



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho



MARLOS WANDER GRIGOLETO

**ESTUDO DE NECESSIDADES PARA IMPLANTAÇÃO DO PMOC -
PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE - NOS
CONDICIONADORES DE AR DO PRÉDIO DA INCUBADORA DE
INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DO CÂMPUS MEDIANEIRA DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

MARLOS WANDER GRIGOLETO

**ESTUDO DE NECESSIDADES PARA IMPLANTAÇÃO DO PMOC
- PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE - NOS
CONDICIONADORES DE AR DO PRÉDIO DA INCUBADORA DE
INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DO CÂMPUS MEDIANEIRA DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Medianeira.

Orientador: Prof. Dr. Ivonei Ottobelli

MEDIANEIRA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DE NECESSIDADES PARA IMPLANTAÇÃO DO PMOC - PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE - NOS CONDICIONADORES DE AR DO PRÉDIO DA INCUBADORA DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DO CÂMPUS MEDIANEIRA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Por

Marlos Wander Grigoletto

Esta monografia tem como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Prof. Dr. Ivonei Ottobelli
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Dr. Carlos Aparecido Fernandes
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Dr. Mohamed Hawali
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

Grigoletto, Marlos Wander. Estudo de necessidades para implantação do PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle-nos condicionadores de ar do prédio da Incubadora de Inovações Tecnológicas do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná . 2018. número de folhas. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

Este trabalho teve como temática o estudo do Plano de Manutenção Operação e Controle-nos condicionadores de ar do prédio da Incubadora de Inovações Tecnológicas do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em comparação com as normas da ANVISA, as normas de saúde e segurança do trabalhador e a Lei nº 13.589/2018 que dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes. Foram inventariados os equipamentos do prédio e realizada a proposição de um plano de adequação as normas. Observou-se a necessidade de realização de ajustes assim como foi observado que os aparelhos de ar condicionado do modelo split não tem renovação de ar. Dessa forma não podem ser considerados em conformidade com a Portaria 3.523/MS. Conclui-se que a implantação do PMOC é urgente pois 20,2% da carga térmica está sofrendo dissipação de gás refrigerante por vazamento, e 69,7% da carga térmica disponibilizada no prédio está em desacordo com as recomendações da Norma Regulamentadora – 17.

Palavras-chave: PMOC, ar condicionado, NR-17

ABSTRACT

Grigoletto, Marlos Wander. Study of needs for implementation of the PMOC - Operation Plan and Control-in the air conditioners of the building of the Incubator of Technological Innovations of the Medianeira Campus of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018. número de folhas. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

This work had as its theme the study of the Operation Plan and Control-air conditioners of the building of the Technological Innovation Incubator of Campus Medianeira of the Federal Technological University of Paraná in comparison with ANVISA norms, health and safety standards of the worker and Law No. 13,589 / 2018, which provides for the maintenance of installations and equipment for ambient air conditioning systems. The equipment of the building was inventoried and the proposal of a plan of adequacy of the norms was carried out. It was observed the need to make adjustments as it was observed that the air conditioners of the split model does not have air renovation. In this way they can not be considered in accordance with Administrative Rule 3.523 / MS. It is concluded that the PMOC deployment is urgent because 20.2% of the thermal load is being dissipated from the refrigerant gas by leakage, and 69.7% of the thermal load available in the building is in disagreement with the recommendations of the Regulatory Standard - 17.

Key words: PMOC, air conditioning, NR-17

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1. Possíveis fontes de poluentes biológicos e medidas de correção.....	15
Quadro 2. Possíveis fontes de poluentes químicos e medidas de correção.....	17
Quadro 3. Plano de Manutenção – Elétrica.....	28
Quadro 4. Plano de Manutenção – Medições.....	28
Quadro 5. Plano de Manutenção – Gabinete.....	30
Quadro 6. Plano de Manutenção - Elemento Filtrante.....	31
Quadro 7. Plano de Manutenção – Unidade Evaporadora.....	32
Quadro 8. Plano de Manutenção – Unidade Condensadora.....	32
Quadro 9. Plano de Manutenção – Circuito de Refrigeração.....	33
Tabela 1. Planilha de equipamentos de condicionamento de ar instalados na Incubadora.....	21
Tabela 2. Resultados do teste de estanqueidade secundário.....	24
Tabela 3. Situação da Temperatura Efetiva.....	26
Figura 1. Distribuição da carga térmica em relação a vazamento do fluido refrigerante.....	25
Figura 2. Distribuição da carga térmica em relação a temperatura efetiva.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVO GERAL	10
1.2.1 Objetivos Específicos	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 CONFORTO TÉRMICO	12
2.2 NEUTRALIDADE TÉRMICA.....	13
2.3 AR CONDICIONADO	13
2.4 QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES CLIMATIZADOS	14
2.5 NORMAS DE SAÚDE E SEGURANÇA RELACIONADAS AO CONDICIONAMENTO DE AR.....	17
3 METODOLOGIA	20
3.1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO	20
3.2 CARACTERIZAÇÕES DO LOCAL DA PESQUISA.....	20
3.2.1. Detalhamento da estrutura da Incubadora	21
3.3 TIPO DE PESQUISA.....	21
3.4 COLETA DE DADOS	22
3.5 TESTE DE ESTANQUEIDADE	22
3.6 ANÁLISES DOS DADOS	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 ESTANQUEIDADE.....	24
4.2 TEMPERATURA	25
4.3. PLANO DE MANUTENÇÃO.....	27
4.3.1 Plano de Manutenção - Elétrica	27
4.3.2 Plano de Manutenção - Medições	28
4.3.3 Plano de Manutenção - Gabinete.....	29
4.3.4 Plano de Manutenção – Elementos Filtrantes	30
4.3.5 Plano de Manutenção – Unidade Evaporadora.....	31
4.3.6 Plano de Manutenção – Unidade Condensadora.....	32
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Os poluentes presentes em ambientes climatizados artificialmente advêm de diversas fontes. As três principais fontes decorrem da própria ocupação dos ambientes, da contribuição das características construtivas dos ambientes e do ar exterior.

Estes poluentes quando não são devidamente tratados podem ser os principais geradores da Síndrome do Edifício Doente (SED).

A Síndrome do Edifício Doente foi reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1982, e trata-se de um conjunto de doenças desencadeadas pela proliferação de microrganismos infecciosos e partículas químicas em prédios fechados. Geralmente a enfermidade está relacionada a falhas no sistema de climatização.

Um dos instrumentos para eliminar ou mitigar os efeitos da Síndrome do Edifício Doente no Brasil é o PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle de ar condicionados, que deve ser aplicado quando um sistema de climatização possui capacidade acima de 5 tr (5 Toneladas de Refrigeração o que equivale a 60.000 Btu/h). Mesmo que esta capacidade seja atingida pela soma de pequenos sistemas dentro de um mesmo ambiente, é necessário implantar as ações do PMOC.

