



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMAZONAS

MARCELO GIRÃO PESSOA

**APRESENTAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE
DESENVOLVIDO PARA APLICAÇÃO NO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO DO
EDIFÍCIO SEDE DA TV UNIVERSITÁRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS.**

MANAUS - AM

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMAZONAS

MARCELO GIRÃO PESSOA

**APRESENTAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE
DESENVOLVIDO PARA APLICAÇÃO NO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO DO
EDIFÍCIO SEDE DA TV UNIVERSITÁRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do MSc. Carlos José Batista Machado.

MANAUS - AM

2017



MARCELO GIRÃO PESSOA

**APRESENTAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE
DESENVOLVIDO PARA APLICAÇÃO NO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO DO
EDIFÍCIO SEDE DA TV UNIVERSITÁRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico, sob a orientação do MSc. Carlos José Batista Machado.

Aprovado em 23/06 /2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Carlos José Batista Machado.
Instituto Federal do Amazonas - IFAM
Presidente Banca Examinadora

Prof. João Nery Rodrigues Filho
Instituto Federal do Amazonas - IFAM
Membro Examinador

Prof. Antônio Aurélio Pereira dos Santos
Instituto Federal do Amazonas – IFAM
Membro Examinador



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMAZONAS

DEDICATÓRIA

*Dedico à minha esposa Érica, aos meus filhos
Marcela, Giovanna, João e Gabriel e aos
meus pais por todo apoio e incentivo
prestados durante minha jornada.*



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha esposa Érica, por todo o suporte e incentivo durante todo o curso.

Aos meus filhos Marcela, Giovanna, João e Gabriel, que são a maior motivação para qualquer atividade que eu desempenhe na busca para alcançar meus objetivos.

Aos meus pais pela formação de meu caráter, pelo o amor, carinho e os esforços feitos para dar-me uma educação digna.

Ao professor Carlos José Batista Machado pela orientação neste trabalho.

À professora Andréa Regina pela sua contribuição na realização deste trabalho.

Aos professores do IFAM que com extrema dedicação contribuíram para minha formação acadêmica.



RESUMO

Ao longo de sua história, o ar condicionado evoluiu e se consolidou como uma máquina imprescindível para a população, por proporcionar o seu bem-estar, este diretamente relacionado ao conforto térmico, e também para o alcance das diversas metas de produtividade de empresas ou instituições. Contudo, por se tratar de uma máquina que trata o ar de um ambiente fechado, caso não haja uma correta manutenção, a mesma pode afetar negativamente a saúde dos usuários, causando doenças ou agravando o quadro clínico de pessoas portadoras de doenças preexistentes e até levar à óbito. Para evitar tais problemas, foi regulamentada a portaria nº 3.523/98 pelo Ministério da Saúde, a qual estabelece regras e procedimentos a serem praticados em ambientes coletivos. A cidade de Manaus possui clima quente e úmido, onde o uso do ar-condicionado torna-se indubitavelmente necessário, destarte o edifício da TV UFAM localizado na área urbana da cidade requer máquinas de ar condicionado para seu funcionamento. Esse estudo busca apresentar o PMOC necessário ao sistema de climatização de tal edifício para que o mesmo atenda a legislação vigente. Para tal, foi realizado o inventário das máquinas de ar-condicionado instaladas no prédio para obter informações relevantes para o projeto instalado. Foram realizadas inspeções visuais nas instalações para detecção de possíveis problemas. Finalmente, como resultado foi apresentado o PMOC que poderá ser implementado, de acordo com as normas vigentes. Portanto, todo o processo de desenvolvimento foi salutar para o entendimento, assim como para a propositura do Plano de Manutenção, Operação e Controle resultante.

Palavras-chave: ar-condicionado; conforto térmico; pmoc.



ABSTRACT

Throughout its history, the air conditioner has evolved and consolidated as an indispensable machine for the population, for providing its well-being, this one directly related to thermal comfort, and also for the achievement of the various productivity goals of companies or institutions. However, because it is a machine that treats the air in a closed environment, if it is not properly maintained, it can negatively affect the users' health, causing illnesses or worsening the clinical condition of people with preexisting diseases and even taking To death. To avoid such problems, the Ministerial Order No. 3,523/98 was regulated by the Ministry of Health, which establishes rules and procedures to be practiced in collective settings. The city of Manaus has a hot and humid climate, where the use of air conditioning is undoubtedly necessary, so the UFAM TV building located in the urban area of the city requires air conditioning machines for its operation. This study seeks to present the PMOC required to the system of air conditioning of such a building so that it meets the current legislation. For this, an inventory of the air conditioning machines installed in the building was carried out to obtain information relevant to the installed project. Visual inspections were performed at the facility to detect possible problems. Finally, as a result, the PMOC was presented and could be implemented, in accordance with current regulations. Therefore, the entire development process was salutary for understanding, as well as for the proposal of the resulting Maintenance, Operation and Control Plan.

Key words: air conditioner; thermal comfort; pmoc.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
OBJETIVOS.....	12
OBJETIVO GERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
1.1 Ar-Condicionado	14
1.1.1 <i>A história do ar-condicionado</i>	15
1.2. Conforto Térmico	17
1.3. O ar-condicionado: Definição	17
1.4. Tipos de equipamentos de ar-condicionado utilizados na TV UFAM	18
1.4.1. <i>ACJ (Ar condicionado tipo janela)</i>	18
1.4.2. <i>Split Hi-Wall</i>	19
1.4.3. <i>Split Cassete</i>	20
1.4.3. <i>Split Piso-Teto</i>	21
1.5. Manutenção	21
1.6. Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC	23
1.6.1. <i>Histórico do PMOC</i>	23
1.6.2. <i>Definição</i>	23
1.6.3. <i>Legislação aplicável</i>	26
1.6.4. <i>Guia para inspeção de sistemas de ar condicionado</i>	27
2. METODOLOGIA	29
2.1. <i>Apresentação da Instituição</i>	29
2.2. Inventário das máquinas de ar condicionado da TV UFAM	30
2.3. Possíveis falhas no sistema	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	37
ANEXOS.....	39



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Wiilys Carrier	14
Figura 2 - Funcionamento do ar-condicionado.....	17
Figura 3 - Interior do ar-condicionado do tipo janela	18
Figura 4 – Split Hi Wall	20
Figura 5 - Split Cassete	20
Figura 6 – Split Piso-Teto.....	27
Figura 7 - Guia para verificação de um sistema de ar-condicionado, parte 1	27
Figura 8 - Guia para verificação de um sistema de ar-condicionado, parte 2.....	28
Figura 9 - Lista do inventário de máquinas de ar-condicionado da TVUFAM.....	30
Figura 10 - Disjuntor incorreto	31
Figura 10 – Isolamento elétrico mal executado.....	31
Figura 11 - Unidade condensadora sem tela de proteção.....	32
Figura 12 - PMOC	32



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACJ – Ar Condicionado tipo Janela.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado.

BTU- British Thermal Unit (Unidade Térmica Britânica).

HVAC – Heat, ventilating and air conditioning (Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado).

IBAMA-Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ISO - International Organization for Standardization (Organização Internacional para Padronização).

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle.

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)

UFAM – Universidade Federal do Amazonas.

INTRODUÇÃO

Na busca por um controle de temperatura em ambientes e visando o conforto térmico, surgiu o condicionador de ar, ou mais popularmente conhecido ar condicionado, graças ao avanço contínuo da tecnologia. O advento revolucionou de forma drástica e definitiva a forma como o ser humano encarava a sua vida e a sua relação com o mundo em que vivia, na qual ocorreram mudanças climáticas do planeta. Tais mudanças permanecem até hoje, com o aumento gradativo da temperatura global.

