



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO ENGENHARIA MECÂNICA

JOÃO PAULO SOUSA PAIVA

**ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO,
OPERAÇÃO E CONTROLE DE CONDICIONADORES DE AR EM
AMBIENTES HOSPITALARES**

TERESINA
2025

JOÃO PAULO SOUSA PAIVA

ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO,
OPERAÇÃO E CONTROLE DE CONDICIONADORES DE AR EM
AMBIENTES HOSPITALARES

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Engenharia
Mecânica do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina
Central.

Orientador: Prof. Dr. Petteson Linniker
Carvalho Serra

TERESINA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Paiva, João Paulo Sousa

P142e Elaboração e implementação do plano de manutenção, operação e controle de condicionadores de ar em ambientes hospitalares / João Paulo Sousa Paiva. - 2025.

79' f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador: Prof Dr. Petteson Linniker Carvalho Serra.

1. Climatização. 2. Equipamentos. 3. Manutenção. 4. Qualidade do ar.

I. Título.

CDD - 620

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024

JOÃO PAULO SOUSA PAIVA

**ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO,
OPERAÇÃO E CONTROLE DE CONDICIONADORES DE AR EM
AMBIENTES HOSPITALARES**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Engenharia
Mecânica do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina
Central.

Aprovada em: 19/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Petteson Linniker Carvalho Serra (Orientador)

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Edivaldo Feitosa Pereira Filho

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Renan Matos Monção

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico esse trabalho aos
meus pais, amigos e toda
minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Teresina Central, pois todos contribuíram no meu aprendizado ao longo da graduação.

Agradeço a minha mãe, que sempre me incentivou, que sempre aconselhou nos momentos mais difíceis, que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho. Agradeço ao meu Deus, que me deu força quando mais precisava.

Toda ação humana, quer se
torne positiva ou negativa,
precisa depender de
motivação.
“Dalai Lama”

RESUMO

A gestão e manutenção dos sistemas de ar-condicionado em hospitais garantem a qualidade do ar e a segurança de pacientes e profissionais de saúde. A Lei n.º 13.589/2018 exige a implementação do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) em edifícios de uso público e coletivo. Inicialmente regulada pela RDC n.º 09 da ANVISA, essa normatização foi substituída pela ABNT NBR 17037, que incorpora melhores práticas internacionais para aprimorar a climatização hospitalar. A pandemia de COVID-19 ressaltou a relevância dos sistemas de climatização na contenção de agentes infecciosos, reforçando a necessidade de renovação e tratamento adequados do ar em ambientes fechados. O engenheiro mecânico desempenha um papel essencial nesse contexto, projetando e supervisionando instalações que atendem às exigências normativas e garantem operação segura e eficiente. Este estudo analisa 77 equipamentos de climatização instalados em um hospital referência em oncologia em Teresina - PI, localizados em áreas de alta criticidade, onde a qualidade do ar é fundamental para a segurança dos procedimentos e dos ocupantes. Inicialmente, a pesquisa documental considerou normas técnicas da ASHRAE, ANVISA e ABNT para definir requisitos de climatização e qualidade do ar. Posteriormente, a análise de campo focou em ambientes como CPA, Esterilização, Hemodinâmica e UTI's (Unidade de Terapia Intensiva). A elaboração e implementação do PMOC seguiu diretrizes normativas, incluindo inspeção, limpeza e manutenção dos equipamentos. Análises bioquímicas da qualidade do ar foram conduzidas antes e após seis meses da aplicação do PMOC, comparando resultados com as normas vigentes para avaliar melhorias no sistema. O estudo permitiu o inventário dos equipamentos e a análise das normas reguladoras, auxiliando na definição de atividades mais assertivas para a manutenção. A aplicação do PMOC identificou as principais manutenções necessárias, reduzindo intervenções corretivas e assegurando o controle adequado de temperatura e umidade conforme a NBR 17037:2024. As análises da qualidade do ar comprovaram melhorias nos parâmetros de operação dos equipamentos, evidenciando o impacto positivo do plano na eficiência dos sistemas de climatização.

Palavras-chave: climatização; equipamentos; manutenção; qualidade do ar; hospitalar.

ABSTRACT

The management and maintenance of air conditioning systems in hospitals ensure air quality and the safety of patients and healthcare professionals. Law No. 13,589/2018 requires the implementation of the Maintenance, Operation and Control Plan (PMOC) in buildings for public and collective use. Initially regulated by RDC No. 09 of ANVISA, this standard was replaced by ABNT NBR 17037, which incorporates international best practices to improve hospital air conditioning. The COVID-19 pandemic highlighted the importance of air conditioning systems in containing infectious agents, reinforcing the need for adequate renewal and treatment of air in closed environments. The mechanical engineer plays an essential role in this context, designing and supervising facilities that meet regulatory requirements and ensure safe and efficient operation. This study analyzes 77 air conditioning equipment installed in a reference oncology hospital in Teresina - PI, located in highly critical areas, where air quality is essential for the safety of procedures and occupants. Initially, the documentary research considered technical standards from ASHRAE, ANVISA and ABNT to define air conditioning and air quality requirements. Subsequently, the field analysis focused on environments such as CPA, Sterilization, Hemodynamics and ICUs. The development and implementation of the PMOC followed regulatory guidelines, including inspection, cleaning and maintenance of equipment. Biochemical analyses of air quality were conducted before and after six months of application of the PMOC, comparing results with current standards to assess improvements in the system. The study allowed the inventory of equipment and the analysis of regulatory standards, helping to define more assertive maintenance activities. The application of the PMOC identified the main maintenance required, reducing corrective interventions and ensuring adequate temperature and humidity control in accordance with NBR 17037:2024. The air quality analyses confirmed improvements in the equipment operating parameters, evidencing the positive impact of the plan on the efficiency of air conditioning systems.

Keywords: air conditioning; equipment; maintenance; air quality; hospital.

LISTRA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Compressor	19
Figura 2 - Condensadora	20
Figura 3 - Evaporador	21
Figura 4 - Ciclo de Refrigeração.....	21
Figura 5 - Ar-condicionado split Hi Wall	23
Figura 6 - Ar-condicionado ACJ.....	23
Figura 7 - Ar-condicionado Piso Teto.....	25
Figura 8 - Ar-condicionado Multi Split.....	26
Figura 9 - Cronograma de manutenções.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Temperaturas	47
Gráfico 2 – Umidade Relativa.....	48
Gráfico 3 – Dióxido de Carbono	49
Gráfico 4 – Fungos Viáveis	50
Gráfico 5 – Relação I/E	51
Gráfico 6 – Velocidade do ar	52
Gráfico 7 – Partículas Suspensas	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manutenção de sistemas de quadros elétricos.....	39
Tabela 2 - Manutenções componentes de distribuição e difusão de ar	40
Tabela 3 - Manutenções filtros de ar	41
Tabela 4 - Manutenções na unidade evaporadora	41
Tabela 5 - Manutenções na unidade condensadora.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
MARE	Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado
NBR	Norma Brasileira
PMOC	Plano de Manutenção, Operação e Controle

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	CONFORTO TÉRMICO	17
2.2	SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR	18
2.3	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR.....	19
2.4	TIPOS DE APARELHO CONDICIONADORES DE AR	22
2.4.1	Split hi wall	22
2.4.2	Ar-condicionado tipo janela (acj)	23
2.4.3	Split piso teto	24
2.4.4	Multi split	26
2.5	SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO PARA AMBIENTES HOSPITALARES	27
2.6	RESOLUÇÃO RDC N.º 09 DA ANVISA E A ABNT NBR 17037	28
2.6.1	Parâmetros de qualidade do ar	28
2.7	INSTALAÇÕES E PARÂMETROS EM SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO EM AMBIENTES HOSPITALARES	30
2.8	SISTEMAS DE RENOVAÇÃO DE AR EM AMBIENTES DE SAÚDE	31
2.9	MANUTENÇÃO	32
2.10	A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO PARA AMBIENTE HOSPITALAR	34
2.11	PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC)	35
3	METODOLOGIA	36

3.1	PESQUISA DOCUMENTAL	37
3.2	LEVANTAMENTO DE CAMPO	38
3.3	INVENTÁRIO DOS EQUIPAMENTOS	38
3.4	ELABORAÇÃO DO PMOC	38
3.4.1	Plano de manutenção – sistemas e quadros elétricos	39
3.4.2	Plano de manutenção – componentes de distribuição e difusão de ar ...	39
3.4.3	Plano de manutenção – filtros de ar	40
3.4.4	Plano de manutenção – unidade evaporadora	41
3.4.5	Plano de manutenção – unidade condensadora	42
3.5	IMPLEMENTAÇÃO DO PMOC	42
3.6	ANÁLISE QUALIDADE DO AR	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	RELAÇÃO DOS AMBIENTES CLIMATIZADOS	44
4.2	INVENTÁRIO DOS EQUIPAMENTOS	44
4.3	ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO	44
4.3.1	Elaboração do plano de manutenção	44
4.3.2	Implementação do plano de manutenção	45
4.4	ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR	46
4.4.1	Temperatura	46
4.4.2	Umidade relativa	47
4.4.3	Dióxido de carbono	48
4.4.4	Fungos viáveis	49

4.4.5	Relação I/E	50
4.4.6	Velocidade do ar	51
4.4.7	Partículas suspensas	52
5	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	55
	ANEXO A - RELAÇÃO DE AMBIENTES CLIMATIZADOS	57
	ANEXO B – INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS	61
	ANEXO C – PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE	69

1 INTRODUÇÃO

A gestão, manutenção e funcionamento dos sistemas de ar-condicionado em hospitais são fundamentais para assegurar um ambiente com qualidade do ar e segurança tanto para pacientes quanto para profissionais de saúde. Nesse contexto, a Resolução RDC n.º 09, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelecia normas rigorosas que orientavam a operação e a manutenção desses sistemas. Entretanto, essa resolução foi revogada e substituída pela norma ABNT NBR 17037, que trouxe atualizações técnicas alinhadas às melhores práticas internacionais, visando aprimorar ainda mais a qualidade do ar em ambientes climatizados (ABNT, 2023). O objetivo dessas diretrizes continua sendo reduzir riscos à saúde, garantindo um ambiente seguro e adequado para o atendimento. Portanto, a conformidade com essas normas é essencial para promover a saúde e o bem-estar em instituições de saúde.

Visando reduzir ou eliminar os efeitos da Síndrome dos Edifícios Doentes (SED) e garantir a confiabilidade dos sistemas de refrigeração, o Plano de Manutenção, Operação e Controle de ares-condicionados (PMOC) foi estabelecido como obrigatório para edificações de uso público e coletivo pela Lei n.º 13.589, de 4 de janeiro de 2018 (BRASIL, 2018).

Outro fator de grande relevância é o surto de síndrome respiratória aguda grave com alta capacidade de transmissão, detectado inicialmente na província de Hubei, na China, e que se disseminou pelo mundo: o vírus SARS-CoV-2, responsável pela enfermidade conhecida como COVID-19. Devido à sua elevada transmissibilidade, ambientes climatizados artificialmente, onde não há um sistema adequado de renovação e tratamento do ar, tornam-se locais propícios para a proliferação e contaminação do vírus por parte de seus ocupantes (CAMPOS; GUEDES, 2020). Durante este período, a eficiência dos sistemas de climatização se tornou ainda mais evidente, uma vez que o controle da disseminação de agentes infecciosos depende diretamente da qualidade do ar interno.

Nesse contexto, o engenheiro mecânico desempenha um papel fundamental, pois é responsável por projetar, implementar e supervisionar sistemas de climatização que atendam às exigências da norma ABNT NBR 17037, além de garantir que as instalações operem de maneira eficiente e segura. A atuação deste profissional não se limita apenas ao desenvolvimento técnico, mas também abrange a análise e a

revisão constante dos processos de manutenção, a fim de assegurar que os sistemas estejam aptos a enfrentar situações emergenciais, como a propagação de doenças respiratórias.

O objeto de estudo deste trabalho são 77 equipamentos condicionadores de ar de uma unidade hospitalar referência em oncologia localizada na cidade de Teresina – PI. Essas máquinas foram selecionadas por estarem localizadas em ambientes classificados como de alta criticidade pelo setor de manutenção, em virtude da alta rotatividade de ocupantes e dos procedimentos médicos realizados nos mesmos.

Os equipamentos, de vários tipos e modelos, têm capacidades que variam de 9.000 Btu/h até 60.000 Btu/h. Os aparelhos estão dispostos em diferentes setores, classificados como de alta criticidade, sendo eles: Centro de Pequenos Procedimentos (C.P.A), Esterilização, Hemodinâmica e UTI.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico é uma condição subjetiva, em que um indivíduo se sente satisfeito com a temperatura e as condições do ambiente ao seu redor. De acordo com Fanger (1970), o conforto térmico resulta de um equilíbrio entre as condições ambientais e as características fisiológicas e psicológicas do corpo humano. Esse conceito é influenciado por fatores como a temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade do ar e o tipo de vestuário utilizado (ASHRAE, 2022).

De acordo com Fanger (1970), o conforto térmico é gratificante quando um indivíduo se sente satisfeito com o ambiente térmico. Essa satisfação é influenciada por diversos fatores, incluindo a temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade do ar e a temperatura média radiante.

A temperatura do ar é um dos principais determinantes do conforto térmico. A norma ABNT NBR 16401-2:2024 estabelece que a temperatura operacional interna deve variar entre 22,5 °C e 25,5 °C para ambientes climatizados, proporcionando bem-estar aos ocupantes (ABNT, 2024).

A umidade relativa também desempenha um papel crucial no conforto térmico. A mesma norma recomenda que a umidade relativa do ar em ambientes internos seja mantida entre 35% e 65%, evitando desconforto e problemas de saúde relacionados

à baixa ou alta umidade (ABNT, 2024).

A velocidade do ar influencia a percepção térmica dos ocupantes. A ABNT NBR 16401-2:2024 sugere que a velocidade do ar em ambientes climatizados não exceda 0,20 m/s, a fim de evitar correntes de ar que possam causar desconforto (ABNT, 2024).