As instalações da Incubadora de Inovações Tecnológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, possuem uma carga térmica em operação de 400.000 Btu/h, que atende 750 m² com uma ocupação de 90 pessoas em situação laboral, e podendo receber até 300 pessoas (frequentadores não regulares) ao longo de um período de 8 horas.

Este trabalho busca analisar o sistema de condicionamento de ar do prédio da Incubadora de Inovações Tecnológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, em relação a sua adequação as normas da ANVISA, as normas de saúde e segurança do trabalhador e a Lei nº 13.589/2018 que dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes.

1.1 JUSTIFICATIVA

O PMOC tem como objetivo a melhoria da qualidade do ar em interiores de ambientes climatizados, obtendo assim um ar puro, livre de bactérias as quais podem ser responsáveis por doenças respiratórias, busca também reduzir o consumo de energia e prolongar a vida útil do equipamento evitando quebras e reduzindo os gastos com troca de peças.

A inadequada manutenção da qualidade do ar, ou seja, a baixa qualidade do ar está relacionada a um grande número de agravos à saúde humana. No contexto da segurança do trabalho existe a NR 17 (Norma Regulamentadora nº 17) sobre ergonomia que aborda a prevenção da chamada “síndrome do edifício doente”, onde devem ser atendidos a Regulamentação Técnica do Ministério da Saúde sobre “Qualidade do Ar de Interiores em Ambientes Climatizados”, com redação da Portaria MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998, além de recomendar que sejam respeitados os Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, com redação dada pela Resolução RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003, da ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e recentemente a lei nº 13.589/2018 que dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes.

A Síndrome do Edifício Doente é decorrente da falta de manutenção mecânica ou mesmo de uma manutenção inadequada, comprometendo a qualidade do ar distribuído, que está diretamente relacionada à saúde e bem estar de seus ocupantes. Os problemas podem estar restritos a apenas um ambiente ou em diversos ambientes. Hoje a SED é considerada um problema de saúde pública.

Deve-se ainda dar atenção especial a Norma Regulamentador nº 9, em seu item 9.3.1:

9.3.1 O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais deverá incluir as seguintes etapas:

- a) antecipação e reconhecimentos dos riscos;
- b) estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle;
- c) avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores;
- d) implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia;
- e) monitoramento da exposição aos riscos;
- f) registro e divulgação dos dados.

A relevância deste trabalho se caracteriza pela preocupação em antecipar, reconhecer, avaliar riscos, efetuar medidas corretivas, controlar, registrar e divulgar visando a prevenção de Riscos Ambientais. Tudo isso para garantir a saúde e segurança do trabalhador em ambientes laborais com condicionamento de ar artificial.

1.2 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo de necessidades em relação ao PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle - nos condicionadores de ar do prédio da Incubadora de Inovações Tecnológicas do Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, buscando atender a portaria Nº 3.523/1998 da ANVISA, e a Lei nº 13.589/2018 que dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes.

1.2.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos relacionados ao estudo de necessidades do Plano de Manutenção Operação e Controle nos condicionadores de ar do prédio da incubadora são:

- a) Inventariar os equipamentos de condicionamento de ar;
- b) Apontar a situação atual dos mesmos em relação as normas de saúde e segurança do trabalhador; e
- c) Discutir e propor medidas corretivas para adequação do sistema de condicionamento de ar a normas de saúde e segurança do trabalhador em vigor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, a preocupação com a segurança no ambiente de trabalho se deu a partir de 1943 com o surgimento das leis que passaram a regulamentar as condições ideais para o trabalhador e o local onde desenvolve seu labor. A Consolidação das Leis do Trabalho – CLT prevê os direitos dos trabalhadores, definindo condições de salubridade, periculosidade e penosidade. Sendo que, por volta de 1944, por meio do Decreto Lei nº 7.036, foi criada a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA. (Fernandes, 2003).

Independente da natureza jurídica, toda empresa está obrigada a cumprir com as exigências de lei pertinentes a questão de Segurança e Saúde do Trabalho. Tanto que as normas servem para a iniciativa privada e para os entes públicos.

Outro marco legal importante são as Normas Regulamentadoras. Tais normas disciplinam a segurança e a medicina do trabalho, fazendo exigências como é o caso dos Programas de Prevenção.

Segundo Oliveira (2005, p.144):

O PPRA visa à prevenção da saúde física dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. A NR-18 estabelece a elaboração de um Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – PCMAT.

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA é abordado na NR 9:

A NR 9 considera riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes no ambiente de trabalho que, em função de natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. (SEGURANÇA, 2015, p.102)

Segundo Oliveira (2005, p.145), os agentes são definidos como:

Agentes Físicos: ruídos, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes e não ionizantes, infrassom e ultrassom.

Agentes Químicos: substâncias tóxicas que possam penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, nas formas de poeira, fumos, gases ou vapores ou pela natureza de atividade de exposição possam ter contato ou serem absorvidos pelo organismo através da pele ou ingestão.

Agentes Biológicos: bactérias, fungos, parasitas, vírus, protozoários, entre outros.

Outros Riscos: Ergonômicos e Riscos de Acidentes.

Visto que a condição de segurança em um ambiente com condicionamento artificial do ar envolve diversos agentes químicos, biológicos e físicos, é fundamental os cuidados não só com a instalação, mas, principalmente, com a manutenção dos equipamentos responsáveis pelo controle do ar.

2.1 CONFORTO TÉRMICO

Conforto térmico é o termo que denomina a sensação de bem-estar e satisfação do ser humano na sua percepção da temperatura do ambiente. A percepção de conforto é uma condição individual, podendo variar de pessoa para pessoa conforme a condição física, idade e nível de atividade. Stoecker (1985) define que o calor é produzido através da convecção, radiação e evaporação. A geração de calor é influenciada pelos fatores fisiológicos, se destacando o nível de atividade. O controle da eliminação de calor pode ser realizado através dos fatores externos como o isolamento térmico (vestuário), temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar. Como o conforto térmico depende de cada pessoa, ASHARE (1993), define como conforto térmico as condições em que no mínimo 80% das pessoas adultas presentes no local estejam se sentindo em condições adequadas. Para isso, a temperatura deve ser entre 20 e 26°C, temperatura de orvalho entre 2 e 17°C e velocidade média do ar até 0,25 m/s.

Conforto térmico, tomado como uma sensação humana, situa-se no campo do subjetivo e depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Os fatores físicos determinam as trocas de calor do corpo com o meio; já os fatores fisiológicos referem-se a alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica; e finalmente os fatores psicológicos, que são aqueles que se relacionam às diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais, frutos da experiência passada e da expectativa do indivíduo.

Segundo a ASHRAE Standard 55 conforto térmico é definido como “A condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”.

2.2 NEUTRALIDADE TÉRMICA

Segundo o pesquisador dinamarquês Ole Fanger (1970), neutralidade térmica é “A condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente a seu redor”.