O ar condicionado é uma máquina que trata o ar de um ambiente fechado, capaz de controlar a sua temperatura e umidade seguindo o princípio da troca de calor, e para alcançar tal objetivo, utiliza um processo mecânico onde, a grosso modo, um fluido refrigerante é comprimido para aumentar sua temperatura e pressão, condensado, expandido para diminuir a sua temperatura e pressão e finalmente nesse estado, ao passar pela serpentina do evaporador, sofre a ação de uma insuflação de ar feito por um ventilador ou turbina. Tal ar é insuflado no ambiente resfriando-o durante esse processo e reduzindo a sua umidade. O ar condicionado também pode ser utilizado para aquecimento, utilizando o ciclo supracitado de maneira reversa.

O conforto térmico pode ser descrito como a sensação de bem-estar de uma pessoa em um ambiente, com relação à temperatura. Veremos ao longo do presente trabalho que a temperatura ideal fica em torno de 25°C, com uma variação de +- 2°C, e temperaturas muito elevadas ou muito reduzidas devem afetar a saúde de uma pessoa. Como o conforto térmico se torna altamente necessário para as atividades de qualquer organização, já que o mesmo afeta diretamente a produtividade de seus usuários, a busca da qualidade procura cada vez mais aperfeiçoar qualquer sistema diretamente ligado a essas atividades, onde a qualidade do ambiente se torna um fator imprescindível aos seus colaboradores e até mesmo a alguns equipamentos sensíveis à temperatura.

O Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) tem como objetivo: Garantir que o projeto e a execução da instalação sejam bem feitos; Garantir que a manutenção do sistema de climatização seja eficaz; Proporcionar bem-estar, conforto, produtividade e combater o absenteísmo ao trabalho; Corrigir e eliminar os problemas encontrados em edifícios de uso coletivo (''Síndrome dos Edifícios Doentes''), obtendo assim um ar puro, livre de bactérias as quais podem ser responsáveis por doenças respiratórias; Eliminar os problemas de saúde referentes à qualidade do ar. Foi instituído no Brasil através da portaria do Ministério da

Saúde de no. 3.523 de 28 de agosto de 1998 e deve ser implementado em ambientes com carga térmica igual ou superior a 5 TRs, ou 60.000 BTUs, por profissional técnico habilitado, neste caso, um Engenheiro Mecânico.

Na sede da TV UFAM, diariamente circulam em torno de 20 servidores (professores e técnico - administrativos), cerca de 50 alunos, outras dezenas de pessoas oriundas de empresas terceirizadas e visitantes. Existem também vários equipamentos de edição e transmissão de áudio e vídeo. Visando à integridade física de todas essas pessoas, e a necessidade de atender a legislação em vigor, torna-se imprescindível a implantação de um sistema de controle de qualidade do ar, ou seja, um PMOC.

Atualmente a sede da TV UFAM conta com um ar-condicionado tipo janela, dezenove condicionadores de ar tipo *split*, sendo dezoito do tipo *hi wall*, um *split* modelo piso-teto, e um *split* modelo cassete, que totalizam a carga térmica instalada de 290.00 Btu's. Tal carga térmica implica que, para atender a legislação vigente, deve ser implementado o plano de manutenção, operação e controle no edifício sede em questão.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Desenvolver e apresentar um plano de manutenção para os condicionadores de ar instalados no edifício sede da TV UFAM buscando atender a portaria N° 3.523, de 28/08/1998 da ANVISA, para a posterior implementação do PMOC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o inventário das máquinas de ar condicionado instaladas no edifício sede da TV UFAM;
- Identificar possíveis não conformidades no projeto instalado e propor as correções ou melhorias possíveis;
- Desenvolver o Plano de Manutenção e Controle dos aparelhos de condicionamento de ar do edifício sede da TV UFAM.
- Apresentar o Plano de Manutenção, Operação e Controle conforme a portaria 3.523 de 28 de agosto de 1998.

1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 - AR-CONDICIONADO

1.1.1 - A história do ar-condicionado

A primeira patente de uma máquina de refrigeração mecânica foi inglesa e data de 1834, cujo princípio é semelhante ao dos sistemas de refrigeração mecânica atuais. Na segunda metade do século XIX, os equipamentos de refrigeração mecânica utilizados eram volumosos, dispendiosos e não muito eficientes. Estes equipamentos eram também de natureza tal que requeriam a assistência permanente de um mecânico ou um engenheiro de operação. A partir de 1900, com a eletricidade chegando as residências e o desenvolvimento do motor elétrico, a refrigeração foi se tornando cada vez mais popular em todo o mundo, surgindo novas soluções para controlar a temperatura (GONÇALVES, 2005).

Segundo Antonovicz e Weber (2013), em 1902, o engenheiro norte-americano Willis Haviland Carrier (1876 – 1950) criou um processo mecânico para condicionamento de ar que deu origem ao condicionador de ar existente atualmente e que tem a finalidade de proporcionar conforto térmico em ambientes, sendo capaz de controlar a temperatura em níveis pré-estabelecidos pelos usuários. Carrier desenvolveu o processo ao buscar a solução para o problema de uma indústria do ramo de impressão em papel: Ao realizar impressões em folhas de papel, as altas temperaturas inerentes ao verão da região de *Nova York* e a sua umidade relativa do ar elevada, resultavam em não conformidade no produto final do processo de impressão, com as impressões borradas e/ou desfocadas. Então Carrier implementou uma máquina capaz de refrigerar o ambiente fabril através da circulação do ar por dutos artificialmente resfriados.

O objetivo do condicionamento de ar era para trazer conforto e desenvolvimento comercial e industrial. O condicionamento de ar trouxe melhorias não somente ao bem-estar aos trabalhadores em lugares fechados como prédios comerciais e industriais, mas também em satisfazer condições de processos, pois visa o conforto térmico das pessoas, pois controla a temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto condicionado (RODRIGUES, 2010).

Antonovicz e Weber (2013) menciona que doravante essa exitosa experiência, indústrias de diversos segmentos seguiram em busca de soluções para seus problemas com temperatura, como a indústria têxtil por exemplo, inclusive tendo o norte-americano Stuart Cramer oriundo de uma empresa desse segmento, que criou sua própria máquina e solicitou a patente do nome “ar-condicionado”, nome este que Carrier também acabaria adotando nos produtos da sua empresa posteriormente.

A aplicação da primeira máquina de ar-condicionado em residências teve início em 1914, com sua implantação feita por Carrier em uma mansão de Minneapolis. Tal equipamento era bem mais simples do que os que conhecemos atualmente, porém também tinha dimensões bem maiores para efeito de comparação. Neste mesmo ano aconteceu a primeira utilização do ar condicionado em um hospital, no *Allegheny General Hospital* de Pittsburgh, onde Carrier implementou o sistema para introduzir umidade em um berçário dedicado aos bebês prematuros do referido hospital, visando a redução da taxa de mortalidade desses pacientes.

A popularização do ar-condicionado nos Estados Unidos deu-se na década de 1920, com diversas instalações em locais públicos como em cinemas e lojas. O seu ápice foi em 1922, quando contribuiu de sobremaneira com a indústria cinematográfica através de sua utilização no *Grauman's Metropolitan Theater* de Los Angeles, onde antes a frequência do público nos meses de verão caía drasticamente devido o desconforto térmico ocasionado pelas altas temperaturas, e que causavam fechamento de várias salas por conta de falta de público. No fim dos anos 20, Carrier climatizou a Câmara do Deputados dos Estados Unidos da América, O Senado Americano e os escritórios da Casa Branca, sede do Executivo norte-americano.



Figura 1: Willis Carrier

Fonte: <http://www.williscarrier.com>, em 2017

Já no fim da década de 1930, mais precisamente em 1939, Willis Carrier desenvolveu um sistema de ar-condicionado para arranha-céus, com distribuição de ar em alta velocidade através de dutos batizados como “*Wheathermaster*”, otimizando as suas dimensões e deixando-o menor do que as máquinas utilizadas até então. Nesse mesmo ano, surgiu o primeiro ar-condicionado automotivo.