Além disso, a temperatura média radiante, que representa a média das temperaturas das superfícies circundantes, afeta a troca de calor por radiação entre o corpo humano e o ambiente, influenciando diretamente a sensação de conforto térmico.

Em suma, o conforto térmico resulta da interação de múltiplos fatores ambientais e pessoais. A compreensão e o controle desses elementos, de acordo com as orientações das normas técnicas, são essenciais para promover ambientes internos que garantam o bem-estar e a produtividade dos ocupantes.

2.2 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

O sistema de condicionamento de ar é essencial para controlar a temperatura, a umidade e a qualidade do ar em ambientes fechados, proporcionando conforto térmico e melhorando a qualidade do ar interior. Esse tipo de sistema é especialmente importante em climas quentes e úmidos, onde o controle da umidade é crucial para evitar desconforto e problemas de saúde (ASHRAE, 2022). A ABNT NBR 16401, que regulamenta sistemas de climatização, define requisitos para o projeto, instalação e operação desses sistemas (ABNT, 2024).

Os sistemas de ar-condicionado são projetados para regular a temperatura e a umidade do ar. A NBR 16401-3:2024 especifica os requisitos para sistemas de ar-condicionado em edificações, abordando desde a seleção de equipamentos até as condições operacionais (ABNT, 2024). A norma enfatiza a importância da manutenção regular para garantir o desempenho ideal e a eficiência energética dos sistemas. O funcionamento de um sistema de condicionamento de ar envolve várias etapas: a captação do ar, a filtragem para remover impurezas, o resfriamento ou aquecimento conforme necessário e a circulação do ar tratado no ambiente (Baldwin & Pearson, 2020).

Além do conforto térmico, o condicionamento de ar desempenha um papel crucial na saúde e no bem-estar dos ocupantes. Assim, a qualidade do ar interior é um fator essencial no condicionamento de ar. A NBR 17037:2023 discute os parâmetros

que influenciam a qualidade do ar, como a presença de poluentes, temperatura e umidade relativa (ABNT, 2023). A norma recomenda a adoção de medidas para reduzir a concentração de poluentes, como o uso de filtros adequados e a renovação constante do ar. O condicionamento de ar é, portanto, uma tecnologia indispensável para assegurar conforto e saúde em ambientes fechados.

2.3 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

O principal método para climatizar ambientes é a utilização de aparelhos de ar-condicionado, tais equipamentos são fundamentais para garantir conforto térmico em ambientes fechados, regulando não apenas a temperatura, mas também a umidade do ar. O funcionamento desses sistemas baseia-se em um ciclo termodinâmico que envolve quatro etapas principais: compressão, condensação, expansão e evaporação. Na primeira etapa, compressão, o compressor é responsável por aumentar a pressão do refrigerante em estado gasoso. Segundo Araújo (2020), esse processo resulta em um gás quente, essencial para a próxima fase do ciclo. O compressor, conforme visto na Figura 1, é um dos componentes mais importantes, pois sua eficiência influencia diretamente o desempenho do ar-condicionado.

Figura 1- Compressor



Fonte: Webarcondicionado, 2025

Em seguida, o gás quente e pressurizado se dirige ao condensador, onde ocorre a condensação. Neste componente, o refrigerante é resfriado pelo ar externo, dissipando calor. Silva (2019) explica que, ao perder calor, o refrigerante se transforma em líquido, preparando-se para a etapa de expansão. O condensador, conforme visto na Figura 2, é tipicamente instalado na parte externa do sistema, onde pode trocar calor com o ambiente.

Figura 2: Condensadora



Fonte: Tecnoblog.net, 2025

A terceira fase é a expansão, onde o refrigerante líquido passa por uma válvula de expansão conforme figura. Esta válvula reduz a pressão do líquido, fazendo com que sua temperatura também caia (Cavalcanti, 2021). Essa diminuição da pressão é crucial para o próximo passo do ciclo.

Por último, o refrigerante entra no evaporador, o evaporador Figura 3, é o componente que troca calor entre o ambiente e o fluido refrigerante. Neste estágio, o refrigerante absorve o calor do ar interno, evaporando-se e resfriando o ambiente. Como ressalta Araújo (2020), o ventilador interno do sistema é responsável por circular o ar resfriado de volta para o espaço, completando o ciclo. O processo então reinicia, garantindo que a temperatura desejada seja mantida.

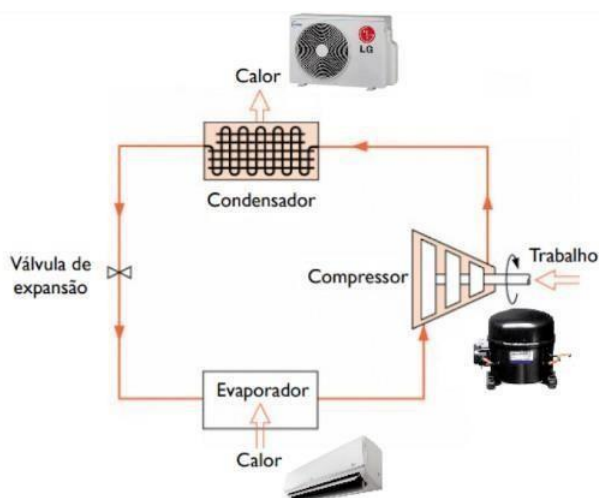
Figura 3 - Evaporador



Fonte: Webarcondicionado, 2025

Em resumo, o funcionamento de um ar-condicionado envolve um ciclo contínuo que transforma um gás em líquido e vice-versa observável na figura 4, permitindo a remoção de calor do ambiente e proporcionando conforto térmico.

Figura 4 - Ciclo de Refrigeração



Fonte: Cubienergia, 2025.

2.4 TIPOS DE APARELHO CONDICIONADORES DE AR

Os aparelhos condicionadores de ar são essenciais para garantir conforto térmico em diversos ambientes. Existem diferentes tipos de sistemas de ar-condicionado, cada um com características específicas que atendem a necessidades variadas. Os principais tipos incluem os de janela, split Hi wall, split Piso Teto e Multi split.

2.4.1 Split hi wall

Este tipo de aparelho é caracterizado por sua instalação em paredes e consiste em duas unidades: uma interna e outra externa. O design compacto, conforme ilustrado na Figura 5, e a eficiência energética são algumas das principais razões pelas quais muitos consumidores optam por esse sistema.

A unidade interna do Split Hi Wall, é responsável por resfriar o ar do ambiente. Segundo Araújo (2020), essa unidade é projetada para operar de forma silenciosa, permitindo um conforto térmico sem interrupções. A maioria dos modelos oferece diversas funções, como resfriamento, aquecimento, desumidificação e ventilação, tornando-os versáteis para diferentes condições climáticas.

A unidade externa, no que lhe concerne, abriga o compressor e o condensador, que desempenham um papel crucial no ciclo de refrigeração. Silva (2019) destaca que a separação das unidades interna e externa não apenas melhora o desempenho, mas também reduz o ruído, já que o compressor, que pode ser ruidoso, fica do lado de fora.

Outro ponto relevante é a eficiência energética. Os modelos mais recentes de Split Hi-Wall contam com tecnologia inverter, que ajusta a velocidade do compressor conforme a demanda de resfriamento, resultando em uma economia significativa de energia (Cavalcanti, 2021). Essa tecnologia também contribui para um controle de temperatura mais preciso, garantindo maior conforto.

A instalação do Split Hi-Wall requer um pequeno trabalho de infraestrutura, como a passagem de tubos entre as unidades interna e externa, mas isso é um investimento que vale a pena, considerando a durabilidade e eficiência do sistema. Além disso, a manutenção é relativamente simples, podendo ser realizada anualmente para garantir o funcionamento ideal.

Figura 5 – Ar-condicionado split Hi Wall



Fonte: Webarcondicionado, 2025

2.4.2 Ar-condicionado tipo janela (acj)

É uma solução popular para climatização em ambientes menores, sendo amplamente utilizado em residências, escritórios e hotéis. Este tipo de aparelho, como visto na Figura 6, é projetado para ser instalado em aberturas de janelas, integrando-se facilmente ao espaço e oferecendo uma instalação relativamente simples.

Figura 6 - Ar-condicionado ACJ



Fonte: Webarcondicionado, 2025

Uma das principais características do ACJ é sua configuração compacta, que

abriga todos os componentes em uma única unidade. Segundo Araújo (2020), essa característica torna o ACJ uma escolha acessível e prática, especialmente para usuários que buscam uma solução de resfriamento eficiente sem complicações de instalação. O dispositivo é composto por um compressor, condensador, evaporador e ventilador, todos contidos em um só corpo.

O funcionamento do ar-condicionado tipo janela é bastante direto. A unidade retira o ar quente do ambiente, resfriando-o ao passar pelo evaporador, enquanto o calor é dissipado para o exterior através do condensador (Silva, 2019). Essa troca de calor permite que o ambiente interno permaneça agradável, mesmo em dias quentes.

Além da facilidade de instalação, outro benefício do ACJ é o custo relativamente baixo em comparação a outros sistemas, como os modelos split ou centrais. No entanto, Cavalcanti (2021) alerta que a eficiência energética pode ser um ponto a considerar, pois os aparelhos de janela tendem a consumir mais energia em relação aos sistemas inverter.

Entretanto, a limitação do ar-condicionado tipo janela reside em sua capacidade de resfriar apenas um único cômodo. Isso significa que, para espaços maiores, pode ser necessário usar múltiplas unidades, o que pode aumentar os custos de energia e instalação. Além disso, o design pode interferir na estética do ambiente, dependendo do local de instalação.

2.4.3 Split piso teto

Consiste em uma alternativa extremamente eficaz e versátil para a climatização de diversos ambientes, como escritórios, lojas e residências. Esse tipo de aparelho, conforme visto na Figura 7, é desenvolvido para ser montado em paredes, geralmente na altura do teto, possibilitando que o ar refrigerado ou aquecido se distribua de forma uniforme pelo espaço.

Uma das principais características do Split Piso Teto é a sua capacidade de adaptação a diferentes configurações de espaço. Segundo Araújo (2020), essa versatilidade é uma das razões pelas quais esse modelo é amplamente utilizado em ambientes comerciais, onde a estética e a eficiência são fundamentais. A instalação em altura também minimiza a obstrução do espaço útil, permitindo um melhor aproveitamento do ambiente.

O funcionamento do sistema é semelhante ao dos outros modelos de ar-

condicionado split, com duas unidades: uma interna e outra externa. A unidade interna, que pode ser montada tanto no piso quanto no teto, é responsável por resfriar ou aquecer o ar, enquanto a unidade externa abriga o compressor e o condensador. Silva (2019) ressalta que a separação das unidades permite um funcionamento mais silencioso e eficiente, uma vez que os componentes mais barulhentos ficam do lado de fora.

Outro ponto positivo do Split Piso Teto é a sua capacidade de climatizar grandes áreas, sendo especialmente eficaz em ambientes com pé direito alto. Cavalcanti (2021) menciona que essa configuração ajuda a distribuir o ar de maneira mais uniforme, evitando pontos quentes ou frios dentro do espaço. Além disso, muitos modelos vêm equipados com tecnologia inverter, que proporciona maior economia de energia e um controle mais preciso da temperatura.

No entanto, a instalação do Split Piso Teto pode exigir um planejamento mais cuidadoso, especialmente em relação à passagem de tubulações e ao posicionamento das unidades. Por isso, é importante contar com profissionais qualificados para garantir uma instalação adequada.

Figura 7- Ar-condicionado Piso Teto



Fonte: Webarcondicionado, 2025

2.4.4 Multi split

O sistema de ar-condicionado Multi Split, conforme visto na Figura 8, é uma solução versátil e eficiente, especialmente indicada para ambientes residenciais e comerciais que necessitam da climatização de múltiplos espaços sem a necessidade de diversas unidades externas.

Figura 8 - Ar-condicionado Multi Split



Fonte: Webcontinental, 2025

Uma das principais vantagens do Multi Split é a flexibilidade na instalação. Segundo Oliveira (2021), esse modelo permite a climatização de diferentes ambientes com configurações independentes, garantindo conforto térmico personalizado para cada espaço. Além disso, seu funcionamento otimizado contribui para a eficiência energética, tornando-o uma opção econômica a longo prazo.

O sistema opera de maneira similar aos modelos convencionais split, com unidades internas distribuídas pelos ambientes e uma unidade externa responsável pela compressão e condensação do refrigerante. De acordo com Souza (2020), a tecnologia do Multi Split permite o controle individual da temperatura em cada ambiente, o que melhora a experiência do usuário e evita desperdícios de energia.

Apesar de suas vantagens, a instalação do sistema Multi Split requer um planejamento detalhado. Conforme Almeida (2022), é essencial calcular corretamente a carga térmica de cada ambiente e garantir a compatibilidade entre

as unidades interna e externa. A instalação inadequada pode comprometer o desempenho do sistema, tornando fundamental a contratação de profissionais especializados.

2.5 SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO PARA AMBIENTES HOSPITALARES

São essenciais para garantir não apenas o conforto dos pacientes e profissionais de saúde, mas também a qualidade do ar e a eficiência no controle de infecções. A climatização em hospitais deve atender a normas rigorosas de saúde e segurança, proporcionando condições adequadas para a recuperação dos pacientes e a realização de procedimentos médicos.

Um dos principais componentes desses sistemas é a ventilação controlada, que permite a troca de ar de forma eficiente. Segundo Araújo (2020), a ventilação adequada é fundamental para a remoção de contaminantes e a manutenção de um ambiente saudável. Sistemas de ventilação mecânica são frequentemente utilizados em áreas críticas, como unidades de terapia intensiva (UTIs) e salas de cirurgia, onde a qualidade do ar é crucial.

