



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO AMAZONAS
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**



MARCOS HENRIQUE DA SILVA E SILVA

**ANÁLISE DO PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC)
DE CONDICIONADORES DE AR IMPLEMENTADO EM UMA ESCOLA PÚBLICA.**

**MANAUS - AM
2021**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOAMAZONAS
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**



MARCOS HENRIQUE DA SILVA E SILVA

**ANÁLISE DO PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC)
DE CONDICIONADORES DE AR IMPLEMENTADO EM UMA ESCOLA PÚBLICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Departamento de Processos Industriais, Curso de Engenharia Mecânica, como requisito parcial, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Msc. João Nery Rodrigues Filho
Co-orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

**MANAUS - AM
2021**

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

S586a Silva, Marcos Henrique da Silva e.
Análise do plano de manutenção, operação e controle (PMOC) de condicionadores de ar implementado em uma escola pública / Marcos Henrique Silva e Silva. – Manaus, 2021.
59 p. : il. color.

Monografia (Engenharia Mecânica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2021.
Orientador: Prof. Me. João Nery Rodrigues Filho.
Coorientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis.

1. Engenharia mecânica. 2. Manutenção – ar condicionado. 3. PMOC.
4. Qualidade do ar. I. Rodrigues Filho, João Nery. (Orient.) II. Reis, Ailton Gonçalves. (Coorient.) III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. IV. Título.

CDD 621



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOAMAZONAS
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**



MARCOS HENRIQUE DA SILVA E SILVA

**ANÁLISE DO PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC)
DE CONDICIONADORES DE AR IMPLEMENTADO EM UMA ESCOLA PÚBLICA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Mecânico e aprovado em sua forma final pelo Curso.

Manaus, 06 de Abril de 2021.

Banca Examinadora:

(Assinado digitalmente em 08/04/2021 13:28)

JOAO NERY RODRIGUES FILHO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 267939

(Assinado digitalmente em 25/04/2021 10:52)

ALBERTO LUIZ FERNANDES QUEIROGA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 1164531

(Assinado digitalmente em 13/04/2021 09:20)

PLACIDO FERREIRA LIMA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 981395

https://sig.ifam.edu.br/sipac/protocolo/documento/documento_visualizacao.jsf?idDoc=891702

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifam.edu.br/documentos/> informando seu número: **60**, ano: **2021**, tipo: **ATA**, data de emissão: **07/04/2021** e o código de verificação: **e2dc30e886**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus pela força, iluminação e orientação durante toda esta caminhada acadêmica.

Aos meus pais e irmãos pela educação familiar e valores importantes para a construção do meu caráter.

À minha noiva por todo companheirismo, apoio, incentivo nos momentos difíceis, e conforto nos momentos de insegurança quando pensei em desistir desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder o dom da vida, por todas as oportunidades que já apareceram na minha caminhada, por todas as portas fechadas fazendo com que eu fosse mais perseverante, pelas orientações divinas e por estar sempre presente na minha vida, pois sem o Senhor, meu Deus, nada disso seria possível.

Aos meus pais Marcos Marcelo e Margareth de Freitas, por todo o amor, carinho e orientações que sempre me forneceram, por sempre me mostrarem que a educação é essencial, por todos os valores que me ensinaram dos quais muito me orgulho.

Aos meus irmãos Sônia, Mauro e Suzana pela convivência familiar e apoio nos momentos necessários e de adversidades.

À minha noiva Crislane, por me incentivar dia-a-dia a ser melhor e fazer o melhor, pela compreensão e apoio durante esta jornada acadêmica, por acreditar nos meus sonhos, por estar sempre me aproximando de Deus e por todo amor, carinho e companheirismo durante esses anos de namoro e noivado.

Aos meus amigos da igreja Maria Auxiliadora e da Comunidade Descendência de Maria por todos os momentos de orações e adorações a Deus, os quais me proporcionaram um fortalecimento espiritual necessário para manter-me firme no dia-a-dia e perante os momentos de fraquezas e turbulências vividas durante esta pandemia do covid-19.

À minha família e aos meus amigos, por todo o suporte emocional, pelas palavras de incentivo e por sempre ficarem na torcida por mim.

Ao meu primeiro orientador Prof. Carlos Machado, que hoje se encontra diante de Deus na morada eterna, pelo incentivo inicial desse trabalho e mostrar-me que seria capaz de desenvolvê-lo.