Nos anos 40 houve uma queda na produção dos equipamentos devido aos conflitos da 2ª Guerra Mundial, que ocasionou uma grave crise econômica. Todavia, com o término do conflito, houve a grande popularização do ar-condicionado doméstico, sendo utilizado em larga escala em prédios e residências que na época começaram a ser projetados e construídos totalmente adaptados para receberem os sistemas HVAC residenciais.

Com a alta demanda do fim dos anos 40, os anos 50 iniciaram com a produção e a comercialização em massa de centrais de ar-condicionado para residências. O sucesso estrondoso é observado com o esgotamento de todo o estoque em apenas duas semanas.

Em meados de 1960 o ar-condicionado já havia se tornado muito popular. Com isso, aconteceu a sua expansão mundial, ocasionando a queda dos preços, resultante da produção em maior escala e do desenvolvimento tecnológico, comportamento que perdura até os dias de hoje.

Um marco importante para a história do ar-condicionado aconteceu na década de 70: O surgimento do ar-condicionado de janela (ACJ), que contava com um sistema bem simples, porém de excepcional importância à época, composto basicamente da unidade condensadora, bobinas e o ventilador, e operava com o fluido refrigerante R12. Com os avanços tecnológicos que favoreciam à diminuição das dimensões das máquinas, foi a vez dos automóveis e seus usuários se beneficiarem em meados dos anos 80, pois os preços e a facilidade de instalação tornaram-nas bastante acessíveis.

A maioria das unidades de condicionamento de ar estão associadas a aplicações de conforto, visto que os sistemas para resfriamento de ar durante o verão tornaram-se obrigatórios em edifícios de grande porte no mundo inteiro, mesmo em regiões onde as temperaturas de verão não sejam elevadas (STOECKER e JONES, 1985).

Com a crescente preocupação com as causas ambientais, nos anos 90 houve a proibição do fluido R12, também conhecido como *Freon*, em vários países. Com isso, foram lançados no mercado fluidos refrigerantes menos nocivos ao meio-ambiente.

A área de refrigeração cresceu de tal maneira no último século que acabou por ocupar os mais diversos campos. Para conveniência de estudos, as aplicações da refrigeração podem ser classificadas dentro das seguintes categorias: doméstica, comercial, industrial, para transporte e para condicionamento de ar (RODRIGUES, 2010).

O ar-condicionado *Split* surgiu nos anos 2000 e é até hoje um grande sucesso. Com a separação da máquina em unidade interna e externa, que torna seu funcionamento mais silencioso que o ACJ para os ocupantes do ambiente interno, tornou-o o mais utilizado inicialmente em residências e, após um breve tempo, em todas as outras aplicações. A procura também aumentou pelo *Split* com tecnologia *inverter*, graças ao menor consumo de energia por ele proporcionado, fato muito relevante nas pesquisas atuais, que buscam continuamente máquinas mais potentes com menor consumo de energia, ou seja, mais eficientes.

1.2 – Conforto Térmico

De acordo com a norma ASHRAE 55-64, conforto térmico para uma pessoa pode ser definido como a satisfação com o ambiente térmico onde ela se encontra, que significa que a pessoa em questão não prefere um ambiente mais frio ou mais quente (FANGER, 1972).

Resumidamente, a ASHRAE considera, para os climas mais quentes, 25°C como temperatura ótima, podendo variar entre 23°C e 27°C, sendo que estes valores são aplicáveis para a velocidade do ar de 0,5 m/s, umidade relativa entre 40% e 60%, vestimenta de meia estação, pessoa sentada, ocupação sedentária e temperatura radiante média igual a temperatura do ar (VILLANI, 2000).

Segundo Hansen (1991), um aspecto importante sobre as condições térmicas é a salubridade do ambiente. Neste sentido considera como principais os seguintes fatores: temperatura, umidade e a quantidade de ar exterior introduzida no ambiente. Altas temperaturas podem afetar a acuidade mental e, não obstante, em conjunto com alta umidade pode acelerar a liberação de componentes orgânicos voláteis, aumentando assim a sensibilidade dos ocupantes a contaminantes. Já com a baixa umidade, ocorre o ressecamento da parte interna do nariz, diminuindo a quantidade de muco e favorecendo a entrada de micro-organismos no corpo, como fungos, bactérias e vírus.

Diante o exposto, o conforto térmico é de grande importância para os usuários de um edifício e tem grande influência na produtividade, saúde e bem-estar de seus usuários, auxiliando assim as instituições na busca do cumprimento de metas e objetivos.

1.3 O ar-condicionado: Definição

O condicionador de ar é um aparelho que tem como objetivo tratar o ar de um ambiente, proporcionando condições de temperatura e umidade ideais para o ser humano. Projetado para proporcionar conforto térmico a um ambiente fechado e para ser instalado em janelas, paredes, casas de máquinas, etc., compõe-se de um sistema de refrigeração e desumidificação com circulação e filtragem do ar, podendo, ainda, incluir renovação do ar e aquecimento (GONÇALVES, 2005).

Na concepção de Villani (2000), as principais funções do ar-condicionado são: resfriar, aquecer, umidificar, desumidificar, purificar e distribuir o ar adequadamente, a fim de garantir condições de conforto térmico e saúde para os usuários do ambiente.

O sistema de ar condicionado controla a qualidade do ar interior por meio de renovação por ar exterior e pela filtragem de todo o ar insuflado. A renovação reduz a concentração no ambiente de poluentes gasosos, biológicos e químicos, que não são retidos nos filtros. A filtragem do ar tem como função reduzir a concentração, no ambiente, de poluentes trazidos do ar exterior e os gerados internamente, os quais são transportados pelo ar recirculado, evitando sua acumulação no sistema. (NBR 16401, 2008).

O princípio de funcionamento dos condicionadores de ar, nada mais é do que a troca de calor do ambiente, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou aumento de temperatura, dependendo do ciclo utilizado (quente ou frio), baixando a umidade relativa do ar.

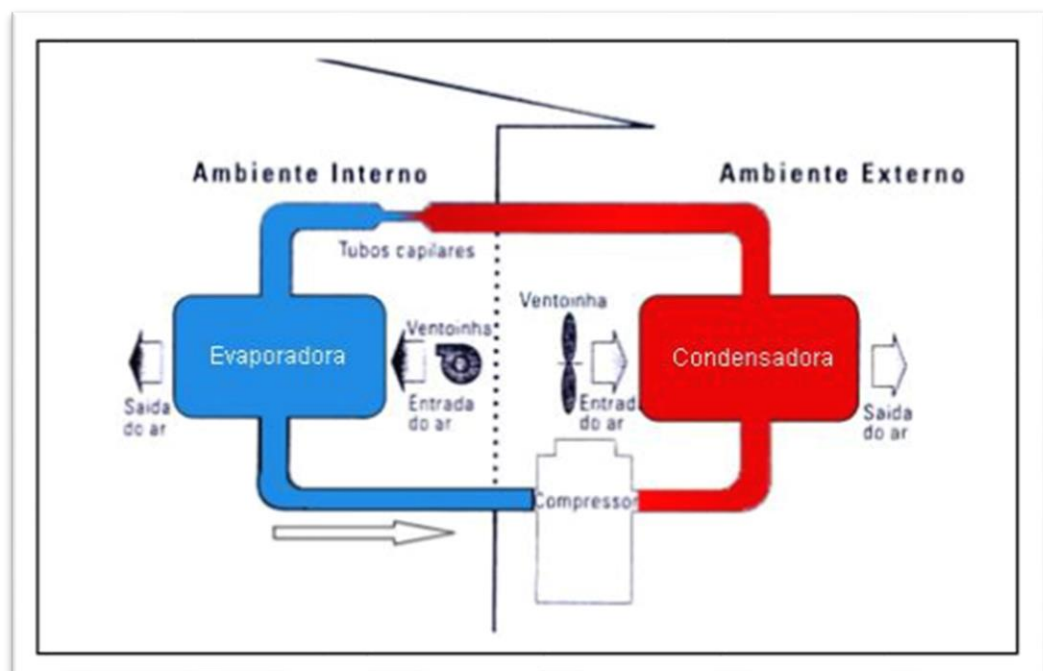


Figura 2: Funcionamento do ar-condicionado

Fonte: Antonovicz e Weber (2013)

Na figura 2 o compressor comprime o gás frio, fazendo com que ele se torne gás quente de alta pressão (em vermelho na figura 2). Este gás quente corre através de um trocador de calor para dissipar o calor e se condensa para o estado líquido. O líquido escoo através de uma válvula de expansão e no processo ele vaporiza para se tornar gás frio de baixa pressão (em azul na figura 2). Este gás frio corre através de trocador de calor que permite que o gás absorva calor e esfrie o ar de dentro do ambiente. (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

Devido a crescente urbanização e industrialização da sociedade, as pessoas estão dependendo cada vez mais tempo em ambientes interiores, climatizados artificialmente através de sistemas de ar-condicionado. Neste contexto, a principal finalidade do sistema de ar-condicionado é o conforto térmico. (FANGER, 1986).