Além da ventilação, a climatização hospitalar também deve considerar o controle da umidade e da temperatura. Silva (2019) destaca que níveis adequados de umidade são essenciais para prevenir a proliferação de microrganismos e garantir o conforto dos pacientes. Sistemas de ar-condicionado que possuem controle de umidade integrado são, portanto, indispensáveis em ambientes hospitalares.

Outro aspecto importante é a filtragem do ar. Os sistemas de climatização em hospitais devem utilizar filtros de alta eficiência para remover partículas, alérgenos e patógenos do ar. Cavalcanti (2021) enfatiza que a utilização de filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air) é uma prática comum em hospitais, pois esses filtros conseguem capturar até 99,97% das partículas em suspensão, contribuindo significativamente para a qualidade do ar.

A integração de tecnologias avançadas, como automação e monitoramento em tempo real, também tem se tornado uma tendência na climatização hospitalar. Essas tecnologias permitem que os sistemas se ajustem automaticamente às condições do ambiente, garantindo a manutenção de padrões ideais de temperatura e umidade, além de facilitar a detecção de falhas (Silva, 2019).

Os sistemas de climatização para ambientes hospitalares são complexos e multifuncionais, necessitando de um planejamento cuidadoso para atender às exigências de conforto, segurança e saúde. A eficiência desses sistemas é vital para promover um ambiente propício à recuperação e ao bem-estar dos pacientes.

2.6 RESOLUÇÃO RDC N.º 09 DA ANVISA E A ABNT NBR 17037

Resolução RDC n.º 09 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), publicada em 2003, representou um marco na regulamentação da qualidade do ar em ambientes internos no Brasil. Essa resolução estabeleceu normas e diretrizes fundamentais para garantir a saúde e o conforto térmico em locais de uso coletivo, como hospitais, escolas e escritórios, com foco no controle de contaminantes e na manutenção da qualidade do ar interno (ANVISA, 2003).

No entanto, em 25 de julho de 2024, a RDC n.º 09 foi oficialmente revogada, sendo substituída pela norma ABNT NBR 17037:2023, que redefine e atualiza os parâmetros técnicos para qualidade do ar em ambientes climatizados. A nova norma incorpora avanços tecnológicos e científicos, abordando de forma mais rigorosa critérios como renovação de ar, limites de poluentes e metodologias de análise, alinhando-se a padrões internacionais de qualidade do ar (ABNT, 2023).

2.6.1 Parâmetros de qualidade do ar

A ABNT NBR 17037 estabelece novos parâmetros que devem ser monitorados para assegurar ambientes internos saudáveis e confortáveis, com foco na saúde dos ocupantes. A seguir, são destacados os principais parâmetros estabelecidos pela norma, com uma comparação dos valores estabelecidos pela RDC n.º 09 da ANVISA e pela NBR 17037.

Temperatura: Segundo a NBR 17037 a faixa recomendada de 21 °C a 26 °C, enquanto a RDC 09/2003 estabelecia uma faixa mais restritiva de 23 °C a 26 °C (ANVISA, 2003; ABNT, 2023).

Umidade Relativa: Agora a umidade recomendada conforme a NBR 17037:2023 está entre 35% e 65%, menos restritiva em comparação com a faixa anterior de 40% a 65% (ANVISA, 2003; ABNT, 2023).

Velocidade do ar: Para ambientes climatizados, estabelece que a

velocidade do ar seja de até 0,20 m/s, já RDC 09/2003 estabelecia limite máximo de até 0,25m/s (ANVISA, 2003; ABNT, 2023).

Quantidade de colônias de fungos viáveis: A NBR 17037:2023 apresenta um limite menos restritivo (750 UFC/m³) em relação à RDC 09/2003 (500 UFC/m³), a NBR 17037 destaca a importância de análises qualitativas, enquanto a RDC 09 é mais focada em limites quantitativos (ANVISA, 2003; ABNT, 2023).

Dióxido de Carbono (CO): O limite é baseado na concentração do ambiente externo, sendo agora 700 ppm acima da concentração externa, enquanto na ANVISA a recomendação era de restringida em até 1000 ppm sem considerar o valor de ambiente externo. (ANVISA, 2003; ABNT, 2023).

Relação I/E: É a relação entre a concentração de poluentes internos (I) e externos (E), expressa pela razão I/E, é um parâmetro fundamental para a avaliação da qualidade do ar em ambientes climatizados. Tanto a RDC nº 09/2003 da ANVISA quanto a NBR 17037:2023 da ABNT estabelecem diretrizes para essa relação, mas com abordagens distintas.

A RDC nº 09 da ANVISA, não define explicitamente um limite para a relação I/E, mas recomenda que quando relação I/E ultrapassa o valor 1,5, é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva. Em contrapartida a ABNT NBR 17037:2023 estabelece que a relação I/E, não deve exceder o valor de 1,5. Isso significa que a concentração de fungos no ar interno pode ser, no máximo, 1,5 vezes superior à encontrada no ar externo. (ANVISA, 2003; ABNT, 2023).

Partículas Suspensas: A RDC 09/2003 adota uma abordagem mais genérica, definindo um limite único para material particulado total (80 µg/m³), enquanto a NBR 17037:2023 utiliza uma abordagem mais técnica e atualizada, diferenciando as frações de partículas (PM_{2.5} e PM₁₀), os limites para PM₁₀ e PM_{2.5} são respectivamente 50 µg/m³ para PM₁₀ e 25 µg/m³ para PM_{2.5} (COSTA, 2017; ABNT, 2023).

A nova norma, além de rever esses valores, detalha ainda mais os requisitos para ventilação e manutenção dos sistemas de climatização, buscando um ambiente mais saudável e eficiente. O cumprimento das diretrizes é fundamental para garantir a qualidade do ar e o bem-estar dos ocupantes.

Esses parâmetros são fundamentais para promover a saúde e o bem-estar dos ocupantes em ambientes climatizados, além de atender às exigências

regulamentares. A ABNT NBR 17037:2023 estabelece requisitos atualizados para garantir a qualidade do ar em ambientes internos, principalmente em edificações com sistemas de ventilação e ar-condicionado. Essa norma recomenda práticas como a implementação de sistemas de ventilação adequados e a realização de manutenções regulares nos equipamentos de climatização, visando ambientes internos saudáveis (ABNT, 2023).

Essas práticas são essenciais para garantir a eficácia das medidas propostas, assegurando que os parâmetros definidos sejam rigorosamente monitorados e mantidos. O cumprimento dessas diretrizes é uma responsabilidade compartilhada entre gestores profissionais da saúde e a sociedade em geral, promovendo ambientes mais saudáveis e confortáveis para os ocupantes (ABNT, 2023).

2.7 INSTALAÇÕES E PARÂMETROS EM SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO EM AMBIENTES HOSPITALARES

Conforme estabelecido pela norma ABNT NBR 7256:2021. Essa norma define as condições de instalação, operação e manutenção de sistemas de climatização em ambientes hospitalares como salas de esterilização, hemodinâmica, unidades de terapia intensiva (UTIs) e centros cirúrgicos, entre outros. Seu objetivo principal é garantir a qualidade do ar interior, prevenindo a propagação de agentes contaminantes e assegurando condições adequadas para pacientes, profissionais e visitantes. Entre as diretrizes da norma, estão a definição de taxas mínimas de renovação do ar, filtragem, pressurização e outros parâmetros essenciais para ambientes de saúde (ABNT, 2021).

Nas salas de esterilização, a ABNT NBR 7256:2021 estabelece que a pressurização positiva deve ser mantida para evitar a entrada de contaminantes, e a umidade relativa do ar deve estar entre 30% e 60%, prevenindo o crescimento microbiano.

Os ambientes de hemodinâmica exigem sistemas de climatização que garantam pressão positiva, com temperatura controlada entre 20 °C e 24 °C. Esses parâmetros são cruciais para manter a qualidade do ar e evitar infecções durante procedimentos invasivos. Em UTIs, é essencial que o sistema de climatização mantenha uma ventilação adequada, com renovação de ar mínima de 12 trocas por hora, temperatura entre 21 °C e 24 °C e pressão positiva em relação aos corredores

adjacentes. Esses parâmetros visam minimizar o risco de transmissão de patógenos. Os centros cirúrgicos demandam condições ainda mais rigorosas. A ABNT NBR 7256:2021 especifica que a temperatura deve ser mantida entre 18 °C e 22 °C, com umidade relativa de 40% a 60%. Além disso, a pressurização positiva em relação aos ambientes externos é obrigatória, com um sistema de filtração de ar de alta eficiência (HEPA) para garantir a remoção de partículas e microrganismos.

Cada um desses ambientes exige soluções específicas de projeto e manutenção para garantir a segurança e o bem-estar de pacientes e profissionais. Segundo Moreira (2022), a implementação de sistemas que atendam integralmente à ABNT NBR 7256:2021 é fundamental para prevenir infecções e assegurar condições operacionais adequadas.

2.8 SISTEMAS DE RENOVAÇÃO DE AR EM AMBIENTES DE SAÚDE

Os sistemas de renovação de ar são responsáveis por substituir o ar viciado de um ambiente por ar novo, seja ele filtrado e tratado ou não. Esses sistemas são essenciais para garantir a qualidade do ar interior, remover poluentes, controlar a umidade e manter o conforto térmico. A renovação do ar pode ser feita por meio de sistemas mecânicos ou naturais (ABRAVA, 2018).

A renovação de ar natural ocorre por meio da circulação do ar promovida por aberturas, como portas, janelas e venezianas. Esse processo depende de fatores ambientais, como ventos e diferenças de temperatura entre o ambiente interno e externo. Embora seja um método econômico e sustentável, a renovação de ar natural pode ser insuficiente em locais de alta densidade ocupacional ou em ambientes onde há necessidade de controle rigoroso da qualidade do ar, como hospitais e laboratórios. Os sistemas de climatização que possuem renovação de ar mecânica promovem a introdução de ar externo tratado no ambiente interno, substituindo parte do ar viciado. Alguns exemplos incluem:

Unidades de Tratamento de Ar (UTA): Equipamentos que realizam a captação, filtragem, aquecimento ou resfriamento e distribuição do ar externo para os ambientes internos (ABRAVA, 2018).

Sistemas de Ventilação Mecânica com Insuflamento e Exaustão: Utilizam ventiladores e dutos para renovar continuamente o ar em espaços fechados, garantindo a remoção de contaminantes e a manutenção da qualidade do ar (ABNT,

2021).

Sistemas de Volume de Ar Variável (VAV): Ajustam a quantidade de ar novo de acordo com a demanda térmica e a ocupação do ambiente, melhorando a eficiência energética (ABRAVA, 2018).

Sistemas de Pressurização Positiva e Negativa: Criam diferenças de pressão para controlar a movimentação do ar entre os ambientes, impedindo a contaminação cruzada (ABNT, 2021).

É importante ressaltar que alguns equipamentos de climatização não promovem a renovação do ar, operando apenas com a recirculação do ar interno. Entre eles, destacam-se:

Aparelhos de Ar-Condicionado Tipo Split: Apenas resfriam ou aquecem o ar interno sem promover sua renovação, exigindo sistemas complementares de ventilação mecânica (ABRAVA, 2018).

Ventiladores de Teto ou Circuladores de Ar: Movimentam o ar dentro do ambiente, mas não promovem sua substituição (ABNT, 2021).

Fancoletes (Fan Coils): Resfriam ou aquecem o ar recirculado, mas dependem de um sistema externo de renovação (ABRAVA, 2018).

Sistemas Mini-Split e Multi Split: Não possuem dutos para captação de ar externo, funcionando apenas com recirculação do ar interno (ABNT, 2021).

A renovação do ar é um fator essencial na climatização de ambientes assistenciais de saúde, pois impacta diretamente a qualidade do ar e a segurança dos ocupantes. A NBR 7256 estabelece diretrizes fundamentais para garantir a eficiência desses sistemas e minimizar riscos de contaminação. O uso de equipamentos adequados para a renovação do ar deve ser considerado desde a fase de projeto até a operação dos sistemas de climatização.

2.9 MANUTENÇÃO

A manutenção é um conjunto de atividades essenciais para garantir o bom funcionamento, a segurança e a durabilidade de equipamentos e sistemas em diversos setores. Por meio de intervenções regulares, é possível prevenir falhas, minimizar riscos e otimizar o desempenho dos ativos. Segundo Araújo (2020), a manutenção é fundamental para a eficiência operacional, pois evita paradas inesperadas que podem resultar em custos elevados e interrupções nas atividades.

Existem diferentes tipos de manutenção que podem ser aplicadas conforme a necessidade: a manutenção preventiva consiste em intervenções programadas para evitar falhas e assegurar o funcionamento contínuo dos equipamentos. Em sistemas de climatização, essa prática é essencial para prolongar a vida útil dos aparelhos e garantir sua operação eficiente. A limpeza regular dos filtros e das serpentinas, por exemplo, contribui para manter a eficiência energética e a qualidade do ar, evitando o desperdício de energia e reduzindo riscos à saúde dos ocupantes (ARAÚJO, 2020).

A manutenção corretiva envolve ações destinadas a corrigir falhas ou defeitos já ocorridos nos equipamentos. Embora necessária em casos de avarias, esse tipo de manutenção pode acarretar custos mais elevados e tempo de inatividade dos sistemas. Por esse motivo, recomenda-se que seja complementada por práticas preventivas, minimizando a ocorrência de falhas (ARAÚJO, 2020).

A manutenção preditiva baseia-se no monitoramento contínuo das condições dos equipamentos, utilizando técnicas como análise de vibrações, termografia e monitoramento de óleo, permitindo prever falhas antes que ocorram. Essa abordagem possibilita a programação de intervenções de forma mais precisa, evitando paradas inesperadas e otimizando os recursos de manutenção (ARAÚJO, 2020).

A manutenção em sistemas de climatização tem um papel essencial, uma vez que esses sistemas são responsáveis por garantir conforto térmico e qualidade do ar em ambientes residenciais, comerciais, industriais e hospitalares. A falta de manutenção pode resultar na redução da eficiência energética e na deterioração da qualidade do ar, contribuindo para o acúmulo de contaminantes como poeira, bactérias e fungos (ARAÚJO, 2020).