Ao meu orientador Prof. João Nery, pela orientação e pelas contribuições para esta pesquisa e por ter aceitado ser meu orientador mesmo sendo para um curto espaço de tempo e numa situação adversa a qual vivemos.

Ao professor da disciplina de TCC Prof. Ailton Reis, por conduzir com maestria a disciplina e por estar sempre buscando apoiar os alunos, indo até mesmo além do papel de professor e atuando como orientador.

Aos meus colegas de faculdade, por todo o companheirismo ao longo deste período.

Ao Instituto Federal do Amazonas, por me proporcionar a realização deste sonho.

Finalmente, a todos que não foram citados acima, mas que de forma direta ou indireta ajudaram para realização deste sonho.

RESUMO

Tendo em vista a Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018, a qual preconiza no seu artigo primeiro: “Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.”, com isso, este trabalho tem por objetivo fazer a análise do PMOC em uma escola pública de Manaus, visto que estamos passando por uma pandemia de um vírus que a transmissão é feita através das vias respiratórias e em Manaus a situação foi bem crítica. Propondo assim, a maximizar a segurança, saúde, bem-estar e o conforto das pessoas que frequentam a escola, levando-se em conta as diversas fontes poluentes de natureza biológica, química e física. Pode-se acrescentar ainda, a maior eficiência, vida útil e minimização de falhas nas máquinas do sistema de climatização, culminando em economia financeira, se levarmos em conta os gastos com a energia elétrica. Para tanto, usamos como base as recomendações da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) na resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003; a portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998, a Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018, entre outros estudos. Portanto, a aplicação do PMOC corretamente pode gerar segurança, saúde e conforto para os alunos e funcionários neste ambiente escolar.

Palavras chaves: PMOC, ar-condicionado, escola, manutenção, qualidade do ar.

ABSTRACT

In view of Law No. 13,589, of January 4, 2018, which states in its first article: “All buildings for public and collective use that have artificially conditioned indoor air environments must have a Maintenance, Operation and Maintenance Plan Control - PMOC of the respective air conditioning systems, aiming at the elimination or minimization of potential risks to the health of the occupants. ”, With this, this work aims to make the analysis of the PMOC in a public school in Manaus, since we are going through a pandemic of a virus that is transmitted through the airways and in Manaus the situation was very critical. Thus, proposing to maximize the safety, health, well-being and comfort of people who attend school, taking into account the various polluting sources of biological, chemical and physical nature. It can be added, the greater efficiency, useful life and minimization of failures in the machines of the air conditioning system, culminating in financial savings, if we take into account the expenses with electric energy. For that, we used as a basis the recommendations of ANVISA (National Health Surveillance Agency) in resolution 9, of January 16, 2003; GM / MS Ordinance No. 3,523, of August 28, 1998, Law No. 13,589, of January 4, 2018, among other studies. Therefore, the application of PMOC correctly can generate safety, health and comfort for students and employees in this school environment.