1.4 – Tipos de equipamentos de ar-condicionado utilizados na TV UFAM

1.4.1 – ACJ (Ar condicionado tipo janela)

Este equipamento é indicado para ambientes de pequenas proporções. São mais compactos, já que a condensadora e a evaporadora estão no mesmo gabinete. Ele é colocado na abertura da parede ou janela. Esse sistema é indicado para uso residencial. Cabe salientar que nesse tipo de ar condicionado, todos os componentes fazem parte de um único equipamento compacto (Figura 4). Isto é, os mecanismos que geram ruídos não são isolados, o som do funcionamento da máquina pode ser ouvido no ambiente (STOECKER e JONES,1985).

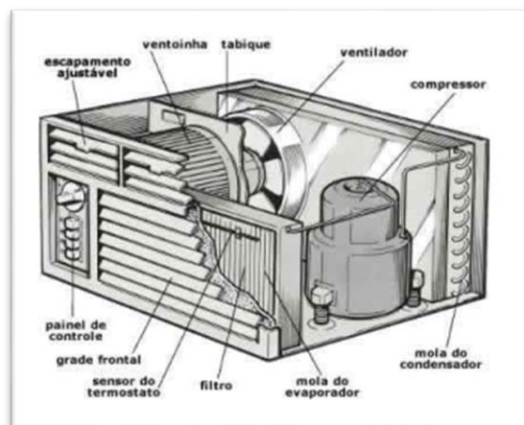


Figura 3: Interior do ar-condicionado do tipo janela
Fonte: Soares (2014)

O ar de janela apresenta algumas vantagens: normalmente pode ser adquirido por um valor mais barato em relação às outras linhas de condicionadores de ar (*split*, piso teto, etc.), são mais compactos – a condensadora, o compressor e a evaporadora são no mesmo gabinete – e são mais fáceis para instalar. Ideais para ambientes pequenos ou para locais em que o nível de ruído não é um problema, pois geram um maior nível de ruídos e sofrem algumas restrições nas instalações em condomínios/edifícios pela estética da fachada. A vida útil do aparelho tipo janela pode variar de 10 a 15 anos dependendo das condições do ambiente. Hoje alguns modelos, principalmente com compressores rotativos, estão apresentando uma redução de até 25% no consumo de energia elétrica (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

1.4.2 – Split Hi-Wall

Este tipo de ar condicionado é composto por duas unidades: uma que fica no ambiente interno (evaporadora) e a outra que fica no ambiente externo (condensadora). Esse sistema é indicado para uso residencial.

O ar-condicionado do tipo Hi-Wall é um split que permite a instalação na parede, por isso ele também é chamado de “parede”. É o tipo mais comum de split, podendo ser encontrado, principalmente, em residências e em estabelecimentos comerciais de pequeno porte. O split Hi-Wall pode ser instalado próximo ao teto, a uma distância entre 15 e 30 cm, o que não é uma regra. A distância da tubulação entre as unidades interna e externa vai depender de cada fabricante, assim como o desnível máximo entre essas duas unidades. Em relação ao modelo de janela, o Hi-Wall tem o custo de instalação mais elevado, pois é necessário fazer buracos na parede para a passagem da tubulação, e é preciso também fixar bases na parede externa da casa onde ficará a unidade externa. Disponível nas capacidades 7.000, 7.500, 8.500, 9.000, 12.000, 18.000, 22.000 e 30.000 Btu/h (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

Também o split Hi-Wall apresenta como características o baixo nível de ruído e baixa vazão de ar. Além disso, o cliente possui uma grande variedade de equipamentos para atender sua exigência em termos de custo, estética e consumo de energia (SOARES, 2014).

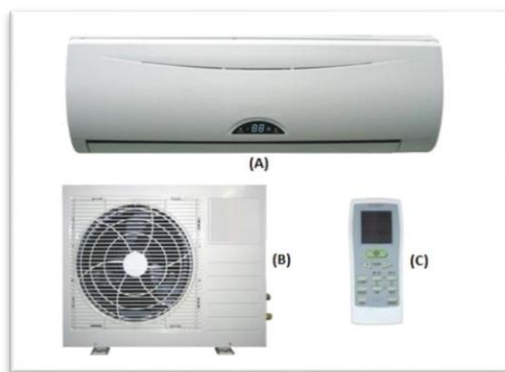


Figura 4: Split Hi Wall
Fonte: Soares (2013)

1.4.3 – Split Cassete

Modelo de ar-condicionado do tipo Split que possui até quatro vias para a saída do ar e geralmente instalado embutido no teto ou no forro. Sistema indicado para uso residencial (RENABRAVA 06-03/2016).

O cassete é indicado para ambientes de médio porte, residenciais ou comerciais. Pode ser encontrado, principalmente, em salas de aula em universidades, bancos, escritórios, salões de festas, etc. Uma das principais vantagens desse tipo de split é que ele fica embutido no teto, sem contar que é possível controlar o fluxo de ar em cada aleta, individualmente (dependendo do fabricante). É possível encontrar, no mercado brasileiro, cassetes com capacidade de 18.000 Btu/h, 24.000 Btu/h, 30.000 Btu/h, 36.000 Btu/h, 41.000 Btu/h, 48.000 Btu/h, 51.000 Btu/h e 60.000 Btu/h. Praticamente todos os principais fabricantes de ar-condicionado possuem modelos de split cassete (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).



Figura 5: Split Cassete
Fonte: Soares (2013)

1.4.4 – Split Piso-Teto

O ar condicionado Split Piso Teto é um modelo que traz a possibilidade de ser instalado no piso ou no teto e conta com um forte desempenho para refrigeração. A capacidade de refrigeração do ar condicionado piso teto pode variar de 18.000 Btu/h à 80.000 Btu/h. Sua principal característica é o bom aproveitamento de espaço e permite que a instalação seja versátil, ou seja, instalado nas posições: Sobre o piso (também chamado de console), na parede e no teto. Liberando um espaço maior para o tráfego de pessoas ou objetos. A instalação do piso teto é indicada para médios e grandes ambientes, residencial ou comercial. Ambientes que tenham muita circulação, aglomeração de pessoas e ambientes com o pé direito muito alto, pois sua vazão de ar é maior que os tradicionais split hi wall (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).



Figura 6: Split Piso-Teto
Fonte: Soares (2013)

1.5 – MANUTENÇÃO

Segundo MONCHY, “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. KARDEC & NASCIF define a manutenção industrial como “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

Manutenção é toda ação realizada em um equipamento, conjunto de peças, componentes, dispositivos, circuitos ou estruturas que se esteja controlando, mantendo ou restaurando, a fim de que o mesmo permaneça em operação ou retorne à função requerida, ou seja, o conjunto de condições de funcionamento para o qual o equipamento foi projetado, fabricado ou instalado. O equipamento deve desempenhar sua função requerida com segurança e eficiência, considerando as condições operativas, econômicas e ambientais (BLACK, 1991).