Além disso, a manutenção é crucial para a segurança. Em sistemas de climatização, problemas como vazamentos de refrigerantes podem representar riscos à saúde e ao meio ambiente. A identificação precoce de falhas durante as atividades de manutenção pode evitar acidentes e garantir que os sistemas operem dentro dos padrões de segurança estabelecidos (ARAÚJO, 2020).

Em suma, a manutenção é um elemento essencial em qualquer setor, sendo sua importância ainda mais evidente nos sistemas de climatização. A implementação de práticas de manutenção eficazes não apenas garante o conforto e a saúde dos usuários, mas também promove eficiência, segurança e sustentabilidade.

2.10 A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO PARA AMBIENTE HOSPITALAR

A manutenção do sistema de climatização em ambientes hospitalares é crucial para garantir a segurança, o conforto e a saúde de pacientes e profissionais de saúde. Em um ambiente onde a qualidade do ar e a prevenção de infecções são prioridades, a manutenção regular se torna não apenas uma boa prática, mas também uma exigência regulamentar.

A norma ABNT NBR 17037:2023 estabelece diretrizes específicas para o controle da qualidade do ar em serviços de saúde, exigindo que os sistemas de climatização sejam mantidos em condições ideais de funcionamento. Segundo Araújo (2020), essa norma aborda aspectos como a ventilação, a filtragem do ar e o controle de umidade, enfatizando que a manutenção regular é essencial para garantir que esses sistemas cumpram os padrões de qualidade estabelecidos. A falta de manutenção pode levar ao acúmulo de contaminantes, comprometendo a saúde dos pacientes e podendo resultar em surtos de infecções hospitalares.

Complementando a ABNT NBR 17037:2023, a Lei do PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle) também reforça a importância da manutenção.

Essa lei exige que estabelecimentos de saúde adotem um plano sistemático de manutenção para seus sistemas de climatização, garantindo que sejam realizados serviços regulares de limpeza, inspeção e reparo. Silva (2019) destaca que o PMOC visa não apenas a eficiência operacional, mas também a proteção da saúde pública, prevenindo problemas que podem surgir em sistemas negligenciados.

A manutenção adequada dos sistemas de climatização em hospitais não só melhora a eficiência energética, mas também contribui para um ambiente mais seguro. Cavalcanti (2021) menciona que sistemas bem mantidos são menos propensos a falhas, que podem levar a interrupções nas operações e até mesmo a riscos à saúde, como vazamentos de refrigerantes ou contaminação do ar.

A manutenção dos sistemas de climatização em ambientes hospitalares é de suma importância, não apenas para garantir o conforto e a segurança dos pacientes, mas também para atender às exigências legais estabelecidas pela ABNT NBR 17037:2023 e pela Lei do PMOC. A implementação de práticas eficazes de manutenção é vital para assegurar um ambiente de saúde seguro e eficiente.

2.11 PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC)

O Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) é uma exigência normativa fundamental para garantir a qualidade do ar e a eficiência dos sistemas de climatização, especialmente em ambientes que demandam altos padrões de saúde e segurança, como hospitais e clínicas. O PMOC é estabelecido pela Lei 13.589/2018 e regulamentado pela norma ABNT NBR 17037:2023, que detalha a importância da manutenção adequada desses sistemas para prevenir a proliferação de microrganismos e garantir a qualidade do ar interior.

O PMOC envolve um conjunto de diretrizes e procedimentos que visam assegurar a operação eficiente dos sistemas de climatização. Segundo Araújo (2020), o plano deve incluir atividades de manutenção preventiva, corretiva e preditiva, além de monitoramento constante das condições de operação. A manutenção preventiva é crucial para evitar falhas e garantir que os sistemas funcionem dentro dos parâmetros especificados, enquanto a manutenção corretiva aborda problemas que já surgiram.

Uma das principais vantagens do PMOC é a sua contribuição para a saúde pública. Silva (2019) enfatiza que a implementação deste plano ajuda a minimizar os riscos de infecções e doenças respiratórias, já que a manutenção adequada dos sistemas de climatização previne a circulação de ar contaminado. Os procedimentos de limpeza e troca de filtros, por exemplo, são essenciais para garantir a eficiência do sistema e a qualidade do ar que circula nos ambientes.

Além disso, o PMOC também propõe a realização de treinamentos regulares para os profissionais responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas. Cavalcanti (2021) destaca que a capacitação contínua é vital para que os operadores mantenedores estejam atualizados quanto às melhores práticas e às novas tecnologias disponíveis, garantindo que o sistema funcione de maneira eficaz e segura.

Outro ponto importante é a documentação e registro das atividades realizadas. O PMOC exige que todas as intervenções sejam registradas de forma sistemática, permitindo uma análise mais eficaz e um histórico do desempenho do sistema temporalmente. Isso não apenas facilita a identificação de padrões de falhas, mas também assegura a conformidade com as normativas regulatórias.

3 METODOLOGIA

A pesquisa científica pode ser classificada, quanto à sua natureza, em pesquisa básica ou aplicada. A pesquisa aplicada tem como principal finalidade o desenvolvimento de conhecimentos voltados para a aplicação prática, visando à solução de problemas específicos (MARCONI; LAKATOS, 2017). Nesse contexto, o presente trabalho configura-se como uma pesquisa aplicada, pois propõe a elaboração e implementação de um plano de manutenção operação e controle nos sistemas de ar-condicionado analisados pelo mesmo, utilizando uma abordagem quantitativa para determinar os períodos de manutenção e qualitativa para identificar as manutenções corretivas a serem implementadas.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa documental com base em normas técnicas e regulamentações específicas. As normas consultadas incluíram aquelas previstas pela ASHRAE, a Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998, do Ministério da Saúde, a NBR 13971:2014, a Resolução RE n.º 09/2003 da ANVISA, as normas NBR 16401-1:2024, NBR 16401-2:2024 e NBR 16401-3:2024, além da Portaria n.º 2.296/1997 do MARE. Também foram consideradas as normas NBR 7256:2021, que trata de sistemas de climatização em estabelecimentos assistenciais de saúde, e a NBR 17037:2023, relacionada à Qualidade do ar em interiores – Ambientes climatizados artificialmente – Requisitos e diretrizes. Essas normas foram essenciais para a definição dos melhores requisitos de projeto referentes à climatização, qualidade do ar e conforto térmico.

Em seguida, foi conduzido um levantamento de campo por meio de uma análise observacional, visando compreender a condição atual do sistema de climatização. Essa etapa envolveu a avaliação da capacidade térmica dos equipamentos e coleta de informações técnicas detalhadas dos aparelhos.

O estudo foi desenvolvido em uma unidade hospitalar situada no estado do Piauí, na cidade de Teresina, em virtude da magnitude desse complexo hospitalar optou-se para a análise desse estudo apenas ambientes classificados como de alto risco para saúde dos seus ocupantes, classificação essa que se dá pelo próprio setor de manutenção que cuida das instalações desse complexo que os classifica desse modo em virtude da alta rotatividade de ocupantes e dos procedimentos médicos realizados nos mesmos, Sendo eles: Centro de Pequenos Procedimentos (C.P.A), Esterilização, Hemodinâmica e UTIs.

Após a coleta de informações e a avaliação do sistema, foi realizada a elaboração e a implementação do PMOC, considerando as manutenções recomendadas por cada fabricante dos equipamentos. O plano incluiu ações relacionadas à inspeção visual das condições de limpeza, à remoção de impurezas por métodos físicos e à conservação dos componentes do sistema de climatização, conforme o modelo de PMOC apresentado no Anexo da Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998, do Ministério da Saúde.

Em conjunto a elaboração do PMOC foi realizado uma análise bioquímica a respeito da qualidade do ar referente a atual situação dos ambientes estudados, a mesma baseada em métodos e parâmetros estipulados pela Resolução RDC n.º 09, da ANVISA, pois na data da análise a mesma ainda era vigente.

Por fim após o intervalo de 6 meses foi realizado uma nova análise bioquímica desses ambientes baseada na norma ABNT NBR 17037 em virtude da revogação da RDC n.º 09. Desse modo foi possível realizar uma análise comparativa dos resultados obtidos, assim podendo atestar se houve melhoria nos parâmetros de funcionamento desses sistemas, após aplicação do PMOC.

A metodologia adotada na pesquisa foi o estudo de caso, que, conforme Yin (2015), é uma estratégia de pesquisa que permite investigar um fenômeno dentro de seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas.

3.1 PESQUISA DOCUMENTAL

As normas adotadas neste estudo incluíram as diretrizes da ASHRAE, a Portaria n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998, do Ministério da Saúde, a NBR 13971, a Resolução RE n.º 09/2003 da ANVISA, as normas NBR 16401-1, NBR 16401-2 e NBR 16401-3, além da Portaria n.º 2.296/1997 do MARE. Também foram consideradas a NBR 7256, que trata de sistemas de climatização em estabelecimentos de saúde, e a NBR 17037, relacionada à Qualidade do ar em interiores – Ambientes climatizados artificialmente – Requisitos e diretrizes. Essas normas foram fundamentais para estabelecer os melhores requisitos de projeto referentes à climatização, qualidade do ar e conforto térmico.

3.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Os ambientes analisados, são divididos em quatro setores, sendo eles Centro de Pequenos Procedimentos (C.P.A), Esterilização, Hemodinâmica e UTIs, tais setores localizados em quatro construções diferentes: Prédio Olavo Bilac, Prédio Nutrição, Prédio Esterilização e Centro Clínico. No Prédio Olavo Bilac estão localizados: UTI I, UTI II, UTI III e Hemodinâmica. Já no Prédio Nutrição está localizada a UTI IV. E por último os Prédios Esterilização onde se localiza o setor de Esterilização e Centro Clínico onde está localizado o C.P.A.

A inspeção no local foi realizada entre os meses de março e abril de 2024, conforme o cronograma estabelecido com o responsável da manutenção da unidade Hospitalar. Durante a inspeção dos equipamentos, foram avaliados: coletados dados técnicos dos equipamentos e informação sobre suas localizações.

3.3 INVENTÁRIO DOS EQUIPAMENTOS

O levantamento foi efetuado utilizando uma planilha desenvolvida no software Excel, contendo as especificações dos modelos dos equipamentos instalados, como marca, tipo e potência de refrigeração.

3.4 ELABORAÇÃO DO PMOC

O Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) dos sistemas de ar-condicionado dos ambientes analisados foi estruturado nas seguintes etapas, com as atividades fundamentadas nos manuais de manutenção e operação fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos:

- a) Sistemas e quadros elétricos
- b) Componentes de distribuição e difusão de ar
- c) Filtro de ar
- d) Unidade Evaporadora
- e) Unidade Condensadora

3.4.1 Plano de manutenção – sistemas e quadros elétricos

A Tabela 1 apresenta as ações de manutenção elétrica do ar- condicionado, que devem ser executadas por um profissional qualificado em eletricidade, garantindo uma avaliação técnica adequada e a correta solução de eventuais falhas. A periodicidade dessa manutenção deve ser bem administrada, pois a identificação precoce de não conformidades possibilita o planejamento de uma parada técnica no momento adequado, minimizando impactos no ambiente e nas atividades.

Tabela 1 - Manutenção de sistemas de quadros elétricos

Sistemas e quadros elétricos	PERIDICID ADE
Verificar funcionamento da instalação e condições locais	Mensal
Verificar existência de sujeira, danos, desgastes e corrosão	Mensal
Verificar fixação e ruído	Semestral
Apertar todas as conexões elétricas e elementos de fixação (com circuito desligado)	Trimestral
Sistemas e quadros elétricos	PERIDICID ADE
Medir e registrar tensão e corrente elétrica dos equipamentos ligados ao quadro	Semestral
Verificar atuação dos dispositivos elétricos de partida;	Semestral
Verificar integridade de barramentos e sistema de aterramento	Semestral
Regular os elementos de proteção, operação e controle conforme condições de referência	Semestral
Verificar controle das variações de operação	Trimestral
Verificar alarmes e indicadores visuais e sonoros	Trimestral
Verificar funcionamento do disjuntor e interruptor de emergência (quando houver)	Trimestral
Verificar aquecimento excessivo em conexões elétricas	Semestral

Fonte: Autor (2025).

3.4.2 Plano de manutenção – componentes de distribuição e difusão de ar

Na Tabela 2 são apresentadas as ações de manutenção referentes à limpeza dos componentes de distribuição e difusão de ar. A higienização adequada desses

componentes deve ter uma atenção especial, para que o ar insuflado no ambiente não esteja carregado de fungos e bactérias que afetem o trabalhador. A exposição aos poluentes de origem biológica promove sintomas irritantes, tóxicos e alergênicos.

Tabela 2– Manutenções componentes de distribuição e difusão de ar

Componentes de distribuição e difusão de ar	PERIODICIDADE
Venezianas, grelhas e difusores:	
Verificar fixação e ruído;	Mensal
Limpar elementos	Semestral
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Ajustar para restabelecimento das condições de referência	Anual
Verificar funcionamento mecânico	Semestral
Lubrificar mancais de acionamento	Semestral
Verificar fontes de poluição do ar próximas de tomadas de ar exterior	Semestral
Componentes de distribuição e difusão de ar	PERIODICIDADE
Verificar existência de sujeira, danos e corrosão interna e externa, mediante portas de inspeção ou componentes de difusão	Anual
Corrigir estado de limpeza do conjunto	Anual
Eliminar focos de corrosão	Anual
Verificar fixação e ruído	Anual
Verificar sistema de drenagem	Trimestral
Verificar vedação das portas de inspeção sob operação normal	Anual
Verificar danos no isolamento térmico (inspeção visual)	Anual
Verificar vedação das conexões e ligações flexíveis;	Anual
Lubrificar partes móveis dos distribuidores de ar;	Anual

Fonte: Autor (2025).

