Excel, contendo os modelos dos equipamentos instalados, as suas capacidades de refrigeração, tipo de atividade realizada no recinto, quantitativo de ocupantes, e as condições de conservação dos equipamentos. Também foram levantados os pontos críticos e de atenção de cada um.

3.3 Elaboração do modelo do PMOC

A Planilha 1 apresenta o modelo usado para a relação dos ambientes climatizados, contendo: a identificação dos ambientes, o número de ocupantes do local e o tipo de atividade realizada.

Planilha 1: Relação dos ambientes

Ambientes climatizados do IFSC Xanxerê		
Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes	N.º de Ocupantes Fixos e Flutuantes	Tipo de Atividade
-	-	-
-	-	-
-	-	-

Fonte: Brasil, 1998.

Já a Planilha 2 mostra o modelo usado para referenciar os climatizadores de ar, localização, estado e possíveis pontos críticos e de atenção dos mesmos.

Planilha 2: Relação dos climatizadores de ar

Climatizadores de Ar do IFSC Xanxerê				
Local	Tipo	Marca	Condição de conservação	Pontos críticos e de atenção
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A Planilha 3 exibe o modelo de cronograma de manutenções a serem realizadas, mostrando a periodicidade da atividade a ser realizada, data de execução e os profissionais responsáveis.

Planilha 3: Cronograma de manutenções

Cronograma de Manutenções				
Descrição da atividade	Periodicidade	Data de execução	Executado por	Aprovado por
a) Condicionador de Ar				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;	-	-	-	-
Limpar as serpentinas e bandejas	-	-	-	-
Verificar a operação dos controles de vazão;	-	-	-	-
Verificar a operação de drenagem de água da bandeja;	-	-	-	-
Verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	-	-	-	-
Verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento;	-	-	-	-
Lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;	-	-	-	-
Limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor).	-	-	-	-
Verificar os filtros de ar:	-	-	-	-
- filtros de ar (secos)	-	-	-	-
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
Medir o diferencial de pressão;	-	-	-	-
Verificar e eliminar as frestas dos filtros;	-	-	-	-
Limpar (quando recuperável) ou substituir (quando descartável) o elemento filtrante.	-	-	-	-

Cronograma de Manutenções				
Descrição da atividade	Periodicidade	Data de execução	Executado por	Aprovado por
b) Ventiladores				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
Verificar a fixação;	-	-	-	-
Verificar o ruído dos mancais;	-	-	-	-
Lubrificar os mancais;	-	-	-	-
c) Ambientes Climatizados				
Verificar e eliminar sujeira, odores desagradáveis, fontes de ruídos, infiltrações, armazenagem de produtos químicos, fontes de radiação de calor excessivo, e fontes de geração de microorganismos;	-	-	-	-

Fonte: Brasil, 1998.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este item tem o intuito de abordar os resultados obtidos após a realização das visitas técnicas ao Câmpus, análise documental, verificação dos aparelhos de ar condicionado e elaboração do PMOC.

4.1 Relação dos Ambientes

Na visita técnica ao Câmpus Xanxerê, verificou-se que ele é constituído por guarita e cinco blocos, nos quais se situam: laboratórios, salas de aula, biblioteca, salas administrativas, espaços de convivência e banheiros. Dentre, estes espaços inspecionados foram contabilizados 36 ambientes no Câmpus, que contém climatização, divididos entre os blocos I, II, III, V e a guarita, no bloco IV, em que se localizam os laboratórios de soldagem, conformação mecânica e usinagem CNC, não foi verificado condicionador de ar nos ambientes.

A partir dos estudos realizados, foi criada a Planilha 4, conforme ilustrada abaixo, e nela são apresentadas a relação dos espaços climatizados, contendo: a identificação dos ambientes, com o bloco em que se localiza, o número de ocupantes do local, sendo fixos ou flutuantes e o tipo de atividade realizada.