Keywords: PMOC, air conditioning, school, maintenance, air quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema de ar condicionado (resfriamento) do tipo expansão direta.	20
Figura2: Aparelho de ar condicionado de janela.....	20
Figura3: Aparelho de ar condicionado tipo split	21
Figura 4: Área interna/quadra poliesportiva da escola	30
Figura 5: Sala de Aula da Escola.....	31
Figura 6: Máscaras distribuídas para alunos e funcionários	33
Figura 7: Pia instalada na escola	34
Figura 8: Dispenser de álcool em gel.....	34
Figura 9: Totem de álcool em gel na entrada da escola	35
Figura 10: Cartaz presente na entrada da escola	35
Figura 11: Grade Frontal e filtro sujo.....	36
Figura 12: Filtro após limpeza simples	37
Figura 13: Condicionador de ar sem dreno	37
Figura 14: Pintura danificada e criação de incrustação (lodo)	38
Figura 15: Fiação de uma máquina.....	38
Figura 16: Difusor danificado e plug remendado	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ABRAVA- Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
COVs- Compostos Orgânicos Voláteis
CREA- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EJA- Educação de Jovens e Adultos
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEC- Ministério da Educação
MTE- Ministério do Trabalho e Emprego
MMA- Ministério do Meio Ambiente
OMS- Organização Mundial de Saúde
ppm- partes por milhão
PMOC- Plano de Manutenção, Operação e Controle
QAI- Qualidade do ar interno
TCC- Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 MANUTENÇÃO.....	16
2.2. PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC).....	17
2.3. LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS E SURGIMENTO DA LEI Nº 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018.....	18
2.4. SISTEMA DE AR CONDICIONADO	19
2.5. QUALIDADE DO AR.....	21
2.6. SÍNDROME DOS EDIFÍCIOS DOENTES	23
2.7. ORIENTAÇÕES PARA O RETORNO SEGURO DAS AULAS PRESENCIAIS NA REDE PÚBLICA DE ENSINO EM MEIO A PANDEMIA.....	24
3. METODOLOGIA	26
3.1. PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS	29
4. DISCUSSÕES E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	30
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO.....	30
4.2. O PMOC DA ESCOLA OBJETO DE ESTUDO	31
4.3. LISTAGEM DOS EQUIPAMENTOS	31
4.4. ADEQUAÇÕES FEITAS NA ESCOLA PARA O RETORNO PRESENCIAL EM 2020	33
4.5. PROBLEMAS ENCONTRADOS NA ESCOLA.....	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
6. REFERÊNCIAS.....	41
7. APÊNDICES	43
7.1. SUGESTÃO DE PMOC PARA A ESCOLA	43
8. ANEXOS.....	44
8.1. MODELO DE PLANO DE PMOC ESTABELECIDO PELA PORTARIA Nº 3.523/1998	44
7.2. PORTARIA GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998.....	53
7.3 RESOLUÇÃO – RE/ANVISA nº 9, de 16 de janeiro de 2003.....	57
7.4. LEI Nº 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018.....	58
7.5. TERMO DE ACEITE DE ORIENTAÇÃO	60

1. INTRODUÇÃO

Os avanços da tecnologia revolucionaram de forma rápida e definitiva o jeito como o ser humano vivia e a sua relação com o mundo, com isso aconteceram mudanças climáticas do planeta, motivando assim uma busca por um controle de temperatura em ambientes internos objetivando deixá-los cada vez mais confortáveis e, nessa busca surgiu o condicionador de ar, mais popularmente chamado ar condicionado.

A partir desse surgimento atualmente passamos uma grande parte do tempo em ambientes climatizados confinados, no qual normalmente existe pouca troca de ar com o meio externo gerando certo acúmulo de gases ou partículas prejudiciais à saúde do ser humano. Uma das consequências disso, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), foi a morte de mais de 4.300.000 pessoas no ano de 2012 devido a acidente vascular cerebral, doença isquêmica do coração, câncer de pulmão, infecções respiratórias, entre outras.

Conforme a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), uma pessoa respira cerca de 10 mil litros de ar por dia e permanece aproximadamente 85% dele dentro de ambientes fechados, nos quais normalmente são climatizados, como hospitais, escritórios, bancos, carros, residências, entre outros. Com o crescente número de doenças relacionadas a ambientes artificialmente climatizados de uso coletivo a preocupação com a qualidade do ar interior tem aumentado nas últimas décadas.

Todos esses fatores resultaram na edição de uma lei sancionada no Congresso Nacional, pelo Presidente da República, naquele ano Michel Temer, Lei de nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018, a qual preconiza em seu Art 1º que Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes (BRASIL, 2018).

O objetivo do PMOC em sistemas de climatização é a melhoria da qualidade do ar nos interiores dos ambientes, podendo com isso obter-se um ar puro, livre de bactérias as quais podem ser responsáveis por doenças respiratórias. Além disso, objetiva também, reduzir o consumo de energia e prolongar a vida útil do equipamento evitando quebras e reduzindo os gastos com troca de peças.

A qualidade do ar interno (QAI) em salas de aula ultimamente vem recebendo uma atenção especial, principalmente por conta da pandemia da COVID-19¹ e a necessidade de retorno às salas de aula. E são as Escolas, um dos ambientes em que as implicações mais se apresentam quando se trata da diferença entre maus e bons desempenhos relacionados à QAI, pois os alunos permanecem em média 4 a 5 horas diárias, durante 200 dias letivos no ano, são aproximadamente 13 anos em salas de aula. As características desses espaços são muito importantes e determinantes para o desenvolvimento escolar e crescimento físico saudável dos alunos (COZAC, 2021).