SLACK et al. classificam os seguintes objetivos da Manutenção: 1) Redução de Custos: através da Manutenção Preventiva podem-se reduzir defeitos, impactando em menos ações corretivas, as quais têm valor de custo mais elevado que as ações de prevenção; 2) Maior Qualidade de Produtos: equipamentos em estado perfeito de funcionamento garantem a qualidade dos produtos finais; 3) Maior Segurança: setor produtivo limpo e em boas condições de operação propicia maior segurança, confiança e motivação aos trabalhadores; 4) Melhor Ambiente de Trabalho: ambiente de trabalho limpo, seguro e organizado através de atividades da Manutenção Autônoma, melhoram o nível de trabalho dos funcionários; 5) Desenvolvimento Profissional: o programa de Manutenção Produtiva Total desenvolve novas habilidades e também crescimento profissional aos trabalhadores pelo seu envolvimento direto nas decisões de aumento de produtividade da empresa; 6) Maior vida útil dos equipamentos: o programa objetiva o aumento da vida útil dos equipamentos, através de ações de prevenção e melhorias específicas nos equipamentos; 7) Maior confiabilidade dos Equipamentos: equipamentos bem cuidados têm intervalos de tempo maiores de uma falha para outra, o que resulta em maior disponibilidade e velocidade de produção; 8) Instalações da Produção com maior valorização: instalações bem mantidas têm maior valor de mercado; 9) Maior Poder de Investimento: a redução de custos obtida através da TPM tem relação direta com o aumento de investimentos, o que beneficia os acionistas, os funcionários e a comunidade ao entorno da empresa; 10) Preservação do Meio Ambiente: com o bom regulamento das máquinas, advindo da TPM, há economia de recursos naturais e diminuição dos impactos ambientais.

Uma manutenção criteriosa e regular dos equipamentos e instalações em uma edificação oferece tranquilidade na execução dos serviços, aumenta a produtividade e influencia os custos. Os procedimentos da manutenção preventiva envolvem estipular uma rotina de horário e dia, pois aumenta a qualidade, a vida útil do equipamento e das redes e diminui o desperdício, além de melhorar a qualidade ambiental, a saúde do usuário e as condições seguras de trabalho (ARAÚJO, 2011).

Nos ambientes fechados não tem circulação de ar, como os poluentes existentes, como fungos, poeira, fumo, bactérias, ácaros e bolor, que ficam retidos nos filtros, turbinas e

serpentina dos equipamentos. Para a prevenção das doenças que são causadas por esses poluentes, deve ser feita manutenção periódica nos equipamentos, proporcionando uma maior eficiência devido à desobstrução dos filtros e um menor consumo de energia (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

1.6 – PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE – PMOC

1.6.1 – Histórico do PMOC

A suspeita de que a qualidade do ar no gabinete do Ministro das Comunicações Sérgio Motta agravou as condições que levaram à sua morte em abril de 1998, incentivou a criação da Portaria Nº 3.523. Em 28 de agosto do mesmo ano, o Ministro de Estado da Saúde, José Serra, decretou a Portaria, que exige a manutenção dos aparelhos de ar condicionado e determina procedimentos de limpeza e manutenção da integridade e eficiência dos componentes dos sistemas de climatização. Tais procedimentos obrigatórios inexistiam na legislação brasileira até então.

1.6.2 - Definição

O PMOC é o Plano de Manutenção Operação e Controle, o qual é uma medida estipulada pelo Ministério da saúde em conjunto com o Ministério do Trabalho e Emprego para monitorar e adequar a qualidade do ar em ambientes de uso coletivo; considerando a preocupação mundial com a qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados e a ampla e crescente utilização de sistemas de ar condicionado no país, em função das condições climáticas (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

O PMOC tem como objetivos principais: Garantir que o projeto e a execução da instalação sejam adequados e que a manutenção do sistema de climatização seja eficaz; proporcionar bem-estar, conforto, produtividade e combater o absenteísmo ao trabalho; corrigir e eliminar os problemas encontrados em edifícios de uso coletivo (“Síndrome dos Edifícios Doentes”); eliminar os problemas de saúde referentes à qualidade do ar.

Síndrome dos Edifícios Doentes consiste no surgimento de sintomas que são comuns à população em geral, mas que, numa situação temporal, pode ser relacionado a um edifício em particular. Um incremento substancial na prevalência dos níveis dos sintomas, antes relacionados, proporciona a relação entre o edifício e seus ocupantes. (Portaria 3.523/98 GM)

Vale ressaltar que a Constituição da República Federativa do Brasil nos diz no art. 225 que “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Logo, a Portaria 3.523 de 1998 tem o embasamento legal para a sua existência na Carta Magna.

No caso do descumprimento da Portaria supracitada, o proprietário ou locatário do imóvel ou preposto, assim como o responsável técnico, ficará sujeito às penalidades previstas na Lei 6.437 de 20 de agosto de 1977, sem prejuízo de outras penalidades, que tem a seguinte redação:

“ Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências

§ 1º A pena de multa consiste no pagamento das seguintes quantias: (Incluído pela Medida Provisória nº 2.190-34, de 2001)

I - nas infrações leves, de R\$ 2.000,00 (dois mil reais) a R\$ 75.000,00 (setenta e cinco mil reais); (Incluído pela Medida Provisória nº 2.190-34, de 2001)

II - nas infrações graves, de R\$ 75.000,00 (setenta e cinco mil reais) a R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais); (Incluído pela Medida Provisória nº 2.190-34, de 2001)

III - nas infrações gravíssimas, de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais) a R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais). (Incluído pela Medida Provisória nº 2.190-34, de 2001)

§ 2º As multas previstas neste artigo serão aplicadas em dobro em caso de reincidência. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.190-34, de 2001). ”

Os proprietários, locatários e prepostos, responsáveis por sistemas de climatização com capacidade acima de 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 Btu/h), deverão manter um responsável técnico habilitado, com atribuições para promover implantação e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção, Operação e Controle — PMOC, adotado para o sistema de climatização. Este Plano deve conter a identificação do estabelecimento que possui ambientes climatizados, a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade das mesmas, as recomendações a serem adotadas em situações de falha do equipamento e de emergência, para garantia de segurança do sistema de climatização e outros de interesse, conforme

especificações contidas no Regulamento Técnico e NBR 13971/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas — ABNT; E também garantir a aplicação do PMOC por intermédio da execução contínua direta ou indireta deste serviço, manter disponível o registro da execução dos procedimentos 27 estabelecidos no PMOC e divulgar os procedimentos e resultados das atividades de manutenção, operação e controle aos ocupantes (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

A Portaria 3.523/98 afirma que “ Os órgãos competentes de Vigilância Sanitária são os responsáveis por fazer cumprir este Regulamento Técnico, mediante a realização de inspeções e de outras ações pertinentes, com o apoio de órgãos governamentais, organismos representativos da comunidade e ocupantes dos ambientes climatizados. “

De acordo com a Resolução RE 9 da ANVISA, a análise da qualidade do ar deve ser feita com a periodicidade semestral e recomenda que seja feita somente por laboratórios especializados, com certificação ISO 17.025, para garantir maior confiabilidade e rastreabilidade dos resultados obtidos. Recomenda ainda que as análises laboratoriais e sua responsabilidade técnica devem obrigatoriamente estar desvinculadas das atividades de limpeza, manutenção e comercialização de produtos destinados ao sistema de climatização.

As práticas de manutenção devem ser aplicadas em conjunto com as recomendações de manutenção mecânica da NBR 13.971 - Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de Ar e Ventilação - Manutenção Programada da ABNT, assim como aos edifícios da Administração Pública Federal o disposto no capítulo Práticas de Manutenção, Anexo 3, itens 2.6.3 e 2.6.4 da Portaria n.º 2296/97, de 23 de julho de 1997, Práticas de Projeto, Construção e Manutenção dos Edifícios Públicos Federais, do Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado – MARE.