Planilha 4: Relação dos Ambientes

Ambientes climatizados do IFSC Xanxerê			
Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes		N.º de Ocupantes Fixos e Flutuantes	Tipo de Atividade
BLOCO I	SALA DO SERVIDOR DE DADOS	Flutuantes: 1	Data Center
BLOCO I	DEPE	Fixos: 2	Escritório
BLOCO I	COORDENAÇÃO ENGENHARIA	Fixos: 1	Escritório
BLOCO I	COORDENAÇÃO CURSOS TÉCNICOS	Fixos: 3	Escritório
BLOCO I	LAB. IF MAKER	Flutuantes: 20	Sala de aula
BLOCO I	SALA 02	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO I	SALA 03	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO I	SALA 04	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO I	SALA DOS PROFESSORES	Flutuantes: 35	Sala dos professores
BLOCO I	REGISTRO ACADÊMICO	Fixos: 4	Escritório
BLOCO I	DIREÇÃO-GERAL	Fixos: 1	Escritório
GUARITA	GUARITA	Fixos: 1	Escritório

Ambientes climatizados do IFSC Xanxerê			
Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes		N.º de Ocupantes Fixos e Flutuantes	Tipo de Atividade
BLOCO III	LAB. INFORMÁTICA 1	Flutuantes: 40	Laboratório
BLOCO III	LAB. INFORMÁTICA 2	Flutuantes: 40	Laboratório
BLOCO III	LAB. MAQUINAS TÉRMICAS E VIBRAÇÕES	Flutuantes: 10	Laboratório
BLOCO III	LAB. HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA	Flutuantes: 20	Laboratório
BLOCO III	LAB. METROLOGIA	Flutuantes: 15	Laboratório
BLOCO III	LAB. USINAGEM CONVENCIONAL	Flutuantes: 20	Usinagem
BLOCO III	SALA TÉCNICOS APOIO MEC.	Fixos: 3	Escritório
BLOCO III	NEAD	Flutuantes: 1	Sala de reunião
BLOCO II	LAB. VEGETAIS	Flutuantes: 40	Laboratório
BLOCO II	LAB. CARNES	Flutuantes: 40	Laboratório
BLOCO II	LAB. MICROBIOLOGIA	Flutuantes: 40	Laboratório
BLOCO V	COORDENADORIA PEDAGÓGICA	Fixos: 6	Escritório
BLOCO V	COORD. GESTÃO DE PESSOAS	Fixos: 2	Escritório
BLOCO V	BIBLIOTECA – SALA BIBLIOTECÁRIO	Fixos: 2	Escritório
BLOCO V	BIBLIOTECA – SALA DE ESTUDOS	Flutuantes: 5	Sala de estudos
BLOCO V	BIBLIOTECA HALL PRINCIPAL	Flutuantes: 10	Biblioteca
BLOCO V	SALA DE AULA 1	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO V	SALA DE AULA 2	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO V	SALA DE AULA 3	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO V	LAB. INFORMÁTICA 3	Flutuantes: 40	Laboratório
BLOCO V	SALA DE AULA 5	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO V	SALA DE AULA 6	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO V	SALA DE AULA 7	Fixos: 40	Sala de aula
BLOCO V	MINI AUDITÓRIO	Flutuantes: 60	Auditório

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4.2 Inventário

As visitas técnicas no Câmpus IFSC Xanxerê verificaram que estão instalados 40 aparelhos de climatização, todos de expansão direta, divididos em Split do tipo piso teto e Split Hi-Wall com as capacidades térmicas e condições de conservação especificadas na Planilha 5.

Planilha 5: Inventário

Climatizadores de Ar do IFSC Xanxerê						
Local	Sala	Tipo	BTU/h	Marca/Modelo	Correção Necessária	Pontos críticos e de atenção
BLOCO I	SALA DO SERVIDOR DE DADOS	SPLIT PISO TETO	18.000	ELGIN	-	-
BLOCO I	DEPE	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-
BLOCO I	COORDENAÇÃO ENGENHARIA	SPLIT HI WALL	7.000	ELGIN	-	-
BLOCO I	COORDENAÇÃO CURSOS TÉCNICOS	SPLIT PISO TETO	30.000	ELGIN	-	-
BLOCO I	LAB. IF MAKER	SPLIT HI WALL	30.000	KOMEKO	-	-
BLOCO I	SALA 02	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	REPOSIÇÃO DAS ALETAS	FALTAM ALETAS
BLOCO I	SALA 03	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-
BLOCO I	SALA 04	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-
BLOCO I	SALA DOS PROFESSORES	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-
BLOCO I	SALA DOS PROFESSORES	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-