De acordo com Shin-Iche Tanabe (1984), “Neutralidade Térmica é a condição da mente que expressa satisfação com a temperatura do corpo como um todo”. Analisando-se dentro de uma ótica física dos mecanismos de trocas de calor, sugere-se uma definição para neutralidade térmica como sendo “O estado físico no qual todo o calor gerado pelo organismo através do metabolismo seja trocado em igual proporção com o ambiente ao seu redor, não havendo nem acúmulo de calor e nem perda excessiva do mesmo, mantendo a temperatura corporal constante”.

Considerando essas definições, pode-se dizer que a neutralidade térmica é uma condição necessária, mas não suficiente, para que uma pessoa esteja em conforto térmico. Um indivíduo que estiver exposto a um campo assimétrico de radiação pode muito bem-estar em neutralidade térmica, porém não estará em conforto térmico.

2.3 AR CONDICIONADO

Os aparelhos de ar condicionado são utilizados para controlar a temperatura de ambientes fechados. Eles foram criados por meio de um processo mecânico para condicionar o ar. Referido processo foi desenvolvido, em 1902, pelo engenheiro norte-americano Willys Carrier.

Essa tecnologia teve início, na época, a partir de um problema pelo qual uma Empresa de Nova York passava. Ao realizar impressões em papel, o clima muito quente de verão e a grande umidade do ar faziam com que o papel absorvesse essa umidade, de forma que as impressões saíam borradas e fora de foco.

Com isso, foi desenvolvido um equipamento que resfriava o ar desta fábrica, que funcionava através da sua circulação por dutos resfriados artificialmente. Esse foi o primeiro modelo mecânico de condicionamento de ar, ou seja, a primeira aplicação prática do ar condicionado atual.

A partir desta experiência, o sistema foi adotado por muitas indústrias de diversos segmentos, como têxtil, de papel, farmacêuticos, tabaco e alguns estabelecimentos comerciais.

Em 1914, Carrier desenvolveu um aparelho para aplicação residencial, que era muito maior e mais simples do que o ar condicionado de hoje em dia. Também desenhou o primeiro condicionador de ar para hospitais, que foi desenvolvido com o objetivo de aumentar a umidade de um berçário (para bebês nascidos de forma prematura), no Allegheny Hospital de Pittsburg.

Os condicionadores de ar são basicamente uma geladeira sem seu gabinete. Ele usa a evaporação de um fluido refrigerante para fornecer refrigeração. Os mecanismos do ciclo de refrigeração são os mesmos da geladeira e do ar condicionado. O termo Fréon é genericamente usado para qualquer um dos vários fluo carbonos não inflamáveis utilizados como refrigerantes e combustíveis nos Aerossóis (MARANGONI et al, 2015).

2.4 QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES CLIMATIZADOS

A Resolução 09/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária é a normativa que determina o padrão da qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. A avaliação da qualidade do ar climatizado serve como base para que sejam realizadas as devidas ações corretivas ou preventivas, mantendo a boa qualidade do ar.

Nesta resolução destacam-se as possíveis fontes de poluentes biológicos apresentados no Quadro 1, e quais são as medidas corretivas propostas para normalização da qualidade do ar.

Agentes Biológicos	Principais Fontes em Ambientes Interiores	Principais Medidas de Correção em Ambientes Interiores
Bactérias	Reservatório com água estagnada, torres de resfriamento, bandejas do condensador, desumidificadores, umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes.	Realizar a limpeza e a conservação das torres de resfriamento; higienizar os reservatórios e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar as infiltrações; higienizar as superfícies.
Fungos	Ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fúngica, como materiais porosos orgânicos úmidos, forros, paredes e isolamentos úmidos; ar externo, interior de condicionadores e dutos sem manutenção, vasos de terra com plantas.	Corrigir a umidade ambiental; manter sob controle rígido vazamentos, infiltração e condensação de água; higienizar os ambientes e componentes do sistema de climatização ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar materiais porosos contaminados; eliminar ou restringir vasos de plantas com cultivo em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidroponia); utilizar filtros G-1 na renovação do ar externo.
Protozoários	Reservatórios de água contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção.	Higienizar o reservatório ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Vírus	Hospedeiro Humano	Adequar o número de ocupantes por m ² de área com aumento da renovação de ar; evitar a presença de pessoas infectadas nos ambientes climatizados.
Algas	Torres de resfriamento e bandeja do condensador	Higienizar os reservatórios e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Pólen	Ar externo	Manter filtragem de acordo com NBR-6401 da ABNT.
Artrópodes	Poeira caseira	Higienizar as superfícies fixas e mobiliário, especialmente os revestidos com tecidos e tapetes; restringir ou eliminar o uso desses revestimentos.
Animais	Roedores, morcegos e aves	Restringir o acesso, controlar os roedores, morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos.

Quadro 1. Possíveis fontes de poluentes biológicos e medidas de correção:
Fonte: Anvisa – Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003

Também são apresentadas as possíveis fontes de poluentes químicos, Quadro 2, e quais são as medidas corretivas propostas para normalização da qualidade do ar.

Agentes Químicos	Principais Fontes em Ambientes Interiores	Principais Medidas de Correção em Ambientes Interiores
CO	Combustão (cigarros, queimadores de fogões e veículos automotores)	Manter a captação de ar exterior com baixa concentração de poluentes; restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; eliminar a infiltração de CO proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
CO ₂	Produtos de metabolismo humano e combustão	Aumentar a renovação de ar externo, restringir as fontes de combustão e o tabagismo em áreas fechadas; eliminar a infiltração de fontes externas.
NO ₂	Combustão	Restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; impedir a infiltração de NO ₂ proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
O ₃	Máquinas copiadoras e impressoras a laser	Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores, com exaustão do ambiente ou enclausuramento em locais exclusivos para os equipamentos que apresentem grande capacidade de produção de O ₃ .
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, cola, produtos de limpeza	Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário que possuam ou emitam menos formaldeído; usar produtos que não contenham formaldeído.
Material particulado	Poeiras e fibras	Manter filtragem de acordo com NBR-6402 da ABNT; evitar isolamento termo-acústico que possa emitir fibras minerais, orgânicas ou sintéticas para o ambiente climatizado; reduzir as fontes internas e externas; higienizar as superfícies fixas e mobiliários sem o uso de vassouras, escovas ou espanadores; selecionar os materiais de construção e acabamento com menor porosidade; adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores (vide biológicos); restringir o tabagismo em áreas fechadas.

Fumo de tabaco	Queima de cigarro, charuto, cachimbo, etc.	Aumentar a quantidade de ar externo admitido para renovação e/ou exaustão dos poluentes; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
Compostos orgânicos voláteis	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza, solventes, materiais de revestimento, tintas, colas, etc.	Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário; usar produtos de limpeza que não contêm COV ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade.
Compostos orgânicos semi-voláteis (COS-V))	Queima de combustíveis e utilização de pesticidas.	Eliminar a contaminação por fontes pesticidas, inseticidas e a queima de combustíveis; manter a captação de ar exterior afastada de poluentes.