Na classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2002, Manaus é classificada com clima equatorial úmido com 1 a 3 meses secos, isso faz com que se tenham temperaturas elevadas na maior parte do ano letivo. Nas escolas a situação torna-se complicada, pois é necessário um ambiente bom e agradável para que os alunos, professores e técnicos administrativos sintam-se confortáveis, prestem bons serviços e a aprendizagem seja da melhor maneira possível. E nestes anos de 2020 e 2021, tem-se o agravante com a pandemia do COVID-19, em se tratando de ar condicionado. Sendo assim é preciso que os planos de manutenções de ar condicionados sejam aplicados e cumpridos da forma mais eficiente possível.

Neste contexto, a pergunta problema que norteou a pesquisa pode ser assim apresentada: Qual a importância da realização e cumprimento do PMOC de ar condicionados no ambiente escolar?

Para responder a esse questionamento apresentamos as seguintes hipóteses:

- a) Com a correta aplicação do PMOC no sistema de climatização da escola, tem-se uma filtragem e renovação de ar eficiente garantindo assim a qualidade do ar necessária para a redução dos riscos de proliferação do COVID-19 e outras doenças respiratórias;
- b) Evitar-se-á situações de desconfortos (calor excessivo), mantendo as máquinas sempre em pleno funcionamento;
- c) Fazendo as manutenções preventivas necessárias pode-se garantir a durabilidade e máxima eficiência das máquinas e equipamentos;
- d) Mantendo o controle de manutenções haverá redução de custos com perdas de equipamentos e reparos desnecessários.

¹A COVID-19 é uma doença causada pelo corona vírus, denominado SARS-CoV-2, que apresenta um espectro clínico variando de infecções assintomáticas a quadros graves. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, a maioria (cerca de 80%) dos pacientes com COVID-19 podem ser assintomáticos ou oligossintomáticos (poucos sintomas), e aproximadamente 20% dos casos detectados requer atendimento hospitalar por apresentarem dificuldade respiratória, dos quais aproximadamente 5% podem necessitar de suporte ventilatório (MINISTÉRIO DA SAÚDE, s/d).

A partir dessa problematização, entendemos que é necessário um estudo que objetive verificar o cumprimento do PMOC de aparelhos de ar condicionados no ambiente escolar, pois é de conhecimentos de todos que as escolas públicas em Manaus, em sua grande maioria, passam por dificuldades de refrigeração das salas de aulas. Ainda mais que atualmente vive-se uma epidemia, essa pesquisa buscará levantar dados e propor, se possível, melhorias e adequações do PMOC conforme a luz da nova realidade epidemiológica.

Uma vez justificada a realização desse trabalho, o objetivo geral proposto foi de “analisar de maneira qualitativa, quantitativa e de desempenho a eficiência do PMOC do sistema de climatização da escola em questão”.

Desse objetivo geral decorrem cinco específicos, quais sejam: a) estudar as especificidades do PMOC de sistemas de climatização; b) Analisar que maiores cuidados decorrem do período pandêmico que está sendo vivido; c) verificar se existe um PMOC do sistema de climatização na escola; d) verificar se o PMOC aplicado, caso exista um, é o mais indicado para a escola; e) fazer análise crítica a partir das informações coletadas.

O referencial teórico respeita as ideias que perpassam pelos principais conceitos de manutenção e seus diferentes tipos, PMOC, sistema de refrigeração e climatização, qualidade do ar, renovação de ar, síndrome dos edifícios doentes, doenças respiratórias e algumas leis, normas e regulamentações que regem sobre as manutenções.

A metodologia utilizada neste trabalho segue as características da pesquisa qualitativa e quantitativa. Ou seja, a abordagem pode ser considerada quali-quantitativa, aplicada, descritiva, explicativa, bibliográfica e documental.

Esperamos que esse trabalho possa contribuir para uma melhor compreensão sobre os riscos de não seguir corretamente o PMOC no sistema de ar condicionado no ambiente escolar, as consequências que podemos ter na nossa saúde e para um melhor planejamento das manutenções nas escolas.

Isto posto, esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) está organizado em 4 capítulos, sendo o Capítulo 1 a própria introdução, que apresenta as características gerais da pesquisa.

O capítulo 2 mostra o referencial teórico adotado no trabalho, fundamentando os conceitos necessários para o progresso e desenvolvimento da pesquisa.

O capítulo 3 expõe a metodologia e os procedimentos metodológicos utilizados nessa pesquisa, isto é, as características da pesquisa e a maneira como foi construída.