3.4.3 Plano de manutenção – filtros de ar

Os elementos filtrantes e responsáveis por impulsionar o fluxo de ar no aparelho devem ser cuidadosamente verificados. Na tabela 3 estão especificadas as ações de inspeção e manutenção desses elementos. Os principais cuidados são com a obstrução e com a não higienização adequada. Esses elementos têm a responsabilidade de filtrar o ar antes de ser insuflado no ambiente e a ausência de limpeza ou má higienização, com a consequente contaminação, podem ser responsáveis pela poluição de todo o ar do ambiente.

Tabela 3 – Manutenções filtros de ar

Filtros de ar	PERIODICIDADE
Limpar e vedar frestas da estrutura;	Mensal
Verificar danos e focos de corrosão;	Mensal
Verificar ajuste da moldura do filtro na estrutura	Mensal
Limpar elemento filtrante (quando recuperável)	Trimestral
Substituir elemento filtrante (quando descartável ou final de vida útil ou filtragem ineficaz);	Trimestral
Completar fluido de medição do manômetro diferencial (quando houver)	Trimestral

Fonte: Autor (2025).

3.4.4 Plano de manutenção – unidade evaporadora

A Unidade Evaporadora também conhecida como unidade interna, é instalada dentro do ambiente que se deseja climatizar. Na tabela 4 são apresentadas as ações de manutenção que devem ser promovidas na unidade evaporadora.

Tabela 4 – Manutenções na unidade evaporadora

Unidade evaporadora	PERIODICIDADE
Limpar as serpentinas;	Trimestral
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Verificar agentes prejudiciais à troca térmica, como obstáculos no ambiente;	Mensal
Verificar fixação e ruído;	Semestral
Desincrustar superfícies metálicas do lado ar;	Semestral
Medir pressão de evaporação do refrigerante (sucção – baixa) em plena vazão e temperatura (T _{bs}) da linha de sucção na saída do evaporador para determinar e registrar o superaquecimento (°C);	Semestral
Verificar danos no isolamento termoacústico (inspeção visual)	Semestral
Verificar operação do sistema de anticongelamento (quando houver);	Semestral
Limpar bandeja de condensado;	Mensal
Verificar operação do sistema de drenagem;	Trimestral
Verificar vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquidos;	Semestral
Verificar aletas da serpentina e corrigir espaçamento e amassamento com pente	Trimestral
Medir temperatura do ar (T _{bs}) na entrada e saída do evaporador (retorno e insuflamento)	Trimestral
Verificar funcionamento do regulador de pressão de sucção	Anual

Fonte: Autor (2025).

3.4.5 Plano de manutenção – unidade condensadora

A unidade condensadora fica separada do evaporador no caso dos equipamentos split. Assim podendo ficar do lado de fora da sala, recebendo o auxílio da ventilação externa para resfriar o fluido refrigerante que passa pelo interior do sistema. Deste modo há uma acentuada redução de ruídos internos.

Na tabela 5 são apresentados os itens que dever ser observados na inspeção e ações de manutenção periódica.

Tabela 5 – Manutenções na unidade condensadora

Unidade condensadora	PERIODICIDADE
Verificar estado de limpeza;	Mensal
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Verificar agentes prejudiciais à troca térmica, como obstáculos no ambiente;	Mensal
Verificar fixação e ruído;	Semestral
Desincrustar superfícies metálicas do lado ar;	Semestral
Medir pressão de condensação do refrigerante (líquido – alta) em plena vazão e temperatura (Tbs) da linha de líquido na saída do condensador para determinar e registrar sub-resfriamento (°C);	Semestral
Verificar danos no isolamento térmico (inspeção visual)	Semestral
Verificar operação do sistema de anticongelamento (quando houver);	Semestral
Limpar bandeja de condensado;	Semestral
Verificar operação do sistema de drenagem (quando houver ciclo reverso de aquecimento);	Trimestral
Verificar vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquidos;	Semestral
Verificar aletas da serpentina e corrigir espaçamento e amassamento com Pente	Trimestral
Verificar estado do suporte/base e amortecedores de vibração do gabinete da unidade condensadora	Anual

Fonte: Autor (2025).

3.5 IMPLEMENTAÇÃO DO PMOC

Atualmente a manutenção dos sistemas climatização dessa unidade hospitalar é realizada por uma empresa terceirizada por meio de contrato anual, contrato esse supervisionado por um membro da equipe de manutenção dessa unidade responsável por analisar o seu cumprimento.

Após a elaboração do PMOC desses ambientes selecionados foi realizado uma

reunião em conjunto com o membro responsável e os membros que compõe o corpo técnico desta empresa terceirizada para repassar e discutir as atividades e procedimentos que constituem a diretrizes do plano, esclarecendo dúvidas e questionamentos e criando acordos de processos cujo objetivo é comprovar efetiva realização das atividades.

Desse modo ao longo de cinco meses foi feito acompanhamento e fiscalização das atividades realizadas pela equipe de manutenção por meio de relatórios e cronogramas de manutenção a respeito do cumprimento das atividades estipuladas pelo PMOC.

3.6 ANÁLISE QUALIDADE DO AR

Em abril de 2024, o setor de manutenção desta unidade hospitalar realizou a contratação de laboratório especializado e devidamente regulamentado com objetivo de analisar a qualidade do ar, o mesmo seguiu métodos de coleta de amostra e de análise estipulados pela RDC n.º 09 da ANVISA. Desse modo os resultados obtidos das análises foram cedidos para o presente trabalho como intuito de compreender a situação e estado de operação dos equipamentos estudados. E assim entender a efetividade das atividades de manutenção praticadas até a presente data da análise, podendo assim compreender melhorias no processo, desse modo em conjunto com a pesquisa documental foi estipulado atividades importantes para o processo de manutenção desses aparelhos visando a melhoria dos parâmetros analisados.

Após seis meses mais precisamente em outubro de 2024 foi realizada uma nova análise. Desse modo foi possível realizar uma análise comparativa em relação aos parâmetros anteriores assim podendo compreender a efetividade do plano estabelecido e possíveis melhorias nas atividades do PMOC. E dos acordos de processos entre a equipe de manutenção e gestores. Vale ressaltar que a mesma foi realizada pelo mesmo laboratório, mas que em virtude da revogação da RDC n.º 09 da ANVISA. Os parâmetros de coleta de amostra e métodos das análises utilizados foram baseadas na ABNT NBR 17037:2023.

Tais análises têm como foco os seguintes parâmetros: Temperatura, Umidade, Dióxido de carbono, Fungos viáveis, Relação I/E, Velocidade do ar e Partículas Suspensas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este item pretende apresentar os resultados obtidos a partir da realização do estudo de caso nos ambientes que constituem o foco desta pesquisa. As etapas analisadas incluem a relação dos ambientes climatizados, o inventário dos equipamentos que constituem os sistemas de ar-condicionado, a elaboração e implementação do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC), além da análise comparativa dos dados da qualidade do ar.

4.1 RELAÇÃO DOS AMBIENTES CLIMATIZADOS

Com base no levantamento de campo realizado, foi elaborado a tabela (Anexo A), contendo a relação dos espaços climatizados de cada setor. Descrevendo as características dos ambientes climatizado.

4.2 INVENTÁRIO DOS EQUIPAMENTOS

Com o auxílio do software Excel foi criada a tabela de inventario de equipamentos (Anexo B), constando o local de instalação e as características dos equipamentos.

4.3 ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Após a realização do inventário foi possível obter conhecimento da atual situação e características dos equipamentos analisados assim dando início a elaboração e implementação do PMOC.

4.3.1 Elaboração do plano de manutenção

Com base nos dados coletados na pesquisa de campo sobre os modelos dos equipamentos, foi elaborado o PMOC seguindo as recomendações dos manuais dos fabricantes e as normas vigentes. As diretrizes utilizadas incluem a NBR 13971 (ABNT, 2014), NBR 17037 (ABNT, 2023), NBR 16401 (ABNT, 2024) a Portaria n.º 3.523/1998 (BRASIL, 1998) e a Portaria n.º 2.296/1997 (BRASIL, 1997).

Seguindo o modelo de PMOC da Portaria n.º 3.523/1998, foi elaborada a Tabela (Anexo C), contendo os tipos de correção necessários e a periodicidade das atividades. As principais intervenções incluem limpeza e troca de filtros, inspeção de componentes, verificação elétrica e térmica, além da higienização periódica das unidades.

4.3.2 Implementação do plano de manutenção

Após a elaboração do PMOC foi decidido em reunião por meio de acordos de processo as seguintes diretrizes: o membro da manutenção responsável pelo cumprimento do contrato acompanharia os cronogramas das manutenções dos equipamentos, mensalmente receberia relatórios das atividades de manutenção realizadas pela empresa responsável pela manutenção dos equipamentos e acompanharia quando possível a realização dessas atividades previstas no PMOC.

Para acompanhar os cronogramas de manutenções foi criada com auxílio do software Excel uma planilha, como pode ser visto na figura 9. Contendo dados do equipamento e datas de realização da última manutenção e da próxima manutenção a ser realizada. Datas essas baseadas no cronograma de manutenção estipulado pelo PMOC.

Figura 9 – Cronograma de manutenções

CRONOGRAMA DE MANUTENÇÕES								
	PRÉDIO	SETOR	SUBSETOR	MARCA	TIPO DE EQUIPAMENTO	CAPACIDADE	ULTIMA MANUTENÇÃO	PRÓXIMA MANUTENÇÃO
10	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA DE ESPERA	CARRIER	PISO-TETO	36.000 BTU/S	14/11/2024	13/05/2025
11	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA DE ESPERA	CARRIER	PISO-TETO	36.000 BTU/S	14/11/2024	13/05/2025
12	CENTRO CLINICO	C.P.A	APOIO	SPRINGER	HI-WALL	12.000 BTU/S	27/08/2024	23/02/2025
16	CENTRO CLINICO	C.P.A	RECEPÇÃO	SPRINGER	PISO-TETO	36.000 BTU/S	01/10/2024	30/03/2025
17	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA 01	GREE	HI-WALL	12.000 BTU/S	18/09/2024	17/03/2025
18	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA 02	SPRINGER	HI-WALL	12.000 BTU/S	18/09/2024	17/03/2025
19	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA 04	GREE	HI-WALL	12.000 BTU/S	16/10/2024	14/04/2025
25	CENTRO CLINICO	C.P.A	VESTIARIO	SPRINGER	HI-WALL	12.000 BTU/S	10/10/2024	08/04/2025
26	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA 05	GREE	HI-WALL	12.000 BTU/S	10/10/2024	08/04/2025
27	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA 07	CARRIER	PISO-TETO	18.000 BTU/S	15/10/2024	13/04/2025
28	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA 03	PHILCO	HI-WALL	9.000 BTU/S	15/10/2024	13/04/2025
35	CENTRO CLINICO	C.P.A	SALA 06	GREE	HI-WALL	12.000 BTU/S	13/10/2024	11/04/2025

Fonte: Autor (2025).

Tais cronogramas de manutenção são atualizados com base nos relatórios de manutenção fornecido pela empresa terceira, que contém dados como tipo de

manutenção, atividades realizadas e data da realização da manutenção. Tais atualizações ficando sob a responsabilidade do membro responsável pelo contrato.

O acionamento da empresa terceira para realização das manutenções é feito por intermédio de um sistema de gestão de manutenção interno da unidade hospitalar. Deste modo gerando ordem de serviço para os técnicos da empresa terceira, ficando a cargo do membro responsável pelo contrato a realização desses acionamentos.

Assim todas as ordens de serviços a serem realizadas que desrespeito as manutenções preventivas são geradas de acordo com análise dos cronogramas de manutenções.

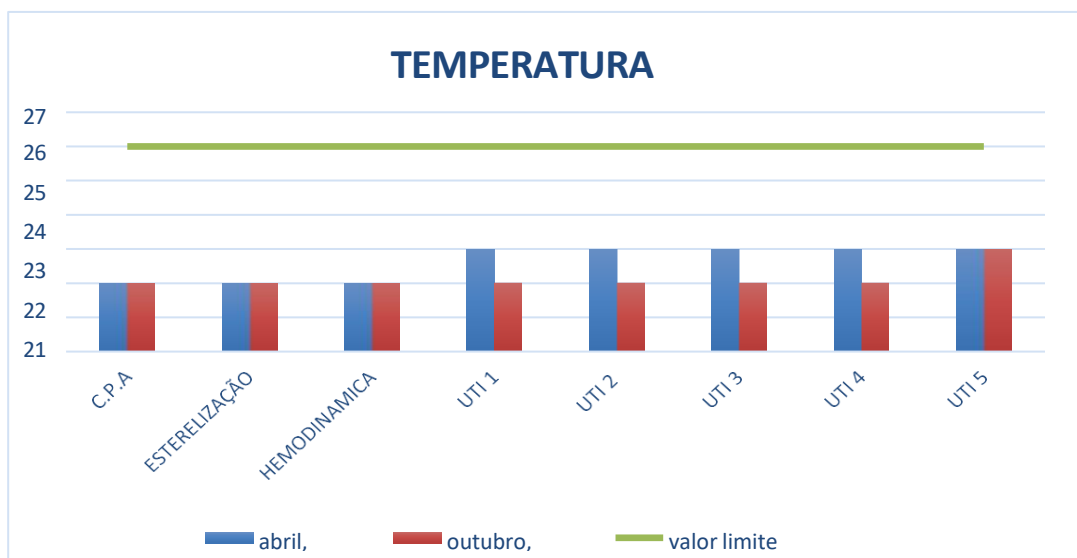
4.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR

A seguir são apresentados os resultados e comparações dos parâmetros das análises da qualidade do ar realizadas.

4.4.1 Temperatura

O gráfico 1 apresenta o resultado obtido pelas análises no que desrespeito a temperaturas desempenhadas pelos sistemas de cada setor analisado, vale ressaltar que segundo NBR 17037:2024 a faixa de temperatura recomendada deve ser de 21 °C a 26 °C.