Quadro 2. Possíveis fontes de poluentes químicos e medidas de correção:

Fonte: Anvisa – Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003

Esta Resolução será utilizada para efetuar o levantamento das condições dos equipamentos analisando-se a qualidade do ar no interior dos ambientes climatizados.

2.5 NORMAS DE SAÚDE E SEGURANÇA RELACIONADAS AO CONDICIONAMENTO DE AR

A NR 17 (2009), em seu item 17.5.2. orienta que nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

- a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;
- b) índice de temperatura efetiva entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus centígrados);
- c) velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- d) umidade relativa do ar não inferior a 40 (quarenta) por cento.

A Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998, determina em seu art. 1º:

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.

Esta mesma Portaria também determina que 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.

A Portaria do Ministério da Saúde (nº 3.523 de 28 de agosto de 1998) estabelece verificação visual do estado de limpeza; remoção de sujidades com produtos biodegradáveis registrados pelo mesmo Ministério; manutenção preventiva que integra a troca periódica de filtros, bem como eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização; padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados; 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.

A Resolução nº 09/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, recomenda os seguintes Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo:

- 1 - O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser ≤ 750 ufc/m³ de fungos, para a relação I/E $\leq 1,5$, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

NOTA: A relação I/E é exigida como forma de avaliação frente ao conceito de normalidade, representado pelo meio ambiente exterior e a tendência epidemiológica de amplificação dos poluentes nos ambientes fechados.

1.1 - Quando o VMR for ultrapassado ou a relação I/E for $> 1,5$, é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva.

1.2 - É inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos.

E os valores Máximos Recomendáveis para contaminação química são:

2.1 - ≤ 1000 ppm de dióxido de carbono – (CO_2), como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar.

2.2 - ≤ 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aerodispersóides totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado.

Pela falta de dados epidemiológicos brasileiros, é mantida a recomendação como indicador de renovação do ar o valor = 1000 ppm de Dióxido de carbono – CO_2

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

Esta Lei também, se aplica aos ambientes climatizados de uso restrito, tais como aqueles dos processos produtivos, laboratoriais, hospitalares e outros, que deverão obedecer a regulamentos específicos.

A ABNT NBR 16401-3 faz uma série de recomendações que favorecem a renovação do ar nos ambientes climatizados artificialmente, exigindo que o cálculo da vazão de ar exterior tratado possa efetivamente promover a renovação de ar interior, com o propósito de manter a concentração de CO_2 metabolizado no nível estabelecido pelo profissional de projeto.

3 METODOLOGIA

3.1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO

O diagnóstico dos sistemas de condicionamento de ar foi realizado inicialmente com uma vistoria na edificação e instalações com o intuito de identificar o sistema e verificar sua atual condição.

Na avaliação da situação atual do sistema de ar condicionado e da documentação pertinente foram utilizados como referências:

- I. Portaria Nº 3523/98 – MS;
- II. RE Nº 09/2003 – ANVISA;
- III. Lei nº 13.589/2018;
- IV. ABNT NBR 16401-336; e
- V. NR 17 – Ergonomia.

3.2 CARACTERIZAÇÕES DO LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no Bloco N, prédio em alvenaria, independente do Campus da Universidade, denominada Incubadora de Inovação Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do Câmpus Medianeira.

O prédio possui uma carga térmica em operação de 267.000 Btu/h, que atende 680 m² com uma ocupação de 140 pessoas em situação laboral normal, e podendo receber até 300 pessoas (frequentadores não regulares) ao longo de um período de 8 horas.

O prédio da Incubadora foi concebido em agosto de 2002 pelo município de Medianeira, em 2004 entregue o prédio em alvenaria, salas compartimentadas também em alvenaria, cobertura em telhas de amianto e laje, foi inaugurada com a denominação de ITM – Incubadora Tecnológica de Medianeira com objetivo de abrigar empresas nascentes, em 2007, a Incubadora é incorporada ao patrimônio da UTFPR, passando a denominação para IUT – Incubadora de Inovações Tecnológicas, em 2011 a Incubadora recebeu um

projeto de ampliação de estrutura, aumentando de 267 m² para 680m², a nova área foi construída em alvenaria, com forração de PVC, e telhado em telhas térmicas (sem laje) e divisórias leves entre os ambientes.

3.2.1. Detalhamento da estrutura da Incubadora

A estrutura climatizada da incubadora é composta por 12 áreas climatizadas todas elas com 1 aparelho de condicionamento de ar modelo “split”, com exceção da Sala N-106, na qual foram instalados dois equipamentos com 36.000 btu/h cada um. Na tabela 1 são apresentados os espaços, a capacidade de ocupação, área, capacidade térmica instalada e a potência utilizada.

Tabela 1. Planilha de equipamentos de condicionamento de ar instalados na Incubadora.

<i>Local</i>	<i>Uso</i>	<i>Capacidade (pessoas)</i>	<i>Área (m²)</i>	<i>BTU/h</i>	<i>Potência(W)</i>
N101	Sala de Reuniões	10	24	9000	2637
N102	Coordenação	9	36	18000	5275
N103	Espaço Empresarial 1	9	36	18000	5275
N104	Espaço Empresarial 2	18	72	36000	10548
N105	Espaço Empresarial 3	15	72	36000	10548
N106	Espaço de Capacitação	40	150	72000	21096
N107	Espaço Empresarial 4	9	40	18000	5275
N110	Espaço Empresarial 5	6	40	12000	3516
N111	Espaço Empresarial 6	6	40	12000	3516
N112	Espaço Empresarial 7	9	40	18000	5275
N113	Espaço Empresarial 8	9	40	18000	5275
Total		140	590	267000	78236

Fonte: Autor

3.3 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é analisada quanto à sua natureza, a qual pode ser classificada em básica ou aplicada. A pesquisa aplicada tem por objetivo principal desenvolver conhecimentos para aplicação prática direcionados para a resolução de problemas específicos, (Yin, 2015). Portanto, o presente trabalho classifica-se em uma pesquisa aplicada, uma vez que busca elaborar proposta para solucionar os problemas identificados.

O presente estudo das identificações dos pontos para aplicações da Manutenção do Sistema de Condicionamento do ar caracteriza-se como estudo

de caso, pois segundo Gil (2009), é uma pesquisa bastante ampla, consistente no estudo intenso e exaustivo de uns poucos objetos, para autorizar seu grande e detalhado conhecimento, uma atividade difícil mediante outros delineamentos considerados.

O estudo de caso é uma abordagem que proporciona responder às dúvidas relativas ao efeito e causa de acontecimentos de alguns fenômenos. Geralmente quando existem poucas possibilidades de mensuração de dados e controles sobre o evento estudado e também o principal interesse é sobre fenômenos atuais, os quais podem ser analisados dentro de alguma situação real, afirma MARCONI e LAKATO (2017).