Climatizadores de Ar do IFSC Xanxerê						
Local	Sala	Tipo	BTU/h	Marca/Modelo	Correção Necessária	Pontos críticos e de atenção
BLOCO I	REGISTRO ACADÊMICO	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-
BLOCO I	DIREÇÃO GERAL	SPLIT HI WALL	12.000	ELGIN	-	-
GUARITA	GUARITA	SPLIT HI WALL	7.000	ELGIN	-	-
BLOCO III	LAB. INFORMÁTICA 1	SPLIT HI WALL	30.000	KOMECO	-	-
BLOCO III	LAB. INFORMÁTICA 2	SPLIT HI WALL	30.000	KOMECO	REVISÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA	DEPOIS DE ALGUNS MINUTOS DESARMA O DISJUNTOR
BLOCO III	LAB. MAQUINAS TÉRMICAS E VIBRAÇÕES	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-
BLOCO III	LAB. HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA	SPLIT PISO TETO	36.000	RHEEN	-	-
BLOCO III	LAB. METROLOGIA	SPLIT HI WALL	30.000	KOMECO	-	-
BLOCO III	LAB. USINAGEM CONVENCIONAL	SPLIT HI WALL	30.000	KOMECO	-	-
BLOCO III	SALA TÉCNICOS APOIO MEC.	SPLIT HI WALL	9.000	ELGIN	-	-
BLOCO III	NEAD	SPLIT PISO TETO	30.000	ELGIN	-	-
BLOCO II	LAB. VEGETAIS	SPLIT HI WALL	30.000	KOMECO	-	-
BLOCO II	LAB. CARNES	SPLIT HI WALL	30.000	KOMECO	-	-
BLOCO II	LAB. MICROBIOLOGIA	SPLIT HI WALL	30.000	KOMECO	-	-
BLOCO V	COORDENADORIA PEDAGÓGICA	SPLIT PISO TETO	48.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERANEM AQUECE

Climatizadores de Ar do IFSC Xanxerê						
Local	Sala	Tipo	BTU/h	Marca/ Modelo	Correção Necessária	Pontos críticos e de atenção
BLOCO V	COORD. GESTÃO DE PESSOAS	SPLIT HI WALL	18.000	AGRATTO	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	BIBLIOTECA – SALA BIBLIOTECÁRIO	SPLIT HI WALL	12.000	AGRATTO	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	BIBLIOTECA – SALA DE ESTUDOS	SPLIT HI WALL	12.000	AGRATTO	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	BIBLIOTECA HALL PRINCIPAL	SPLIT PISO TETO	48.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	BIBLIOTECA HALL PRINCIPAL	SPLIT PISO TETO	48.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	BIBLIOTECA HALL PRINCIPAL	SPLIT PISO TETO	48.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	BIBLIOTECA HALL PRINCIPAL	SPLIT PISO TETO	48.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	SALA DE AULA 1	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	SALA DE AULA 2	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	SALA DE AULA 3	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE

Climatizadores de Ar do IFSC Xanxerê						
Local	Sala	Tipo	BTU/h	Marca/Modelo	Correção Necessária	Pontos críticos e de atenção
BLOCO V	LAB. INFORMÁTICA 3	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	SALA DE AULA 5	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	SALA DE AULA 6	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	SALA DE AULA 7	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	REPOSIÇÃO DAS ALETAS E INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	FALTAM ALETAS. NÃO REFRIGERA NEM AQUECE
BLOCO V	MINI AUDITÓRIO	SPLIT PISO TETO	60.000	ELGIN	INJEÇÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE	NÃO REFRIGERA NEM AQUECE

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Conforme, visto na Planilha 5, 18 aparelhos necessitam de manutenção corretiva. As principais correções identificadas foram: necessidade de injeção de fluido refrigerante no sistema; reposição das aletas frontais da evaporadora e revisão da instalação elétrica.

Ao contabilizar a capacidade de refrigeração dos aparelhos inventariados do Câmpus foi calculada a soma da capacidade de cada equipamento, gerando um total de 1.439.000 BTU/h.