O somatório das práticas de manutenção para garantia do ar e manutenção programada visando o bom funcionamento e desempenho térmico dos sistemas, permitirá o correto controle dos ajustes das variáveis de manutenção e controle dos poluentes dos ambientes.

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.

1.6.3 – Legislação aplicável

- PMOC – Portaria No. 3.523/GM (28 de agosto de 1998);
- ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR – Resolução - RE Nº 9 (16 de janeiro de 2003);
- RESPONSABILIDADE TÉCNICA – CREA;
- NBR 16.401/08 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários;
- NBR 14.644 (ISO 14.644) Substituindo a NBR 13.700 - Classificação das áreas de contaminação controlada;
- NBR 13.971/97 Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação; Manutenção Programada;
- NBR 7256 Tratamento de ar em estabelecimentos de saúde (EAS) Requisitos para projeto e execução das instalações;
- NBR 14518 Sistemas de ventilação para cozinhas profissionais;
- NBR 15.848/10 - Sistemas de Ar Condicionado e Ventilação - Procedimentos e Requisitos Relativo às Atividades de Construção, Reformas, Operação e Manutenção das Instalações que Afetam a Qualidade do Ar Interior;
- NBR 14.679/01 - Sistemas de Condicionamento de Ar e Ventilação - Execução de Serviços de Higienização;
- Lei nº 6.437 (20 de agosto de 1977) - Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências;
- Lei nº 6.938 (31 de agosto de 1981) - Da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução CONAMA 003 (28 de junho de 1990);
- NORMATIVA nº 14 - MMA (20 de dezembro de 2012) - Dispõe sobre o controle das importações e liberação para a atmosfera de SDO;
- Lei nº 9.605 (12 de fevereiro de 1998) - Lei dos Crimes Ambientais;
- Decreto nº 6.514 (22 de julho de 2008) - DAS INFRAÇÕES E SANÇÕES ADMINISTRATIVAS AO MEIO AMBIENTE;
- Portaria nº 2296 (23 de julho de 1997) - Práticas de Projeto, Construção e Manutenção dos Edifícios Públicos Federais.

1.6.4 - Guia para inspeção de sistemas de ar condicionado

O Departamento Nacional de Qualidade de Ar Interno da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento elaborou um documento para orientação dos profissionais envolvidos, para conhecimento dos usuários do sistema e para definir rotinas para padronização dos procedimentos de inspeção. Podemos vê-lo abaixo:

VERIFICAÇÃO DE UM SISTEMA DE AR CONDICIONADO - DOCUMENTOS		
Documentos básicos a serem solicitados:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. P.M.O.C – Plano de Manutenção, Operação e Controle 2. A.R.T – Anotação de Responsabilidade Técnica (CREA – Conselho Regional Engenharia e Agronomia) 3. Planta do sistema de ar condicionado 4. Análise da Qualidade do Ar Climatizado 		
DOCUMENTOS	SIM	NÃO
✓ Verificar se o PMOC foi elaborado conforme Portaria 3523/98 – Ministério da Saúde, Resolução Complementar No 09/2003 da ANVISA e ABNT NBR 13971. Com os seguintes itens:		
• Descrição dos dados completos da empresa e do mantenedor do ar condicionado;		
• Número de ocupantes fixos e flutuantes descritos;		
• Relação de ambientes definidos com as respectivas áreas e cargas térmicas;		
• Anotação de Responsabilidade Técnica recolhida e dentro da validade do contrato de manutenção eletromecânica, assinada por engenheiro mecânico e segurança do trabalho (CONFEA em sua Resolução 218/73 e complementada pela Lei 7.410/85 e Decreto 92.530/86)		
✓ Desenhos organizados para consulta do <i>as-built</i> do sistema de ar condicionado com apresentação das dimensões dos dutos, suas vazões de ar, bocas de distribuição e localização das portas de inspeção e acesso aos dutos;		
✓ Documentação de todos os produtos usados no tratamento, limpeza e higienização de torres, serpentinas e bandejas (Ficha de Segurança de Produtos Químicos e Ficha Técnica de utilização);		
✓ Autorização emitida pelo IBAMA, em nome empresa mantenedora, que a mesma está apta a manusear gases refrigerantes;		
✓ Relatórios semestrais das análises microbiológicas, físico-químicas do ar interno, realizadas por laboratório acreditado INMETRO, norma NBR ISO/IEC 17.025, na quantidade descrita na RE-09 e com rastreabilidade de informação nas amostras e resultados (certificados de calibração);		
✓ Relatório semestral de análise da bactéria de <i>Legionella</i> no sistema de água de condensação das torres de resfriamento;		
OBSERVAÇÕES:		

Figura 7: Guia para verificação de um sistema de ar-condicionado, parte 1
Fonte: RENABRAVA RE6

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi desenvolvida para o alcance dos objetivos definidos, após a verificação de orientações e recomendações de diversas obras existentes na literatura sobre o assunto.

Este trabalho é um estudo de caso da TV Universitária da Universidade Federal do Amazonas – TV UFAM, pois “estudo de caso é o circunscrito a uma ou poucas unidades, entendidas essa como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um país. Tem caráter de profundidade e detalhamento (VERGARA, 2000, P. 49).”

A realização de um inventário das máquinas de ar condicionado é um passo primordial para a verificação do estado atual do projeto de máquinas atualmente utilizado no edifício. Essa ação possibilita a observação de possíveis discrepâncias no sistema utilizado, seja por falhas de projeto ou de execução. Concomitantemente, foi realizada inspeção visual dos componentes do sistema com o intuito de que outras falhas fossem localizadas.

Portanto, as ações foram direcionadas para que os objetivos fossem alcançados com sucesso, garantindo a qualidade do ar do ambiente para os seus usuários.

2.1 – Apresentação da Instituição

A Universidade Federal do Amazonas é uma instituição de ensino superior federal pública brasileira, a maior do Estado do Amazonas, e seu campus sede está localizado em Manaus, em uma área de aproximadamente 6.700.000 m² que é a maior área de fragmento florestal urbano do Brasil dedicado à uma Universidade. O clima de Manaus é considerado tropical úmido e, devido à proximidade da linha do Equador, tem-se temperaturas altas durante todo o ano, sendo a média compensada 26,7°C e a máxima registrada de 39°C, dados do Instituto Nacional de Meteorologia.

O edifício sede da TV UFAM está situado no Setor Sul do referido campus universitário, possuindo uma área construída de 300 m², sendo frequentado diariamente por servidores que nele trabalham, alunos e visitantes que circulam por suas dependências, que são: recepção, dois estúdios, departamento técnico, almoxarifado, sala de transmissão (Master), camarim, sala de jornalismo, sala de reunião, diretoria, copa, cozinha e banheiros. Todos os

ambientes, excetuando-se os de circulação, cozinha e banheiros, contam com sistemas de climatização.

2.2 - Inventário das máquinas de ar condicionado da TV UFAM

O inventário das máquinas utilizadas no edifício sede da TV UFAM foi realizado no local, por meio de inspeção visual. No edifício foram localizadas 14 máquinas de ar-condicionado, distribuídos por 14 ambientes e totalizando uma carga térmica de 253.000 Btu's.

TV UFAM SEDE: 14 máquinas; 253.000 Btu's					
AMBIENTE	TIPO	MODELO	Nº PATRIMÔNIO	MARCA	CAPACIDADE
Arquivo	ACJ		266784	Springer	10000
Sala de áudio	Split	Hi Wall	256849	Midea	9000
Copa	Split	Hi Wall	255633	Midea	9000
Diretoria	Split	Hi Wall	255634	Midea	12000
Estúdio A	Split	Piso-Teto	278505	Carrier	36000
Estúdio B	Split	Hi Wall	215666	Novexium	24000
Jornalismo	Split	Piso-Teto	275311	Carrier	36000
Técnica	Split	Hi Wall	23547	Innovair	12000
Sala de Transmissão	Split	Hi Wall	215665	Novexium	24000
Sala de Pós-Produção	Split	Hi Wall	255635	Midea	12000
Reunião	Split	Cassete	279564	Carrier	36000
Recepção	Split	Hi Wall	215672	Midea	12000
Switther do Estúdio A	Split	Hi Wall	215669	Midea	12000
Switther do Estúdio B	Split	Hi Wall	215652	Midea	9000

Figura 9: Lista do inventário de máquinas de ar-condicionado da TVUFAM
Fonte: O autor, em 2017.