A metodologia estudo de caso é compatível com o tipo da pesquisa, pois o objeto em exame é observado e analisado minuciosamente, além de permitir o contato com uma imensa variedade de evidências – documentos, artefatos e observações, YIN (2015).

3.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada inicialmente através de documentos: planta baixa, esquema elétrico, manuais de cada condicionador de ar, seguido de coleta de dados in loco, diagnóstico e checklist.

3.5 TESTE DE ESTANQUEIDADE

Após a instalação da infraestrutura é imprescindível a realização do teste de pressão nas linhas de cobre. O recomendado é que o teste seja realizado com Nitrogênio nas pressões de Max. 300 PSI em Split's convencionais, seguindo duas etapas primária e secundária, para garantir que o sistema não apresentará vazamentos futuros.

No teste primário são pressurizadas somente as linhas de cobre conforme diagrama abaixo. Os pontos a serem verificados são as soldas, se houver.

No teste secundário todo o sistema é pressurizado, sendo recomendado a estanqueidade por 24 horas. Os pontos a serem verificados são as conexões flanges, serpentinas das unidades internas e externas caso apresentem oscilação na pressão do manifold. É importante observar que o nitrogênio pode

oscilar sua pressão conforme a temperatura externa. Esse fato pode ocasionar uma percepção equivocada de que haja vazamento. Face esta circunstância, existe fórmula de correção em função da temperatura externa, pois a pressão de Nitrogênio varia 1,45 PSI a cada grau Celsius de temperatura.

3.6 ANÁLISES DOS DADOS

Os inventários dos equipamentos de condicionamento de ar foram realizados com uso de uma planilha eletrônica em que foram apontados os tipos, características e propriedades dos aparelhos.

Os dados anotados no inventário foram comparados com a legislação e normas em vigor relativas à saúde e à segurança do trabalhador e, em seguida, identificados os indicadores de qualidade do ar.

Concluída esta etapa, coletaram-se as amostras de parâmetros físicos, químicos e biológicos para identificar a situação do fornecimento de ar insuflados nos ambientes; auditou-se o programa de manutenção atual e analisou-se a adequação do mesmo ao PMOC. E, nos casos de não conformidade foram propostas as correções necessárias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTANQUEIDADE

Em relação ao teste de estanqueidade, foi realizado somente o teste secundário¹ uma vez que os equipamentos já se encontram instalados. Observou-se uma variação na temperatura ambiente de 3°C para menos entre a leitura da pressão inicial e a leitura de pressão final, fator esse que resulta numa variação de até 4,35 PSI para menos, considerando o efeito da temperatura ambiente em relação a pressão do hidrogênio utilizado no ensaio. Na tabela 2 são apresentados os resultados do teste de estanqueidade.

Tabela 2. Resultados do teste de estanqueidade secundário.

Local	BTU/h	Pressão (psi)			Vazamento
		Inicial	Final	Correção	
N101	9000	300	296	4,35 (-)	não
N102	18000	300	299	4,35 (-)	não
N103	18000	300	298	4,35 (-)	não
N104	36000	300	300	4,35 (-)	não
N105	36000	300	300	4,35 (-)	não
N106	36000	300	286	4,35 (-)	sim
	36000	300	300	4,35 (-)	não
N107	18000	300	292	4,35 (-)	sim
N110	12000	300	295	4,35 (-)	não
N111	12000	300	300	4,35 (-)	não
N112	18000	300	298	4,35 (-)	não
N113	18000	300	300	4,35 (-)	não

Fonte: Autor

É possível observar que dois equipamentos estão apresentando variação de pressão além do recomendado o que demonstra a possível existência de vazamentos do fluido de refrigeração do respectivo aparelho.

O vazamento do gás utilizado nos aparelhos de condicionamento de ar pode trazer danos à saúde do trabalhado sob duas situações: a primeira é em função da toxicidade do gás quando inalado, a segunda é na ineficiência do controle de temperatura ambiente, fazendo com que o trabalhador fique exposto

¹ O teste primário é realizado na tubulação antes da instalação do equipamento de condicionamento de ar, o teste secundário é realizado no sistema já com as tubulações conectadas.

a temperaturas inadequados durante a sua jornada laboral afetando o rendimento, aumentando a fadiga e levando ao desconforto, e que por consequência pode afetar diretamente a saúde do trabalhador, ou ao causar cansaço e/ou estresse ser motivador de desatenção ou irritação sendo elemento desencadeador de um acidente de trabalho.

Na figura 1 é possível observar que em 20,2% da carga térmica instalada está ocorrendo perda de gás por vazamento.

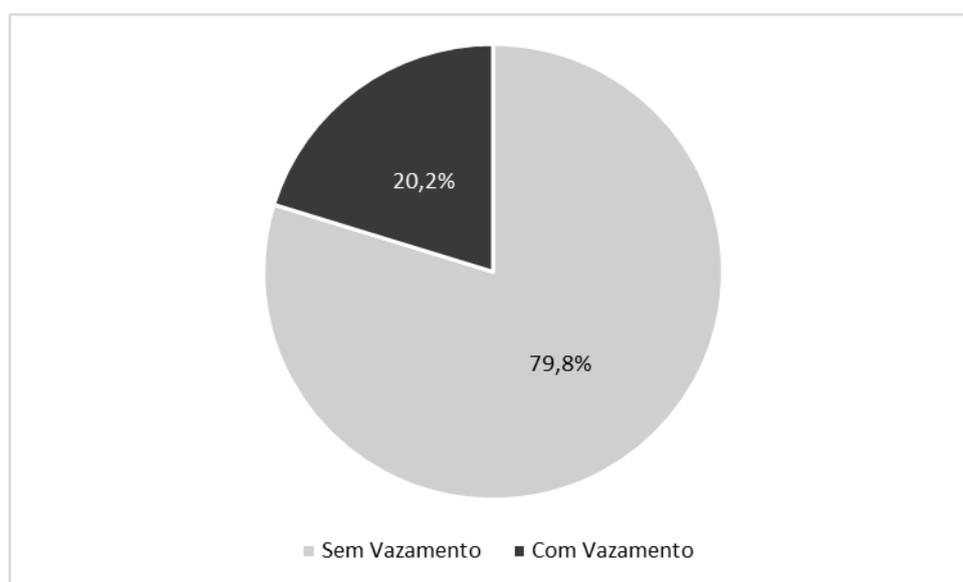


Figura 1. Distribuição da carga térmica em relação a vazamento do fluido refrigerante
Fonte: Autor

4.2 TEMPERATURA

A Norma Regulamentadora N° 17 estabelece que a temperatura do local de trabalho deverá estar entre 20 e 23°C, neste contexto foram realizadas as medições de temperatura dos ambientes climatizados da Incubadora em que se obteve os resultados apresentados na Tabela 3.