4.3 PMOC

A elaboração do PMOC foi feita com base no modelo da Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998 do Ministério da saúde, e nas indicações de manutenção dos fabricantes de ar condicionado. Para tanto, foi criada a Planilha 6 exibindo o Plano

de Manutenção e Controle, com o cronograma de manutenções a serem feitas, informando o tipo de correção a ser realizada, a periodicidade da atividade, data de execução e os profissionais responsáveis.

Dentre as várias manutenções a serem realizadas, são principalmente: limpeza e substituição do elemento filtrante, verificação de conservação dos componentes, verificação das partes elétricas e isolantes térmicas, limpezas periódicas nas partes do condicionador.

Planilha 6: Plano de Manutenção e Controle

Cronograma de Manutenções				
Descrição da atividade	Periodicidade	Data de execução	Executado por:	Aprovado por:
a) Condicionador de Ar				
Verificar funcionamento do controle remoto e a operação do aparelho;	Mensal	-	-	-
Verificar a corrente elétrica, comparando com a etiqueta e as medições anteriores;	Mensal	-	-	-
Limpar as serpentinas e bandejas;	Mensal	-	-	-
Verificar os filtros de ar:	Mensal	-	-	-
Verificar a operação de drenagem de água da bandeja;	Mensal	-	-	-
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	Mensal	-	-	-
Medir a tensão da rede, corrente nominal de funcionamento, temperatura de insuflamento e retorno do ar na unidade interna, temperatura externa e pressão de sucção;	Trimestral	-	-	-
Eliminar possível mau contato no cabo de alimentação, disjuntores e pontos de interligação elétrica;	Trimestral	-	-	-
Verificar se há fuga de energia para a carcaça do aparelho;	Trimestral	-	-	-
Lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;	Trimestral	-	-	-
Limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor).	Trimestral	-	-	-
Verificar e eliminar pontos de condensação de água no chassi;	Trimestral	-	-	-
Verificar e eliminar possíveis pontos de vazamento de fluido refrigerante;	Trimestral	-	-	-
Verificar a operação dos controles de vazão;	Trimestral	-	-	-
Verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	Semestral	-	-	-

Cronograma de Manutenções				
Descrição da atividade	Periodicidade	Data de execução	Executado por:	Aprovado por:
Testar capacitores, com um capacímetro, obedecendo à tolerância de 5%;	Semestral	-	-	-
Eliminar pontos de obstrução por sujeira nas aletas do condensador;	Semestral	-	-	-
Limpar (quando recuperável) ou substituir (quando descartável) o elemento filtrante;	Semestral	-	-	-
Verificar isolamento elétrica do compressor e do motor do ventilador;	Anual	-	-	-
Eliminar pontos de oxidação;	Anual	-	-	-
Substituir isolações térmicas danificadas das tubulações;	Anual	-	-	-
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;	Anual	-	-	-
b) Ventiladores				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	Mensal	-	-	-
Verificar a fixação;	Trimestral	-	-	-
Verificar o ruído dos mancais;	Semestral	-	-	-
Lubrificar os mancais;	Semestral	-	-	-
c) Ambientes Climatizados				
Verificar e eliminar sujeira, odores desagradáveis, fontes de ruídos, infiltrações, armazenagem de produtos químicos, fontes de radiação de calor excessivo, e fontes de geração de microorganismos;	Trimestral	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho, no qual objetivou a elaboração de um PMOC permite concluir que: as visitas técnicas ao Câmpus tornaram possível o inventário dos equipamentos presentes, assim como, suas condições de uso; a análise documental das normas regulamentadoras, leis, portarias e instruções dos fabricantes, orientasse a execução de planilhas mais assertivas; houve a identificação 18 aparelhos com necessidade de manutenção corretiva, as quais não são previstas em um PMOC; foi constatado um ambiente, no qual necessita de umidade e temperatura controladas, a temperatura recomendada é entre 20°C e 25°C e a umidade relativa recomendada é de 40% a 55%. A elaboração do PMOC identificou os principais tipos de manutenções preventivas e preditivas a serem feitas nos equipamentos e a periodicidade de cada uma delas. E a sua aplicação deverá proporcionar melhor eficiência energética e distribuição de ar; redução nas manutenções corretivas; temperaturas dentro dos padrões de conforto térmico em todos os ambientes climatizados; além de atender às legislações.