Gráfico 1 – Temperaturas



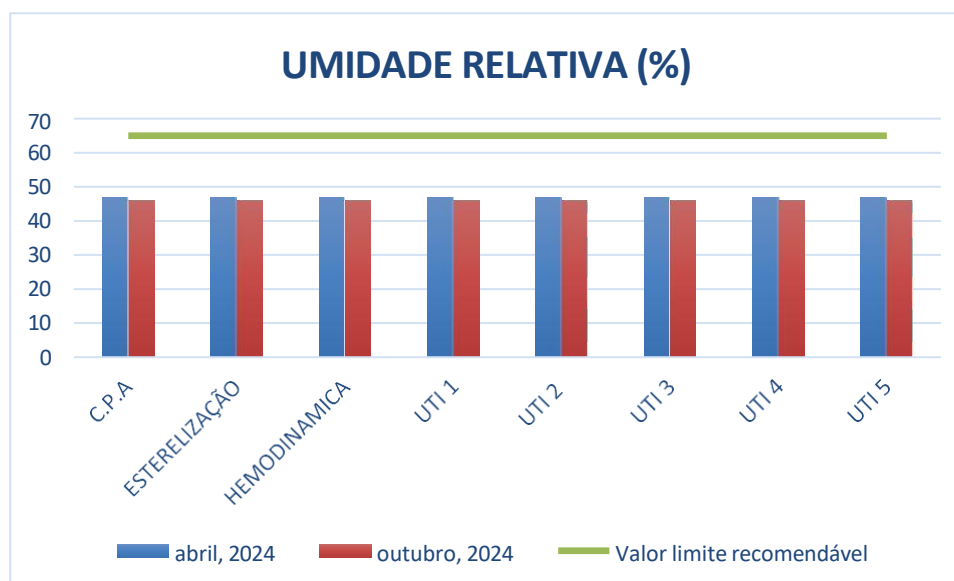
Fonte: Autor (2025).

Desse modo é possível observar que as temperaturas desempenhadas pelos mesmos se mantêm, dentro do intervalo estipulado pela norma. Assim mantendo o estado de conservação e operação dos equipamentos após aplicação do plano.

4.4.2 Umidade relativa

Os valores da umidade relativa recomendada conforme a NBR 17037:2024 está entre 35% e 65%, no gráfico 2 é apresentado o resultado das análises referente aos valores de umidade relativa de cada setor.

Gráfico 2– Umidade Relativa



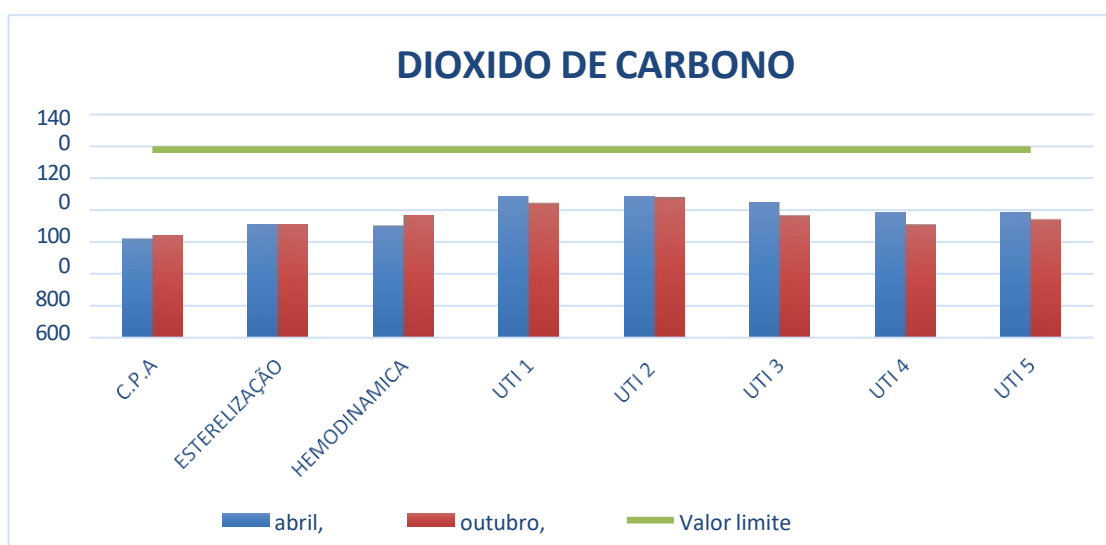
Fonte: Autor (2025).

Assim é possível afirmar que o parâmetro observado se mantém dentro do limite recomendável desse modo atestando que após implementação do plano o sistema continua a desempenhar suas funções sem quaisquer anomalias.

4.4.3 Dióxido de carbono

Segundo a NBR 17037:2024 o limite é baseado na concentração do ambiente externo, sendo agora 700 ppm acima da concentração externa. A concentração de dióxido de carbono no ambiente externo foi 480 ppm, nesse caso o limite máximo recomendável para essas análises é de 1180 ppm, no gráfico 3 é apresentada a concentração de carbono observada em cada setor.

Gráfico 3 -Dióxido de Carbono



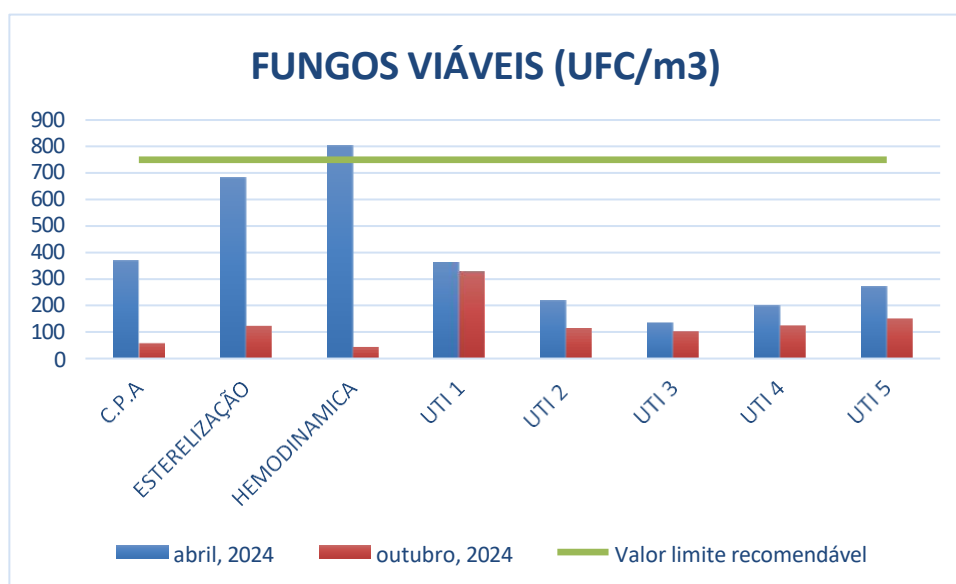
Fonte: Autor (2025).

É possível notar que todos os setores se mantêm abaixo do limite aceitável, mas nota-se que houve um aumento das concentrações no setor hemodinâmica. Outro ponto a destacar é a falta de sistemas de renovação de ar nesses ambientes, em virtude desses equipamentos de climatização serem do tipo split. Demonstrando a necessidade de avaliação e intervenção técnica visando compreender e realizar melhorias nos sistemas e nas instalações prediais dos setores.

4.4.4 Fungos viáveis

A quantidade de colônias de fungos viáveis segundo a NBR 17037:2024 apresenta um limite máximo de 750 UFC/m³, assim no gráfico 4 é apresentado os dados obtidos referentes as análises de fungos viáveis presentes em cada setor.

Gráfico 4 – Fungos Viáveis



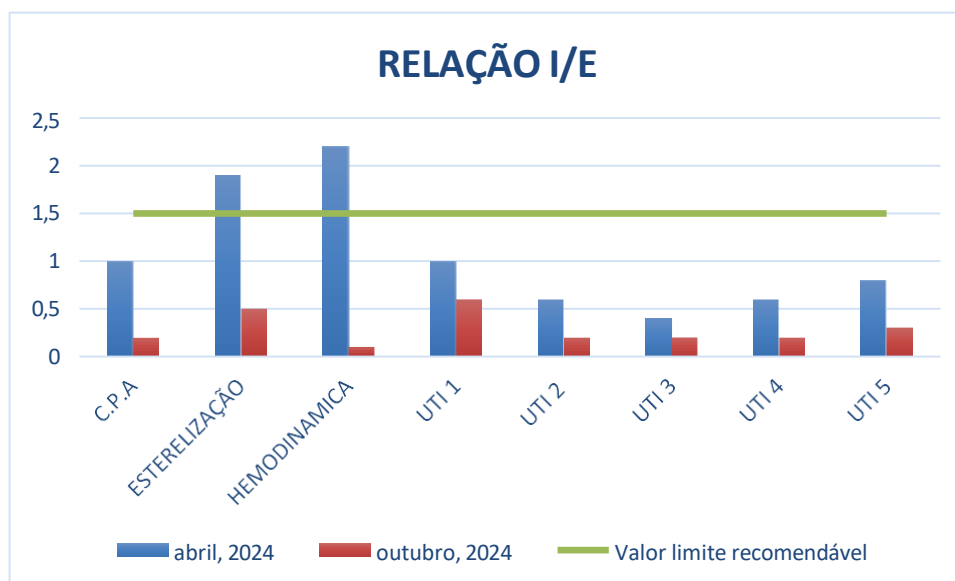
Fonte: Autor (2025).

Foi possível observar uma redução significativa na quantidade de colônias de fungos viáveis após implementação do plano. Em destaque estão os setores de esterilização e hemodinâmica, desse modo comprovando a assertividade das atividades de limpeza descritas no plano.

4.4.5 Relação I/E

A ABNT NBR 17037:2024 estabelece que a relação I/E, não deve exceder o valor de 1,5. O gráfico 5 apresenta os dados obtidos pelas análises referentes a relação I/E.

Gráfico 5– Relação I/E



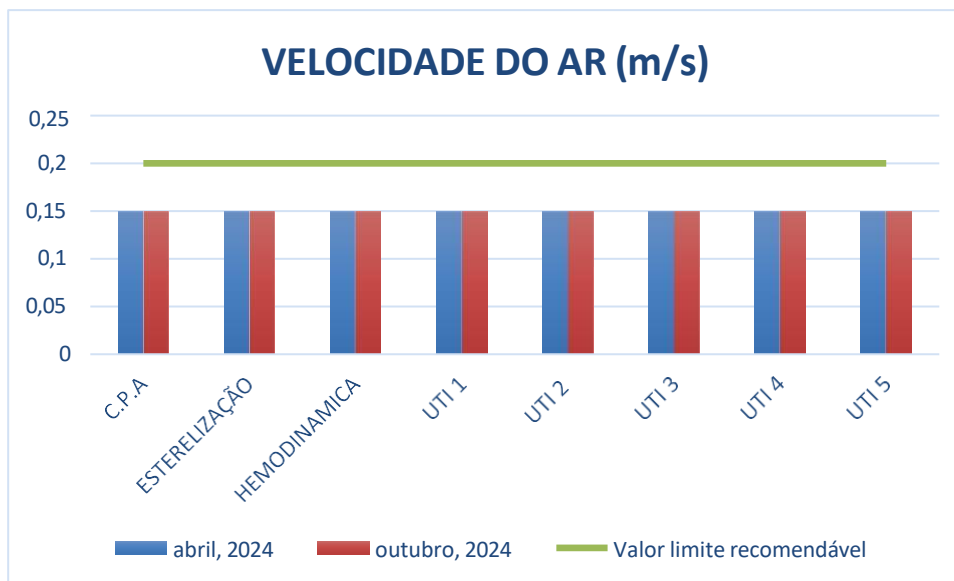
Fonte: Autor (2025).

Com base nos dados apresentados se observa uma significativa redução nos valores da relação I/E após implementação do plano, destacando-se os setores esterilização e hemodinâmica, desse modo comprovando a efetividade das atividades desempenhadas pela equipe de manutenção de acordo com que foi estipulado.

4.4.6 Velocidade do ar

O valor de velocidade do ar recomendado pela ABNT NBR 17037:2024 é de até 0,25 m/s em zonas ocupadas, com base nas análises realizadas o gráfico 6 apresenta os valores obtidos referentes a velocidade do ar.

Gráfico 6 – Velocidade do ar



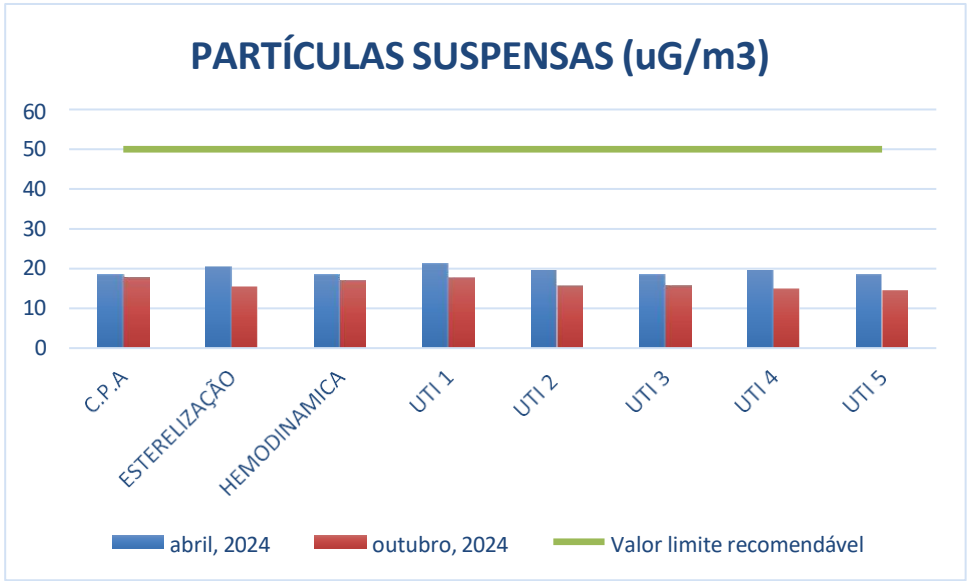
Fonte: Autor (2025)

Tais valores se mantiveram os após aplicação do plano desse modo atestando que o estado de conservação e funcionamento dos equipamentos se manteve.