O Índice de Temperatura Efetiva é adotado como parâmetro na determinação de conforto térmico (NR - 17 - Ergonomia, item 17.5.2 - alínea "b"). De posse desses valores, os mesmos devem ser comparados àqueles especificados pelas Normas Técnicas como limites de tolerância para conforto térmico.

Outra restrição que se apresenta quando da aplicação desse Índice é que o mesmo não leva em conta a troca de calor devido à radiação. Quando existem fontes de calor radiante no ambiente, as variáveis utilizadas não são suficientemente representativas das verdadeiras condições de exposição ao calor.

Nesse caso, usa-se o Índice de Temperatura Efetiva Corrigido, que é obtido substituindo-se nos ábacos a Temperatura de Bulbo Seco (Tbs) pela Temperatura de Globo (Tg) - que é representativa do calor radiante - e, com auxílio de uma carta psicrométrica, determina-se a Temperatura de Bulbo Úmido (Tbu) que o ar possuiria com a mesma quantidade de vapor d'água, ou seja, com a mesma umidade absoluta se esse ar fosse aquecido para a nova temperatura.

Para o caso de aplicação das grandezas descritas com vistas ao atendimento da NR - 17 – Ergonomia, as condições limitantes são: além da temperatura efetiva entre 20 e 23°C, a velocidade do ar não podendo ser superior a 0,75 m/s (1,5 pés/s) e a umidade relativa do ar não podendo ser inferior a 40%.

Dentro desses condicionantes, sem existência de fontes de calor radiante no ambiente, a temperatura efetiva é um índice razoavelmente representativo do conforto térmico. Não se pode, entretanto, concluir que a inobservância desses parâmetros possa levar a se considerar a existência de condições de insalubridade por calor. De qualquer forma, o Índice de Temperatura Efetiva é mais representativo das condições de conforto térmico do que o IBUTG.

Para o cálculo da temperatura efetiva foram realizadas as medições da temperatura do ar e umidade relativa (° C), temperatura do bulbo seco (° C), da umidade relativa (%) e da velocidade ar (m/s) conforme preconizado nas normas.

Tabela 3. Situação da Temperatura Efetiva.

<i>Local</i>	<i>BTU/h</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Situação</i>
N101	9000	20	Recomendado
N102	18000	22	Recomendado
N103	18000	23	Recomendado
N104	36000	24	Não Recomendado
N105	36000	25	Não Recomendado
N106	72000	24	Não Recomendado
N107	18000	20	Recomendado
N110	12000	25	Não Recomendado
N111	12000	24	Não Recomendado
N112	18000	24	Não Recomendado
N113	18000	21	Recomendado

Fonte: Autor

Na figura 2 pode-se observar a maior porcentagem da carga térmica que não disponibiliza a temperatura efetiva dentro das recomendações da NR-17.

Índice de Temperatura Efetiva

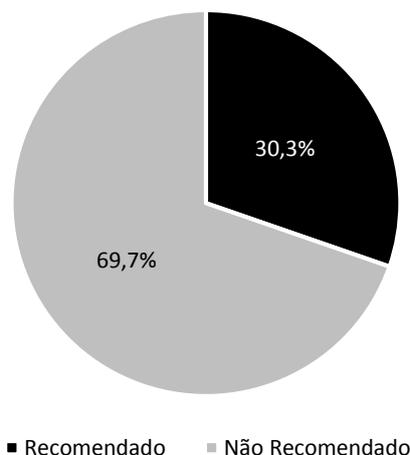


Figura 2. Distribuição da carga térmica em relação a temperatura efetiva
Fonte: Autor

4.3. PLANO DE MANUTENÇÃO

O PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle de ar condicionados do bloco N, foi dividido nas seguintes partes:

- a) Elétrica
- b) Medições
- c) Gabinete
- d) Elemento Filtrante
- e) Unidade Evaporadora
- f) Unidade Condensadora
- g) Circuito de Refrigeração

4.3.1 Plano de Manutenção - Elétrica

No quadro 1 são apresentadas as ações que se referem a manutenção elétrica do aparelho de ar condicionado. Esta ação deve ser realizada por profissional qualificado em eletricidade, pois somente ele terá condições de fazer uma avaliação técnica e propor soluções técnicas para o reparo e pronto estabelecimento do funcionamento do equipamento.

A periodicidade é importante de ser administrada de forma correta, pois a precocidade na detecção de uma não conformidade no sistema impactará no planejamento de uma parada técnica específica, em momento oportuno, sem que afete o ambiente laboral.

Elemento	Item	Ação	Periodicidade
Motor Elétrico	1.1	Verificar e corrigir fixação e amortecedores de vibração	Semestral
	1.2	Limpar e verificar danos e corrosão	Semestral
	1.3	Verificar o aterramento	Trimestral
Circuito Elétrico	1.4	Fios mal encapados	Mensal
	1.5	Verificar disjuntores, tomadas, plugs e rabichos	Mensal
	1.6	Verificar todos os contatos (terminais) elétricos, quanto ao aperto e corrosão	Trimestral

Quadro 3. Plano de Manutenção – Elétrica

Fonte: Autor

4.3.2 Plano de Manutenção - Medições

No quadro 2 são apresentadas as ações que se referem as medições preliminares no equipamento de ar condicionado. A leitura do diferencial de pressão é muito importante para a detecção de vazamento do gás refrigerante, para os equipamentos da incubadora o resultado dessa ação foi apresentado no item 4.1 “Teste de estanqueidade”.

Todas as medições devem ser realizadas com o equipamento desligado e depois em funcionamento. Recomenda-se que seja repetida a leitura em momentos aleatórios para se verificar a existência de mudança dos parâmetros durante o funcionamento do aparelho de condicionamento de ar.

Observando-se alguma alteração nos parâmetros de leitura, deve-se realizar a manutenção do equipamento para que somente após estabelecido o pleno funcionamento do mesmo, possa ser realizada a próxima etapa de avaliação.

Elemento	Item	Ação	Periodicidade
Medições	2.1	Medir diferencial de pressão	Mensal
	2.2	Tensão, comparar com a nominal	Mensal
	2.3	Corrente, comparar com a nominal	Mensal
	2.4	Vazões de ar / Verificar a operação dos controles de vazão	Anual
	2.5	Temperatura de retorno do ar	Mensal
	2.6	Temperatura de insuflamento	Mensal
	2.7	Isolamento entre fases e para carcaça do compressor e motor ventilador	Semestral

Quadro 4. Plano de Manutenção – Medições

Fonte: Autor

4.3.3 Plano de Manutenção - Gabinete

A manutenção do equipamento é muito importante e não deve se restringir apenas a uma ação superficial. Pessoas com histórico de doenças alérgicas, devido à exposição prolongada em ambientes climatizados, podem ter seus problemas de saúde agravados. Essa exposição é capaz de desencadear processos alérgicos em pessoas saudáveis, desde que as mesmas apresentem condições suscetíveis.