Como sugestões futuras para aprimorar o trabalho realizado, pode-se fazer um estudo de estimativa de carga térmica dos ambientes, realizar o controle da temperatura e umidade do ar no ambiente data center, realizar a coleta de amostras para analisar a qualidade do ar e verificar a contagem de fungos e dióxido de carbono.

REFERÊNCIAS

- AGRATTO. **Manual**: Instrução de uso e instalação. Manaus: 2019. 36 p.
- ALBERICO, A.. **Visão geral do condicionamento de ar**. Apostila Ansett Tecnologia e Engenharia. São Paulo: 2003.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS- Ashrae; **Fundamentals Handbook**. Atlanta,2021.
- 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**. 2013. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13971**: Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento — Manutenção programada. Rio de Janeiro: Abnt, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-1**: Instalações de ar condicionado. Rio de Janeiro: Abnt, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-2**: Instalações de ar condicionado. Rio de Janeiro: Abnt, 2008.
- BRASIL. Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018. **Dispõe Sobre A Manutenção de Instalações e Equipamentos de Sistemas de Climatização de Ambientes**. Brasília.
- BRASIL. **Portaria nº 3.523**, de 28 de agosto de 1998. Brasília.
- BRASIL. RESOLUÇÃO-RE Nº 09, DE 16 DE JANEIRO DE 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 de janeiro de 2003.
- BRYANT, A.. **O ar condicionado na climatização de ambientes**. Apostila Bryant A United Technologies Company. São Paulo: 2001.
- CEEL, 11., 2013, Uberlandia. **Estudo comparativo entre a eficiência energética de compressores operando com o ar em diferentes temperaturas**. Uberlandia: Ufu, 2013. 6 p.
- DOSSAT, R. J.. **Princípios da refrigeração**. Curitiba: Hemus, 2004.
- ELGIN. **Manual de instalação**: Condicionadores de Ar Split High Wall. São Paulo: 2018. 32 p.
- FALEIROS, P. R. V.. **Elaboração de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para os condicionadores de ar de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de manaus**. 2018. 67 f. TCC - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2018.

GARCIA, L. C. **Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC** – aplicado à escola de ciências e tecnologia da UFRN. 2018. 80 f. TCC - Curso de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

GRIGOLETO, M. W.. **Estudo de necessidades para implantação do PMOC** - Plano de Manutenção Operação e Controle - nos condicionadores de ar do prédio da incubadora de inovações tecnológicas do câmpus medianeira da universidade tecnológica federal do paraná. 2018. 37 f. Monografia - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

KAMINAGAKURA, D. C.. **PMOC** – Plano de Manutenção Operação e Controle – sistema de refrigeração do restaurante Bier Garten. 2017. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

KOMECO. **Manual do Usuário: Condicionadores de Ar Split**. São Paulo: 2020. 24 p.

KREITH, F.; BOHN, M. S.. **Princípios da transferencia de calor**. São Paulo: Thomson, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. **Técnicas de Pesquisa**. Planejamento e execução de pesquisa. Amostragens e técnicas de pesquisa. Elaboração, análise e interpretação de dados. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MATOS, R. S. Climatização. **Refrigeração e Climatização**. Setor de Tecnologia. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Paraná.

MITCHELL, J. W.; BRAUN, J. E.. **Princípios de Aquecimento, Ventilação e Condicionamento de Ar em Edificações**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018.

RHEEM. **Manual de instruções: Condicionadores de Ar Split**. São Paulo: 2018. 24 p.

SCHMIDT, F. W.; HENDERSON, R. E.; WOLGEMUTH C. H.. **Introdução às ciências térmicas**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

SILVA, J. C.. **Refrigeração Comercial**, Climatização Industrial. 2. ed. ver. e ampl. São Paulo: Leopardo Editora, 2013.

SILVA, J. G.. **Introdução à tecnologia da refrigeração e da climatização**: Artliber, 2010.

SILVA, N. F.. **Compressores alternativos industriais**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

STOECKER, W. F.; JONES, J.W.. **Refrigeração e ar condicionado**. São Paulo: Makron, 1985.

YIN, R. K.. Estudo de caso: **Planejamento e Métodos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.