2.3 – Possíveis falhas no sistema

Após uma vistoria realizada em o sistema de climatização do edifício através de inspeção visual, em que foram verificados aspectos de instalação como drenos, fixações de

peças e equipamentos, ligações elétricas. Evidenciamos três problemas de instalação, os quais citamos abaixo.

No quadro elétrico do sistema de ar-condicionado foi evidenciado que uma máquina cuja corrente máxima, ou corrente de pico, é de 5.5A. Todavia, como mostra a Figura 10, o disjuntor utilizado para esta máquina tem a capacidade de 30A, o que inviabiliza a proteção para sobrecarga de corrente aconselhável para o correto funcionamento.

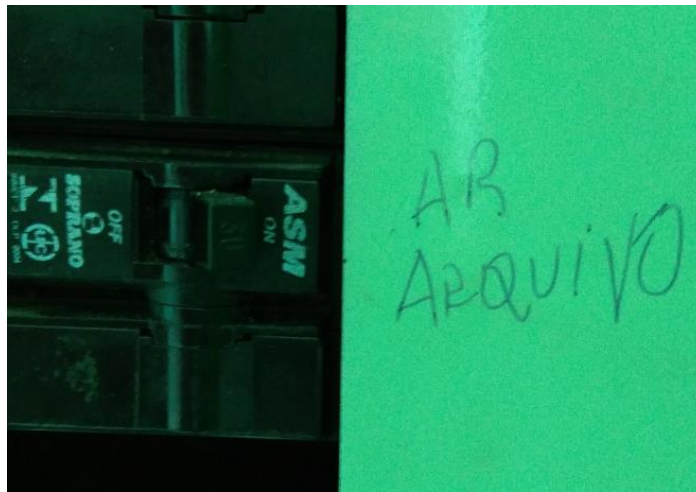


Figura 10: Disjuntor incorreto
Fonte: O autor, em 2017.

Na Figura 11 podemos visualizar que o isolamento da ligação entre cabos de alimentação foi realizado com material inapropriado. Neste caso foi utilizada uma fita adesiva de aplicação geral e não para o fim específico ideal, inclusive estava descolando, podendo futuramente causar danos ao equipamento ou até mesmo acidentes graves com pessoas.



Figura 11: Isolamento elétrico mal executado
Fonte: O autor, em 2017.

Na Figura 12 pode-se notar uma unidade condensadora de uma máquina sem a grade de proteção do ventilador, gerando risco de penetração de corpos estranhos ao equipamento e consequente dano ao mesmo, além de possíveis acidentes.



Figura 12: Unidade condensadora sem tela de proteção
Fonte: O autor, em 2017.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do PMOC para o edifício sede da TV UFAM ocorreu após a análise dos dados obtidos com o inventário e do estudo aprofundado da legislação aplicável ao PMOC. A seção de resultados de análise da qualidade do ar interno que deve constar no mesmo deve ser anexada e não será disposta nesse estudo, assim como: o desenho do as-built do sistema de ar-condicionado; todos os documentos de produtos utilizados no tratamento, limpeza e higienização de torres, serpentinas e bandejas; ART recolhida e dentro da validade assinada por Engenheiro Mecânico; autorização emitida pelo IBAMA e relatório semestral de análise da bactéria de Legionella.

O resultado foi a tabela abaixo, onde tem-se a descrição dos dados completos da instituição e do mantenedor do ar-condicionado e a divisão por tipo de máquina de ar-condicionado:

Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes:			
Nome / Edifício / Entidade			
Endereço completo			Contrato:
CEP	Bairro	Cidade	Estado
Telefone		FAX	
Identificação do (x) Proprietário () Locatário () Preposto:			
Nome / Razão Social			
Endereço completo			CNPJ
Identificação do Responsável Técnico:			
Nome / Razão Social			CNPJ
Endereço completo			Telefone
Endereço eletrônico			FAX
Registro no Conselho de Classe			ART
Assinado:			

Relação dos ambientes climatizados:

Identificação do Ambiente	Área Climatizada (m ²)	Tipo Atividade	Nr.# Ocupantes		Equipamento TAG	Carga Térmica (TR)
			Fixos	Flutuantes		
ARQUIVO - ACJ 10000 Btu/h	8,2	ARQUIVO	1	1	CA-01	0,83
SALA DE ÁUDIO - SPLIT HI WALL 9000 Btu/h	8	SALA DE ÁUDIO	1	0	CA-02	0,75
COPA - SPLIT HI WALL 9000 Btu/h	4	COPA	0	4	CA-23	0,75
DIRETORIA - SPLIT HI WALL 9000 Btu/h	12	DIRETORIA	1	2	CA-24	0,75
ESTÚDIO A - SPLIT PISO-TETO 36000 Btu/h	35	ESTÚDIO A	0	16	CA-25	3
ESTÚDIO B - SPLIT HI WALL 24000 Btu/h	30	ESTÚDIO B	0	4	CA-26	2
JORNALISMO - SPLIT PISO-TETO 36000 Btu/h	32	JORNALISMO	5	7	CA-03	2,5
SALA TÉCNICA - SPLIT HI WALL 12000 Btu/h	13	SALA TÉCNICA	3	0	CA-14	1
SALA DE TRANSMISSÃO - SPLIT HI WALL 24000 Btu/h	27	SALA DE TRANSMISSÃO	2	3	CA-04	2
PÓS-PRODUÇÃO - SPLIT HI WALL 12000 Btu/h	13	PÓS-PRODUÇÃO	2	0	CA-05	0,75
RECEPÇÃO - SPLIT HI WALL 12000 Btu/h	14	RECEPÇÃO	1	4	CA-18	1
REUNIÃO - SPLIT CASSETE 36000 Btu/h	38	REUNIÃO	0	20	CA-08	3
SWITTER A - SPLIT HI WALL 12000 Btu/h	13	SWITTER A	3	0	CA-09	1
SWITTER B - SPLIT HI WALL 9000 Btu/h	8	SWITTER B	2	0	CA-06	14

Relação dos equipamentos:

Item	Equipamento	Marca	Tipo	Serial	Tensão	Capacidade	Atende:
1	CA-01	Springer	ACJ	S/ID	220	0,83	ARQUIVO
2	CA-02	Midea	Hi Wall	S/ID	220	0,75	SALA DE ÁUDIO
3	CA-23	Midea	Hi Wall	S/ID	220	0,75	COPA
4	CA-24	Midea	Hi Wall	2900B00503	220	0,75	DIRETORIA
5	CA-25	Carrier	Piso-Teto	0807B34666	220	3	ESTÚDIO A
6	CA-26	Novexium	Hi Wall	0507B12036	220	2	ESTÚDIO B
7	CA-03	Carrier	Piso-Teto	S/ID	220	2,5	JORNALISMO
8	CA-14	Innovair	Hi Wall	S/ID	220	1	SALA TÉCNICA
9	CA-04	Novexium	Hi Wall	1700B04879	220	2	SALA DE TRANSMISSÃO
10	CA-05	Midea	Hi Wall	2999B57825	220	0,75	PÓS-PRODUÇÃO
11	CA-18	Midea	Hi Wall	1700B04878	220	1	RECEPÇÃO
12	CA-08	Carrier	Cassete	1700B08345	220	3	REUNIÃO
13	CA-09	Midea	Hi Wall	5099Y40908	220	1	SWITTER A
14	CA-06	Midea	Hi Wall	S/ID	220	14	SWITTER B