No quadro 3 são apresentadas as ações de manutenção referentes à limpeza do gabinete.

A higienização adequada dos itens que compõem o aparelho de condicionamento de ar 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.

Estes fatores podem causar desconforto, elevado número de absenteísmo, irritação, insatisfação e baixo rendimento no trabalho, além de aumentar o risco de acidentes, elevar os custos e prejudicar a saúde dos funcionários.

Sintomas como irritação de olhos e nariz, sensação de ressecamento da mucosa nasal, dores de cabeça, rouquidão, prurido nasal e ocular, náuseas e tonturas são relatados frequentemente pelos ocupantes de ambientes com a qualidade do ar comprometida. Em muitos dos casos estes sintomas melhoram e até desaparecem após os ocupantes deixarem os ambientes. O exposto anteriormente está relacionado com a Síndrome dos Edifícios Doentes. Os agentes físicos: temperatura do ar e umidade relativa do ar, estão diretamente relacionados com a entrada de poluentes de origem microbiológica no organismo porque agem como facilitadores. As baixas temperatura e umidade relativa do ar ressecam o muco protetor nasal e paralisam os cílios (pêlos) que revestem as paredes da narina. A função destes é barrar e expelir as impurezas que entram junto com o ar que respiramos.

Diversos estudos apontam alguns microrganismos como os mais prevalentes entre bactérias, fungos, vírus e protozoários em diversos tipos de ambientes submetidos ao condicionamento do ar (GODOY, 2003).

Vale ressaltar que a exposição pode até mesmo agravar doenças de origem não ocupacional.

O Tribunal Superior do Trabalho julgou procedentes casos em que o agravamento de doenças, não necessariamente de origem ocupacional, que possam ter nexos com a exposição prolongada a ambientes artificialmente climatizados

Elemento	Item	Ação	Periodicidade
Bandejas	3.1	Verificar a operação de drenagem do condensado da bandeja	Mensal
	3.2	Lavar e remover biofilme com produto biodegradável	Trimestral
	3.3	Verificar danos e corrosão	Trimestral
	3.4	Verificar vazamentos e corrigir, se necessário	Mensal
Gabinetes	3.5	Verificar as obstruções nas entradas e saídas de ar	Mensal
	3.6	Lavar externamente	Mensal
	3.7	Lavar internamente	Trimestral
	3.8	Verificar e eliminar danos e corrosão	Trimestral
	3.9	Verificar a vedação dos painéis de fechamento, fixação e danos, substituindo, se necessário	Mensal
	3.10	Verificar o estado de conservação do isolamento termoacústico e substituir na existência do bolor	Mensal
	3.11	Verificar e eliminar ruídos anormais e/ou vibrações	Mensal
	3.12	Verificar o mecanismo de renovação de ar	Mensal
	3.13	Verificar botoeiras, knobs, etc e repor, se necessário	Mensal
	3.14	Verificar atuação do termostato e chave seletora	Mensal

Quadro 5. Plano de Manutenção – Gabinete

Fonte: Autor

4.3.4 Plano de Manutenção – Elementos Filtrantes

Os elementos filtrantes e responsáveis por impulsionar o fluxo de ar no aparelho devem ser cuidadosamente verificados. No quadro 4 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 de trabalho. E mesmo com uma eficiência térmica adequada, a contaminação do ar por fungos, bactérias e vírus induzem ao adoecimento do trabalhador ou à redução de sua produtividade.

Elemento	Item	Ação	Periodicidade
Ventiladores	4.1	Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão	Semestral
	4.2	Verificar fixação e amortecedores de vibração	Semestral
	4.3	Verificar ruído dos manuais e lubrificar, se necessário	Mensal
Filtro de Ar	4.4	Limpar o elemento filtrante ou substituir em casos de avarias	Mensal
	4.5	Verificar danos e corrosão do suporte e existência de frestas	Mensal
	4.6	Verificar e corrigir o ajuste da moldura do filtro na estrutura	Mensal

Quadro 6. Plano de Manutenção - Elemento Filtrante

Fonte: Autor

4.3.5 Plano de Manutenção – Unidade Evaporadora

A Unidade Evaporadora também conhecida como unidade interna, a condensadora é instalada dentro do ambiente que se deseja climatizar. É composta por: válvula de expansão, trocador de calor, ventilador, filtro, placa eletrônica de comando e controle remoto.

O fluido refrigerante pressurizado, que vem da condensadora em estado líquido, é enviado para a válvula de expansão que reduz sua pressão. Com sua pressão reduzida o fluido refrigerante passa pelo trocador de calor que perdendo calor retorna ao estado gasoso. O fluido sai da evaporadora em estado gasoso e em baixa pressão retornado à unidade condensadora.

No quadro 5 são apresentadas as ações de manutenção que devem ser promovidas na unidade evaporadora.

Elemento	Item	Ação	Periodicidade
Evaporadores	4.1	Lavar e remover biofilme com produto biodegradável	Trimestral
	4.2	Verificar a existência de danos e corrosão no aletado e moldura	Trimestral
Unidade Evaporadora	4.3	Remover e transportar até oficina para abertura, verificação, limpeza e revisão geral de todo o conjunto	Anual

	4.4	Tratamento anticorrosivo da base do chassi e demais componentes necessários	Anual
	4.5	Lubrificação e ajustes	Anual
	4.6	Testes e medições em bancada	Anual

Quadro 7. Plano de Manutenção – Unidade Evaporadora

Fonte: Autor

A unidade condensadora, dada sua instalação no ambiente interno, ou seja, o local que recebe o tratamento do ar, deve ganhar um adequado plano de manutenção, haja vista que uma das partes que não funcionar bem, prejudicará o controle de temperatura do ar, podendo ser agente de contaminação.

4.3.6 Plano de Manutenção – Unidade Condensadora

A Unidade Condensadora é o conjunto de componentes que tem por finalidade comprimir e resfriar o fluido refrigerante. Uma Unidade Condensadora é composta por compressor, condensador e ventilador. Estes componentes são interligados e pode haver componentes extras. Ela é responsável por realizar a troca de calor e promover a refrigeração da unidade interna.

A unidade condensadora fica separada do gabinete refrigerado em sistemas de refrigeração. No caso de aparelhos de ar condicionado, pode 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.

No quadro 6 são apresentados os itens que dever ser observados na inspeção e manutenção periódica.

<i>Elemento</i>	<i>Item</i>	<i>Ação</i>	<i>Periodicidade</i>
Condensadores	5.1	Lavar e remover incrustações	Trimestral
	5.2	Verificar a existência de danos e corrosão no aletado e moldura	Trimestral
Compressor	5.3	Verificar e eliminar sujeiras, danos e corrosão	Trimestral
	5.4	Verificar fixação e vibrações ou ruídos anormais	Mensal
	5.5	Verificar o aterramento	Mensal

Quadro 8. Plano de Manutenção – Unidade Condensadora

Fonte: Autor

Para uma instalação correta a Unidade Condensadora deverá estar no nível mais próximo ao do evaporador, evitando deixar muito acima ou muito abaixo, dar prioridade a um ambiente ventilado em uma superfície firme evitando a exposição ao sol, poeira e fortes correntes de ar, porém, permitindo a passagem de ar renovado e fresco ao condensador. Caso este ambiente ventilado não seja possível é imprescindível que seja instalada de forma que receba o máximo possível de ar fresco na entrada do condensador e que tenha saída de ar quente livre.