4.4.7 Partículas suspensas

Já para partículas suspensas a ABNT NBR 17037:2024 diferencia em frações de partículas (PM_{2.5} e PM₁₀), e os limites para PM₁₀ e PM_{2.5} são respectivamente 50 µg/m³ para PM₁₀ e 25 µg/m³ para PM_{2.5}, é importante ressaltar que nas amostras analisadas foram identificadas apenas frações de partículas do tipo PM₁₀, assim o gráfico 7 apresentada as quantidades de partículas encontradas em cada setor.

Gráfico 7– Partículas Suspensas



Fonte: Autor (2025).

Logo com base no gráfico nota-se uma pequena redução nas quantidades de partículas encontradas em cada setor, assim destacando uma melhora desse parâmetro em virtude da aplicação do plano.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho, onde objetivou a elaboração e implementação de um PMOC permite concluir que com as visitas em loco a unidade hospitalar analisada tornaram possível o inventário dos equipamentos presentes, assim como, a análise documental das normas regulamentadoras, leis, portarias e instruções dos fabricantes, que orientasse a execução de planilhas e atividades desempenhadas pela equipe de manutenção mais assertivas, foi constatado um ambiente, em que necessita conforme a norma regulamentadora NBR 17037:2023 um controle específico de umidade e temperatura.

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 pode evidenciar uma melhoria significativa com relação aos parâmetros de operação e controle desses equipamentos desse modo contribuindo na redução das manutenções corretivas e mantendo as temperaturas dentro dos padrões de conforto térmico em todos os ambientes climatizados.

As análises de qualidade do ar foram de grande importância para objetivo desse trabalho, pois a parti delas foi possível compreender as melhorias obtidas nas condições de operação dos equipamentos. Sendo possível atestar através delas melhoras em alguns dos parâmetros de operação e controle dos equipamentos estudado sendo eles: a relação I/E, fungos viáveis e partículas suspensas.

Como sugestões futuras para aprimorar o trabalho realizado, pode-se fazer um estudo de estimativa de carga térmica dos ambientes, realizar uma avaliação técnica a respeito das instalações e dos tipos de sistemas de climatização instalados nos setores estudados conforme a NBR 7256:2021, aplicar ferramentas e softwares de gestão de manutenção visando melhoria contínua no processo de controle e registro das manutenções.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13971: **Manutenção de sistemas de climatização e refrigeração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401- 1: **Sistemas de climatização – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401- 3: **Sistemas de climatização – Parte 3: Requisitos para sistemas de ar-condicionado em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17037:2023: **Qualidade do ar interior em ambientes climatizados**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7256: **Sistemas de climatização para estabelecimentos assistenciais de saúde**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABRAVA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. **Qualidade do ar interno e sistemas HVAC**. São Paulo, 2018.

ALMEIDA, Carlos. **Guia técnico de sistemas de climatização**. São Paulo: Editora Técnica, 2022.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RE nº 09, de 16 de janeiro de 2003. **Dispõe sobre padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados de uso público e coletivo**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>. Acesso em: 9 jan. 2025.

ARAÚJO, J. A. **Qualidade do ar em ambientes hospitalares: boas práticas e regulamentações**. Revista Brasileira de Engenharia de Climatização, v. 28,n. 3, p. 45-52, 2020. Rio de Janeiro: ABRAVA.

ARAÚJO, M. F. **Fundamentos da Manutenção de Sistemas de Climatização**. São Paulo: Editora Técnica, 2020.

ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Humidity Control Resources**. 2022. Disponível em: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/humidity-control-resources>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BALDWIN, R. L.; PEARSON, R. E. **Refrigeration and air conditioning**. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

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**. Diário

Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 155, n. 3, p. 1, 5 jan. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado. Portaria nº 2.296, de 11 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a manutenção de sistemas de climatização em prédios públicos federais.** Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento>. Acesso em: 9 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998. **Dispõe sobre a qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados.** Disponível em: <https://www.gov.br/saude>. Acesso em: 9 jan. 2025.

CAMPOS, L.; GUEDES, R. **Qualidade do ar interno e a disseminação do SARS-CoV-2.** Revista Brasileira de Engenharia, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 45-52, 2020.

CAVALCANTI, J. P. **Climatização e Ventilação: Teoria e Prática.** Belo Horizonte: Editora Ciência Moderna, 2021.

COSTA, F. A. A. **Qualidade do ar em ambientes internos.** São Paulo: Editora Saúde, 2017.

FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering.** Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

OLIVEIRA, Mariana. **Eficiência energética em sistemas de ar-condicionado.** Rio de Janeiro: ClimaBooks, 2021.

SILVA, R. A. **Sistemas de Refrigeração e Ar-Condicionado: Princípios e Aplicações.** Rio de Janeiro: Editora Universitária, 2019.

SOUZA, Ricardo. **Fundamentos da refrigeração e climatização.** Curitiba: TecnoClima, 2020.

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

ANEXO A - RELAÇÃO DE AMBIENTES CLIMATIZADOS

RELAÇÃO DE AMBIENTES CLIMATIZADOS					
PRÉDIO	ANDAR	SETOR	SUBSETOR	ÁREA (M ²)	NÚMERO DE OCUPANTES
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	APOIO	4,29	6
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	FARMÁCIA	9,56	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	RECEPÇÃO	9,8	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 01	9,8	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 02	7,17	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 03	9,04	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 04	9,56	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 05	7,17	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 06	8,51	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 07	6,76	4
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA DE ESPERA	80,59	10

	O				
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	VESTIÁRIO	4,29	6
OLAVO BILAC	1º	UTI I	COPA	12,29	5
OLAVO BILAC	1º	UTI I	FARMÁCIA	8,8	4
OLAVO BILAC	1º	UTI I	LADO GRANDE	128,2	10
OLAVO BILAC	1º	UTI I	LADO PEQUENO	55,5	12
OLAVO BILAC	1º	UTI I	LEITO 6	11,32	3
OLAVO BILAC	1º	UTI I	REPOUSO MEDICO UTI 1	16,11	4
OLAVO BILAC	2º	UTI II	COPA	12,13	5
OLAVO BILAC	2º	UTI II	FARMÁCIA	4,72	4
OLAVO BILAC	2º	UTI II	LADO GRANDE	135,73	20
OLAVO BILAC	2º	UTI II	LADO PEQUENO	55,78	10
OLAVO BILAC	2º	UTI II	LEITO 7	11,49	4
OLAVO BILAC	2º	UTI II	REPOUSO MÉDICO UTI 2	16,11	4
OLAVO BILAC	2º	UTI II	SECRETARIA	7,66	8
OLAVO BILAC	3º	UTI III	COPA	28,87	8
OLAVO BILAC	3º	UTI III	FARMÁCIA	13,35	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 10	23,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 3	24,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 4	23,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 5	23,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 6	23,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 7	23,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 8/9	23,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	LEITO 1/2	24,51	4
OLAVO BILAC	3º	UTI III	POSTO	91,05	6
OLAVO BILAC	3º	UTI III	SECRETARIA	25,71	4

NUTRIÇÃO	3º	UTI IV	LEITO 01/02	35,24	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI IV	LEITO 03/04	35,24	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI IV	LEITO 05/06	35,24	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI IV	LEITO 07/08	35,24	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI IV	LEITO 09/10	35,24	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI V	LEITO 01/02	33,02	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI V	LEITO 03/04	33,02	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI V	LEITO 05/06	20,63	8
NUTRIÇÃO	3º	UTI V	LEITO 07/08	20,63	8
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	SUPERVISÃO ADMINISTRATIVA	11,73	4
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	30,24	2
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	MONITORAMENTO PROCESSO ESTERILIZAÇÃO	15,9	4
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	SALA DE PREPARO	30,35	6
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	CENTRAL DE LIMPEZA DE MATERIAIS	30,35	6
OLAVO BILAC	TÉRREO	HEMODINÂMICA	ARQUIVO	15,48	2
OLAVO BILAC	TÉRREO	HEMODINÂMICA	COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA	13,07	4
OLAVO BILAC	TÉRREO	HEMODINÂMICA	COPA	8,96	4
OLAVO BILAC	TÉRREO	HEMODINÂMICA	FARMÁCIA	10,78	3

	R E O	MICA			
OLAVO BILAC	TÉ R R E O	HEMODI NA MICA	SALA DE COMANDO RAO X	20,5	6
OLAVO BILAC	TÉ R R E O	HEMODI NA MICA	RECEPÇÃO	43,42	15
OLAVO BILAC	TÉ R R E O	HEMODI NA MICA	RECUPERAÇÃO	59,98	10
OLAVO BILAC	TÉ R R E O	HEMODI NA MICA	SALA 1 RAO X	70,38	6
OLAVO BILAC	TÉ R R E O	HEMODI NA MICA	SALA 2 RAO X	44,13	6
OLAVO BILAC	TÉ R R E O	HEMODI NA MICA	SALA DOS MÉDICOS	24,93	4

ANEXO B – INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS

INVENTÁRIO DOS EQUIPAMENTOS						
PRÉDIO	ANDAR	SETOR	SUBSETOR	MARCA	TIPO DE EQUIPAMENTO	POTÊNCIA
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA DE ESPERA	CARRIER	PISO TETO	36.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA DE ESPERA	CARRIER	PISO TETO	36.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	APOIO	SPRINGER	HI-WALL	12.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	RECEPÇÃO	SPRINGER	PISO TETO	36.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 01	GREENE	HI-WALL	12.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 02	SPRINGER	HI-WALL	12.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 04	GREENE	HI-WALL	12.000 BTU/S

CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	VESTIÁRIO	SPRINGER	HI-WALL	12.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 05	GREENE	HI-WALL	12.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 07	CARRIER	PISO TETO	18.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 03	PHILCO	HI-WALL	9.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	SALA 06	GREENE	HI-WALL	12.000 BTU/S
CENTRO CLÍNICO	TÉRREO	C.P.A	FARMÁCIA	CARRIER	PISO TETO	24.000 BTU/S
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	SUPERVISÃO ADMINISTRAÇÃO	SPRINGER	HI-WALL	18.000 BTU/S
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	CARRIER	PISO TETO	30.000 BTU/S
ESTERELIZAÇÃO	TÉRREO	ESTERELIZAÇÃO	SALA DE PREPARO	SPRING	HI-WALL	22.000 BTU/S

O	E O	O		G E R		
ESTE RELI Z AÇÃ O	T É R R E O	ESTE RELI Z AÇÃ O	MONITORAMENTO PROCESSO ESTERILIZAÇÃO	GRE E	HI-WALL	24.0 00 BTU /S
ESTE RELI Z AÇÃ O	T É R R E O	ESTE RELI Z AÇÃ O	SALA DE PREPARO	CA R R I E R	PISO TETO	60.0 00 BTU /S
ESTE RELI Z AÇÃ O	T É R R E O	ESTE RELI Z AÇÃ O	CENTRAL DE LIMPEZA DE MATERIAIS	SP R I N G E R	HI-WALL	30.0 00 BTU /S
ESTE RELI Z AÇÃ O	T É R R E O	ESTE RELI Z AÇÃ O	CENTRAL DE LIMPEZA DE MATERIAIS	SP R I N G E R	HI-WALL	22.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	ESTE RELI Z AÇÃ O	CENTRAL DE LIMPEZA DE MATERIAIS	GRE E	HI-WALL	18.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	ESTE RELI Z AÇÃ O	CENTRAL DE LIMPEZA DE MATERIAIS	GRE E	PISO TETO	36.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN MIC A	COMANDO RAO X	SP R I N G E R	MULTI SPLIT	60.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	COMANDO RAO X	SP R I N G E	MULTI SPLIT	60.0 00 BTU /S

				R		
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	SALA 1 RAIO X	SP R I N G E R	MULTI SPLIT	60.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA	GRE E	HI-WALL	12.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	SALA PRIVATIVA	SP R I N G E R	HI-WALL	9.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	RECEPÇÃO	CA R R I E R	PISO TETO	60.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	COPA	GRE E	HI-WALL	9.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	FARMACIA	SP R I N G E R	HI-WALL	12.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	ARQUIVO	SP R I N G E R	ACJ	18.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	RECUPERAÇÃO	GRE E	HI-WALL	24.0 00 BTU /S

OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	RECUPERAÇÃO	ELG IN	HI-WALL	30.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	SALA 2 RAO X	CA R R I E R	PISO TETO	36.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	SALA 2 RAO X	GRE E	PISO TETO	60.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	T É R R E O	HEMO DIN AMIC A	SALA DOS MEDICOS	CA R R I E R	PISO TETO	24.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	LEITO 6 - ISOLAMENTO	SPR IN GE R	HI-WALL	9.00 0 BTU/ S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	FARMACIA	SPR IN GE R	HI-WALL	12.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	LADO PEQUENO	GRE E	HI-WALL	30.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	LADO GRANDE	SPR IN GE R	PISO TETO	36.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	LADO PEQUENO	SPR IN GE R	PISO TETO	36.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	REPOUSO MEDICO UTI 1	SPR IN GE R	ACJ	12.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	LADO PEQUENO	SPR IN GE R	PISO TETO	36.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	1º	UTI 1	COPA	SPR IN GE R	ACJ	12.0 00 BTU/ S