Controle de Manutenção Preventiva:

CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA																	
CONDICIONADOR TIPO JANELA																	
Marca:		MODELO:															
		SERIE:		Contrato:													
				Início:													
TAG:		LOCAL INSTALAÇÃO:		Ano:													
Nº	SERVIÇOS	F	MESES														
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ			
1	Medir Tensão Elétrica	R-S 30															
2	Medir Corrente Elétrica	R 30															
		S 30															
3	Medir temperatura do ar:	Retorno 30															
		Insuflamento 30															
4	Limpar espelho frontal	30															
5	Verif. funcionamento das chaves seletoras	30															
6	Limpar filtro de ar	30															
7	Verificar o funcionamento dos dispositivos de proteção e acionamento.	90															
9	Substituir filtros danificados	180															
10	Limpar a bandeja e a câmara de insuflamento	180															
11	Remover o aparelho, para lavagem completa de serpentinas e gabinete.	180															
15	Ajustar as aletas das serpentinas	180															
16	Verif. folgas das buchas do motor do vent.	180															
17	Lubrificar buchas do motor do ventilador	180															
18	Verificar e eliminar através de lixamento e pintura, eventuais focos de oxidação nos gabinetes e chassis.	180															
19	Verificar os Capacitores de motores e compressor	180															
20	Verificar e eliminar superaquecimento de cabos ou conectores.	180															
21	Verificar estado da hélice	180															
23	Vistoriar circuitos para localização e eliminação de vazamentos, se necessário.	365															
26	Verificar e corrigir vedação parede	365															
27	Preencher relatório de manutenção	30															
			DATA:														
			VISTO MECÂNICO:														
			VISTO SUPERVISOR:														
OBSERVAÇÕES:																	

CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA														
CONDICIONADOR TIPO SPLIT														
FABRICANTE: Midea				MODELO:				SÉRIE:						
				MODELO:				SÉRIE:				Contrato:		
												Início:		
TAG:				LOCAL INSTALAÇÃO:								Ano:		
Nº	SERVIÇOS	F	MESES											
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	Medir Tensão elétrica	R-S	30											
		R-T	30											
		S-T	30											
2	Medir Corrente elétrica	R	30											
		S	30											
		T	30											
3	Medir temperatura do ar:	insufl.	30											
		retorno	30											
4	Verificar se todas as funções estão operando		30											
5	Verificar se não existem obstruções para a correta passagem de ar, tanto de insuflamento como de retorno.		30											
6	Limpar o filtro de ar		30											
7	Verificar estado dos filtros de ar. Substituir se necessário.		30											
8	Substituir os filtros de ar descartáveis.		90											
9	Verificar se a água de condensação está sendo drenada livremente.		30											
10	Efetuar a limpeza da bandeja de drenagem		30											
11	Limpar a unidade condensadora externamente. Não é necessário aplicar detergente.		90											
12	Efetuar reaperto dos conectores elétricos.		30											
13	Verificar se existe superaquecimento de cabos ou conectores. Eliminar ou substituir conexões defeituosas.		30											
14	Verificar o funcionamento dos dispositivos de proteção e acionamento.		30											
15	Verificar/eliminar através de lixamento e pintura, eventuais focos de oxidação.		90											
16	Vistoriar e corrigir se necessário, o isolamento das linhas frigorígenas.		180											
17	Vistoriar circuitos para localização e eliminação de vazamentos.		180											
18	Medir pressões de funcionamento:	Alta	180											
		Baixa	180											
19	Lavar a serpentina da unidade evaporadora		180											
20	Lavar a Unidade Condensadora - Externa		180											
21	Verificar a isolação elétrica de motores e compressores		365											
22	Preencher relatório de manutenção		30											
			DATA:											
			VISTO MECÂNICO:											
			VISTO SUPERVISOR:											
OBSERVAÇÕES:														

Figura 13 – PMOC
Fonte: O autor, em 2017

4 - CONCLUSÃO

O processo de desenvolvimento e implementação de um Plano de Manutenção, Operação e Controle de um edifício, neste caso público federal, foi visualizado neste estudo, realizado no edifício sede da TV UFAM.

Verificou-se que o PMOC é de extrema importância para a manutenção da saúde dos usuários, além de contribuir de sobremaneira com os resultados a serem obtidos em uma instituição através do incremento da produtividade dos usuários do ambiente. Destaca-se aqui também, dentre outras vantagens proporcionadas pelo PMOC, a redução dos gastos com energia elétrica e com equipamentos e suas peças de reposição, resultante de uma manutenção preventiva executada conforme as normas estabelecidas.

Observou-se que o legislador foi criterioso na elaboração da Portaria N° 3.526/98, assim como toda a legislação aplicável também foi formulada e estabelecida para que não haja dúvidas sobre a importância desse assunto para a população.

O estudo realizado contribui com o desenvolvimento das pesquisas relacionadas à área de refrigeração e ar-condicionado e à de manutenção de equipamentos.

Finalmente, sugere-se para próximos estudos acadêmicos referentes a essa temática: estudar a importância da qualidade do ar e identificar os principais agentes contaminantes característicos da região amazônica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANTONOVICZ, Diego; WEBER, Rhuann Georgio Bueno. **PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle nos condicionadores de ar do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. TCC – Curso de graduação de Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2013. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1380/1/MD_COMIN_2012_2_10.pdf.

ARAÚJO, Igor Mateus de; SANTOS, Crisluci Karina Souza. **Manutenção elétrica industrial**. Disponível em: <http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/02%20-%20Apresenta%E7%A6o.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2017.

ASHRAE. **ASHRAE Handbook of HVAC Applications**. New York: American Society of Heating, 1991.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**; Trad. Gustavo Kanninberg. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

GONÇALVES, Luciene Pavanello. **Condicionamento de ar e sua evolução tecnológica**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2005. Disponível em: <http://engenharia.anhembi.br/tcc-05/civil-36.pdf>.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

MONCHY, F. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.

RODRIGUES, Zélia Medeiros. **O Planejamento Estratégico como Indicador da Controladoria Aplicado à Gestão de uma Microempresa do ramo de ar condicionado**. Fortaleza: Faculdade Lourenço Filho, 2010. Disponível em: <http://www.flf.edu.br/revistaffl/monografias-contabeis/monografia-zelia-medeiros.pdf>. Acesso em out.2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

SOARES, Sérgio. **Treinamento Linha Residencial: Pós-Vendas**. Apostila de Programa de Capacitação Profissional Midea Carrier, 2014.

STOECKER, W.F; JONES, J. W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. São Paulo: Mc Graw Hill do Brasil, 1985.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa científica em administração**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2005. 94 p.

VILLANI, E. *Abordagem Híbrida para Modelagem de Sistemas de Ar Condicionado em Edifícios Inteligentes*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade de São Paulo, 2000.

ANEXOS

PORTARIA Nº 3.523, DE 28 DE AGOSTO DE 1998

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

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

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

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

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

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

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

Art. 2º Determinar que serão objeto de Regulamento Técnico a ser elaborado por este Ministério, medidas específicas referentes a padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados, no que diz respeito a definição de parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, a identificação dos poluentes de natureza física, química e biológica, suas

tolerâncias e métodos de controle, bem como pré-requisitos de projetos de instalação e de execução de sistemas de climatização.

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

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

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

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

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

a) manter limpos os componentes do sistema de climatização, tais como: bandejas, serpentinas, umidificadores, ventiladores e dutos, de forma a evitar a difusão ou multiplicação de agentes nocivos à saúde humana e manter a boa qualidade do ar interno.

b) utilizar, na limpeza dos componentes do sistema de climatização, produtos biodegradáveis devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.

c) verificar periodicamente as condições física dos filtros e mantê-los em condições de operação. Promover a sua substituição quando necessária.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

JOSÉ SERRA