A correta instalação, inspeção e manutenção desta unidade é de extrema importância e caso isso não ocorra pode comprometer toda o sistema de refrigeração causando a redução de sua vida útil e custos com manutenção desnecessários.

4.3.7 Plano de Manutenção – Circuito de Refrigeração

Elemento	Item	Ação	Periodicidade
Circuito Refrigeração	6.1	Verificar a quantidade de gás refrigerante no sistema	Semestral
	6.2	Verificar e corrigir fixação, danos e corrosão das tubulações	Semestral
	6.3	Verificar isolamento térmico e substituir, se necessário	Trimestral
	6.4	Verificar e corrigir vazamento de gás, se necessário	Mensal

Quadro 9. Plano de Manutenção – Circuito de Refrigeração

Fonte: Autor

4.3.8 Responsabilidade Técnica

É importante registrar que de acordo com a Resolução CONFEA nº 218/73, que discrimina as atividades das diferentes modalidades profissionais da engenharia, arquitetura e agronomia, ela estabelece em seu Art. 12, item I que:

" Compete ao engenheiro mecânico ou ao engenheiro mecânico e de automóveis ou ao engenheiro mecânico e de armamento ou ao engenheiro de automóveis ou ao engenheiro industrial modalidade mecânica: o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a processos mecânicos, máquinas em geral; instalações industriais e mecânicas; equipamentos mecânicos e eletromecânico; veículos automotores; sistemas de produção de transmissão e de utilização do calor;

sistemas de refrigeração e de ar-condicionado, seus serviços afins e correlatos."

Nas atividades descritas no art. 1º da Resolução acima citada elencam-se, dentre outras: a direção de obra ou serviço técnico, a vistoria, perícia, avaliação, laudo, parecer técnico, pesquisa, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, padronização, mensuração e controle de qualidade, execução de obra e serviço técnico, condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção, operação e manutenção de equipamento ou instalação.

Outro fator importante a ser observado é que o aparelho de ar condicionado do modelo split não tem renovação de ar. Dessa forma ele estaria transgredindo a Portaria 3.523/MS. O Ministério da Saúde adentrou na questão de ambientes climatizados por reconhecer que a qualidade do ar interfere na ocorrência de condições agravantes à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. A normatização da renovação do ar permite o mínimo de trocas de ar, evitando a saturação do ambiente. O mínimo descrito é o mesmo da norma brasileira NBR 6401/ABNT, que acompanha padrões internacionais (ASHRAE).

Verificou-se que o Ministério da Saúde não adentra na esfera de competência da NBR 6401/ABNT que define os mecanismos para manter a renovação do ar. O escopo do Ministério da Saúde está adstrito à determinação de índices da qualidade do ar.

Do que se concluir que a instalação de equipamentos que interferem somente na carga térmica sem garantir a renovação do ar não atendem os padrões mínimos exigidos e podem acarretar sanções ao seu estabelecimento.

CONCLUSÃO

Em relação ao inventário dos equipamentos do condicionamento de ar, observou-se que a carga térmica total do prédio exige a implantação do PMOC e que todos os aparelhos são do modelo split, fator esse preocupante, uma vez que esse modelo não prevê renovação de ar nos ambientes conforme recomendação da norma ABNT NBR 16401-3.

Ao se realizar a comparação com as normas da saúde e segurança do trabalho, observou-se que 20,2% da carga térmica está sofrendo dissipação de gás refrigerante por vazamento.

No tocante à temperatura efetiva, observou-se que 69,7% da carga térmica disponibilizada no prédio está em desacordo com as recomendações da Norma Regulamentadora – 17.

Pelo que, a proposta do Plano de Manutenção, Operação e Controle dos aparelhos de ar condicionamentos, apresentada no presente trabalho buscou ordenar as ações, agrupando-as em especialidades ou em conjuntos operacionais dos equipamentos, fornecendo também a periodicidade das realização das ações de manutenção conforme preconizado nas instruções de manutenção o que permitirá a melhoria da qualidade do ar, consoante índices do Ministério da Saúde, evitando-se doenças aos ocupantes dos ambientes climatizados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - **Norma NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico (NB 95)**. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - **Norma NBR 13971 - Estabelece Orientações Básicas Para As Atividades e Serviços Necessários Na Manutenção de Conjuntos e Componentes, Em Sistemas e Equipamentos de Refrigeração, Condicionamento de Ar, Ventilação e Aquecimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401: Instalações de Ar Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários**. Rio de Janeiro, 2008

BRASIL. Resolução RE n. 9, de 16 de janeiro de 2003. **Orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo**. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: legis.anvisa.gov.br/leisref/public> Acesso em 30 de junho de 2018.

BRASIL. Portaria n. 3523, de 28 de agosto de 1998. **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**. Órgão emissor: MS – Ministério da Saúde. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523_28_08_1998.html> Acesso em 30 de junho de 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2009. Disponível em:

<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf>. Acesso em 30 de junho de 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 - Ergonomia**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2009. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf>. Acesso em 30 de junho de 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2009. Disponível em: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf>. Acesso em 30 de junho de 2018.

FANGER, O. Thermal Comfort - Analysis and Application in Environmental Engineering. Copenhagen, 1970. 244p

MARANGONI, Filipe; TELLIN, Tais; MORENO, Renan Paula Ramos; FERREIRA, Samir de Oliveira; KOMOPATZKI, Evandro Andre. Comparativo econômico entre condicionadores de ar com tecnologias convencional e inverter. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção** - Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa. Planejamento e execução de pesquisa. Amostragens e técnicas de pesquisa. Elaboração, análise e interpretação de dados.** 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

OLIVEIRA, Claudio Dias de. Aplicando os procedimentos técnicos em segurança e saúde no trabalho na área da construção civil. São Paulo: LTR, 2005.

SEGURANÇA, **Manuais de Legislação. Segurança e Medicina do Trabalho: LEI Nº 6.514, de 22 de dezembro de 1997.** 75. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SILVA, Marina Marques; MARQUES, Liliane Cardoso; SANTOS, Jefferson Markhony Neri; ROQUE, Yuri Mendes; MOTA, Emerson Batista Ferreira. Um Estudo sobre a Implementação do TPM (Total Productive Maintenance) e seus Resultados. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador, BA; 2013. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_177_007_22969.pdf>. Acessado em 01/07/2018.

TANABE, S. Thermal Comfort Requirements in Japan. Waseda, 1984. Tese de Doutorado – Waseda University.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.