OLAV O BILA C	2º	UTI 2	LADO PEQUENO	PHI L C O	PISO TETO	36.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	LADO PEQUENO	ELGI N	PISO TETO	36.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	LEITO 7 - ISOLAMENTO	SPR IN GE R	ACJ	10.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	REPOUSO MEDICO UTI 2	SPR IN GE R	ACJ	12.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	FARMÁCIA	SP RIN GE R	HI-WALL	12.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	COPA	GRE E	HI-WALL	12.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	SECRETARIA	GRE E	HI-WALL	12.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	LADO GRANDE	CA R RI E R	PISO TETO	36.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	2º	UTI 2	LADO GRANDE	CAR RI ER	PISO TETO	36.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	3º	UTI 3	LEITO 8/9	GRE E	HI-WALL	18.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	3º	UTI 3	LEITO 10	GRE E	HI-WALL	18.0 00 BTU /S
OLAV O BILA C	3º	UTI 3	POSTO	GRE E	HI-WALL	30.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	3º	UTI 3	POSTO	GRE E	HI-WALL	30.0 00 BTU/ S
OLAV O BILA C	3º	UTI 3	LEITO 5	SPR IN GE R	HI-WALL	18.0 00 BTU/ S
OLAV O	3º	UTI 3	LEITO 6	GRE	HI-WALL	18.0 00

BILAC				E		BTU/S
OLAVO BILAC	3º	UTI 3	SECRETARIA	GREEN	HI-WALL	24.000 BTU/S
OLAVO BILAC	3º	UTI 3	FARMÁCIA	CARRIER	HI-WALL	12.000 BTU/S
OLAVO BILAC	3º	UTI 3	LEITO 4	SPRINGER	HI-WALL	18.000 BTU/S
OLAVO BILAC	3º	UTI 3	LEITO1/2	SPRINGER	HI-WALL	18.000 BTU/S
OLAVO BILAC	3º	UTI 3	LEITO 3	GREEN	HI-WALL	18.000 BTU/S
OLAVO BILAC	3º	UTI 3	COPA	SPRINGER	PISO TETO	24.000 BTU/S
OLAVO BILAC	3º	UTI 3	LEITO 7	GREEN	HI-WALL	18.000 BTU/S
NUTRIÇÃO	3º	UTI 4	LEITO 03	TCL	HI-WALL	24.000 BTU/S
NUTRIÇÃO	3º	UTI 4	LEITO 05	SPRINGER	HI-WALL	9.000 BTU/S
NUTRIÇÃO	3º	UTI 4	LEITO 06	GREEN	HI-WALL	18.000 BTU/S
NUTRIÇÃO	3º	UTI 4	LEITO 7/8	TCL	HI-WALL	24.000 BTU/S
NUTRIÇÃO	3º	UTI 4	LEITO 02	TCL	HI-WALL	24.000 BTU/S
NUTRIÇÃO	3º	UTI 4	LEITO 04	SPRINGER	HI-WALL	9.000 BTU/S

				R		S
NUTRI ÇÃ O	3º	UTI 4	LEITO 9/10	SPR IN GE R	HI-WALL	18.0 00 BTU/ S
NUTRI ÇÃ O	3º	UTI 4	LEITO 01	SPR IN GE R	HI-WALL	18.0 00 BTU/ S
NUTRI ÇÃ O	3º	UTI 5	LEITO 3/4	SPR IN GE R	HI-WALL	18.0 00 BTU/ S
NUTRI ÇÃ O	3º	UTI 5	LEITO 7/8	SPR IN GE R	HI-WALL	18.0 00 BTU/ S
NUTRI ÇÃ O	3º	UTI 5	LEITO 5/6	GRE E	HI-WALL	24.0 00 BTU/ S

ANEXO C – PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE

PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE	
SISTEMA COM AR CONDICIONADO DO TIPO SPLIT HI WALL SPLIT PISO TETO E MULTI-SPLIT	
Unidade Evaporadora	PERIODICIDADE
Limpar as serpentinas;	Trimestral
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Verificar agentes prejudiciais à troca térmica, como obstáculos no ambiente;	Mensal
Verificar fixação e ruído;	Semestral
Desincrustar superfícies metálicas do lado ar;	Semestral
Medir pressão de evaporação do refrigerante (sucção – baixa) em plena vazão e temperatura (Tbs) da linha de sucção na saída do evaporador para determinar e registrar o superaquecimento (°C);	Semestral
Verificar danos no isolamento termoacústico (inspeção visual);	Semestral
Verificar operação do sistema de anticongelamento (quando houver);	Semestral
Limpar bandeja de condensado;	Mensal
Verificar operação do sistema de drenagem;	Trimestral

Verificar vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquidos;	Semestral
Verificar aletas da serpentina e corrigir espaçamento e amassamento com pente;	Trimestral
Medir temperatura do ar (Tbs) na entrada e saída do evaporador (retorno e insuflamento);	Trimestral
Verificar funcionamento do regulador de pressão de sucção	Anual
Unidade Condensadora	PERIODICIDADE
Verificar estado de limpeza;	Mensal
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Verificar agentes prejudiciais à troca térmica, como obstáculos no ambiente;	Mensal
Verificar fixação e ruído;	Semestral
Desincrustar superfícies metálicas do lado ar;	Semestral
Medir pressão de condensação do refrigerante (líquido – alta) em plena vazão e temperatura (Tbs) da linha de líquido na saída do condensador para determinar e registrar subresfriamento (°C);	Semestral
Verificar danos no isolamento térmico (inspeção visual)	Semestral
Verificar operação do sistema de anticongelamento (quando houver);	Semestral
Limpar bandeja de condensado;	Semestral

Verificar operação do sistema de drenagem (quando houver ciclo reverso de aquecimento);	Trimestral
Verificar vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquidos;	Semestral
Verificar aletas da serpentina e corrigir espaçamento e amassamento com pente	Trimestral
Verificar estado do suporte/base e amortecedores de vibração do gabinete da unidade condensadora	Anual
Filtros de ar	PERIODICIDADE
Filtros de ar (secos)	Mensal
Limpar e vedar frestas da estrutura;	Mensal
Verificar danos e focos de corrosão;	Mensal
Verificar ajuste da moldura do filtro na estrutura	Mensal
Limpar elemento filtrante (quando recuperável)	Trimestral
Substituir elemento filtrante (quando descartável ou final de vida útil, antecipando a troca quando obliterado ou ineficaz)	Trimestral
Completar fluido de medição do manômetro diferencial (quando houver)	Trimestral
Componentes de distribuição e difusão de ar	PERIODICIDADE
Venezianas, grelhas e difusores:	

Verificar fixação e ruído;	Mensal
Limpar elementos	Semestral
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Ajustar para restabelecimento das condições de referência	Anual
Verificar funcionamento mecânico	Semestral
Lubrificar mancais de acionamento	Semestral
Verificar fontes de poluição do ar próximas de tomadas de ar exterior	Semestral
Dutos e câmara plenum de ar:	
Verificar existência de sujeira, danos e corrosão interna e externa, mediante portas de inspeção ou componentes de difusão	Anual
Corrigir estado de limpeza do conjunto	Anual
Eliminar focos de corrosão	Anual
Verificar fixação e ruído	Anual
Verificar sistema de drenagem	Trimestral
Verificar vedação das portas de inspeção sob operação normal	Anual

Verificar danos no isolamento térmico (inspeção visual)	Anual
Verificar vedação das conexões e ligações flexíveis;	Anual
Lubrificar partes móveis dos distribuidores de ar;	Anual
Sistemas e quadros elétricos	PERIODICIDADE
Verificar funcionamento da instalação e condições locais;	Mensal
Verificar existência de sujeira, danos, desgastes e corrosão	Mensal
Verificar fixação e ruído	Semestral
Apertar todas as conexões elétricas e elementos de fixação (com o circuito desligado)	Trimestral
Medir e registrar tensão e corrente elétrica dos equipamentos ligados ao quadro	Semestral
Verificar atuação dos dispositivos elétricos de partida;	Semestral
Verificar integridade de barramentos e sistema de aterramento	Semestral
Regular os elementos de proteção, operação e controle conforme condições de referência	Semestral
Verificar controle das variações de operação;	Trimestral
Revisar histórico de diagnósticos incluindo incidentes e alarmes e registrar falhas relevantes	Anual

Verificar alarmes e indicadores visuais e sonoros	Trimestral
Verificar funcionamento do disjuntor e interruptor de emergência (quando houver);	Trimestral
Verificar aquecimento excessivo em conexões elétricas	Semestral
Outros	PERIODICIDADE
Documentação e identificação:	
Verificar disponibilidade de instruções de manutenção	Trimestral
Verificar disponibilidade de informações operacionais para o usuário	Trimestral
Verificar disponibilidade de placa de identificação de fábrica do sistema	Semestral
Verificar disponibilidade de identificação com etiqueta no equipamento no conjunto de aparelhos da edificação	Mensal
Verificar registro de atividades corretivas e preventivas identificadas por equipamento	Mensal
Verificar visualidade de identificação e avisos de segurança	Mensal
Verificar disponibilidade de dados de contato das empresas de instalação e manutenção	Trimestral
SISTEMA COM AR-CONDICIONADO DO TIPO DE JANELA – ACJ	
Unidade Evaporadora	PERIODICIDADE

Limpar as serpentinas;	Trimestral
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Verificar agentes prejudiciais à troca térmica, como obstáculos no ambiente;	Mensal
Verificar fixação e ruído;	Semestral
Desincrustar superfícies metálicas do lado ar;	Semestral
Medir temperatura (Tbs) da linha de sucção na saída do evaporador (°C);	Anual
Verificar danos no isolamento termoacústico (inspeção visual)	Anual
Verificar operação do sistema de anticongelamento (quando houver);	Anual
Limpar bandeja de condensado;	Mensal
Verificar operação do sistema de drenagem;	Semestral
Verificar vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquidos;	Semestral
Verificar aletas da serpentina e corrigir espaçamento e amassamento com pente	Semestral
Medir temperatura do ar (Tbs) na entrada e saída do evaporador (retorno e insuflamento)	Semestral
Verificar funcionamento do regulador de pressão de sucção	Anual

Unidade Condensadora	PERIODICIDADE
Verificar estado de limpeza;	Mensal
Verificar danos e focos de corrosão;	Semestral
Verificar agentes prejudiciais à troca térmica, como obstáculos no ambiente;	Mensal
Verificar fixação e ruído;	Semestral
Desincrustar superfícies metálicas do lado ar;	Semestral
Medir temperatura (Tbs) da linha de líquido na saída do condensador (°C);	Anual
Verificar danos no isolamento térmico (inspeção visual)	Anual
Verificar operação do sistema de anticongelamento (quando houver);	Anual
Limpar bandeja de condensado;	Semestral
Verificar operação do sistema de drenagem (quando houver ciclo reverso de aquecimento);	Semestral
Verificar vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquidos;	Semestral
Verificar aletas da serpentina e corrigir espaçamento e amassamento com pente	Semestral
Verificar estado do suporte/base e amortecedores de vibração do gabinete	Anual

Filtros de ar	PERIODICIDADE
Filtros de ar (secos):	
Limpar e vedar frestas da estrutura;	Mensal
Verificar danos e focos de corrosão;	Mensal
Verificar ajuste da moldura do filtro na estrutura	Mensal
Limpar elemento filtrante (quando recuperável)	Mensal
Substituir elemento filtrante (quando descartável ou final de vida útil, antecipando a troca quando obliterado ou ineficaz)	Trimestral
Vedar frestas entre gabinete e caixilho	Mensal
Sistemas e quadros elétricos	PERIODICIDADE
Verificar funcionamento da instalação e condições locais;	Mensal
Verificar existência de sujeira, danos, desgastes e corrosão	Mensal
Verificar fixação e ruído	Semestral
Apertar todas as conexões elétricas e elementos de fixação (com o circuito desligado)	Anual
Medir e registrar tensão e corrente elétrica dos equipamentos ligados ao quadro	Anual

Verificar atuação dos dispositivos elétricos de partida;	Semestral
Verificar integridade de barramentos e sistema de aterramento	Semestral
Regular os elementos de proteção, operação e controle conforme condições de referência	Anual
Verificar controle das variações de operação;	Mensal
Revisar histórico de diagnósticos incluindo incidentes e alarmes e registrar falhas relevantes	Anual
Verificar funcionamento do disjuntor e interruptor de emergência (quando houver);	Semestral
Verificar aquecimento excessivo em conexões elétricas	Semestral
Outros	PERIODICIDADE
Documentação e identificação:	
Verificar disponibilidade de instruções de manutenção	Semestral
Verificar disponibilidade de informações operacionais para o usuário	Semestral
Verificar disponibilidade de placa de identificação de fábrica do sistema	Semestral
Verificar disponibilidade de identificação com etiqueta no equipamento no conjunto de aparelhos da edificação	Mensal
Verificar registro de atividades corretivas e preventivas identificadas por equipamento	Mensal

Verificar visualidade de identificação e avisos de segurança	Mensal
Verificar disponibilidade de dados de contato das empresas de instalação e manutenção	Semestral
Notas:	
1) As práticas de manutenção acima devem ser aplicadas em conjunto com as recomendações de manutenção mecânica do fabricante.	
2) Todos os produtos utilizados na limpeza dos componentes dos sistemas de climatização, devem ser biodegradáveis e estarem devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.	
3) Toda verificação deve ser seguida dos procedimentos necessários para o funcionamento correto do sistema de climatização.	
4) Salas de operação cirúrgica devem receber as atividades de manutenção mediante agendamento para efetividade da execução e minimizar interferências no atendimento.	
5) Analisada cada situação, a periodicidade de alguns serviços deverá ter maior frequência, a fim de manter a conservação e a eficiências dos equipamentos e eliminar ou minimizar riscos potenciais à saúde dos ocupantes.	
6) A interferência na distribuição do ar insuflado, além da especificada em projeto, provocada por outras instalações ou materiais diversos será registrada em relatório para ciência e providências da gestão e fiscalização do contrato.	
7) Será exigida a emissão de ordens de serviço específicas de manutenção a realizar	
RECOMENDAÇÕES AOS USUÁRIOS EM SITUAÇÕES DE FALHA DO EQUIPAMENTO E OUTRAS DE EMERGÊNCIA	
Descrição:	Realizar abertura de chamado para o setor de manutenção para que o mesmo realize o atendimento e encaminhe ordem de serviço ao técnico para avaliar o equipamento.