O capítulo 4 evidencia os principais resultados decorrentes do problema proposto e as soluções adotadas para a melhoria do PMOC do sistema de climatização escolar. Por fim, temos as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar os referenciais teóricos que trarão suporte aos conceitos e discussões apresentadas neste trabalho. Tais como, Manutenção e seus diferentes tipos, PMOC, sistema de ar condicionado, qualidade do ar, síndrome dos edifícios doentes e algumas leis, normas e regulamentações que regem sobre as manutenções de sistemas de climatização.

2.1 MANUTENÇÃO

O inverno e principalmente o verão são as estações nas quais são registrados aumentos em solicitações de manutenção, porque são nessas estações do ano em que o ar condicionado é mais utilizado, fazendo com que se tenha a elevação dos casos de doenças respiratórias, com isso, ao mesmo tempo aumenta-se a necessidade de limpeza dos aparelhos.

Nos ambientes fechados com pouca ou nenhuma renovação de ar, a preocupação é com os fungos, poeira, fumo, bactérias, ácaros e bolor, que ficam retidos nos filtros, serpentinas e turbinas dos equipamentos. Para prevenir as doenças que são causadas por esses poluentes, devem ser feitas manutenções de forma periódica nos equipamentos, objetivando uma maior eficiência devido à limpeza, desobstrução dos filtros e conseqüentemente um menor consumo de energia.

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR) 13971:2014, podemos definir:

Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas incluindo supervisão, destinadas a manter ou restaurar um item (componente, equipamento ou sistema) em estado do qual possa desempenhar uma função requerida.

Manutenção preventiva é a ação efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

Manutenção preditiva é a ação que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Manutenção corretiva é a ação efetuada, após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

Manutenção programada é a ação preventiva efetuada de acordo com um programa preestabelecido.

2.2. PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE (PMOC)

O PMOC é o Plano de Manutenção Operação e Controle, este é uma medida que o Ministério da Saúde junto com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) estipulou para monitoramento e adequações quanto a qualidade do ar em ambientes de uso coletivo. Levando em consideração a preocupação mundial com a qualidade do ar em ambientes climatizados e a crescente utilização de sistemas de ar condicionado no país, por conta das condições climáticas que se tem. Torna-se obrigatório quando um estabelecimento ultrapassa a carga térmica de 60.000 Btu/h (ou 5 TR). É especificado também qual o número de ocupantes de cada ambiente climatizado e o tipo de atividade desenvolvida no local. A instituição é analisada de uma forma geral, e não apenas por setores. Ou seja, caso ela venha a atingir a carga térmica mínima, será necessário providenciar o PMOC. É recomendado ainda que, antes de dar início ao projeto, o profissional responsável entre em contato com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) do estado solicitando as informações necessárias para o procedimento, pois pode haver complementações da legislação em diferentes estados (ANTONOVICZ; WEBER, 2013; BARBOSA, 2019).

O PMOC vai definir como e quando deverão ser feitas as correções e inspeções técnicas em cada ponto do sistema de ar condicionado, o número máximo de pessoas em cada ambiente climatizado, as cargas térmicas dos equipamentos e os tipos de atividades que serão desenvolvidas nos setores. O objetivo do Plano de Manutenção, operação e Controle é o ponto inicial para uma boa qualidade do ar dentro dos ambientes.

O Ministério da Saúde diante de suas atribuições fez entrar em vigor a Portaria Nº 3.523, de 28 de Agosto de 1998, que trata da qualidade do ar de Interiores em ambientes climatizados:

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. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998)

Com isso, diante da 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, iniciaram-se as regulamentações e legislações do PMOC.

2.3. LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS E SURGIMENTO DA LEI Nº 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018.

Conforme Garcia (2018) em 1998, no Brasil, faleceu o então ministro das Comunicações, Sergio Motta, por ter contraído a bactéria *Legionella*, que estava alojada nos dutos de ar condicionado do seu gabinete em Brasília, que lhe causou uma pneumonia gravíssima, existem também inúmeros casos não tão famosos. Nesta época as pesquisas e legislações existentes no Brasil concentravam-se apenas na qualidade do ar em ambientes externos, contudo os estudos sobre Qualidade do Ar Interior (QAI) ganharam destaque com a descoberta de que baixas trocas de ar entre ambientes externo e interno proporciona um significativo acréscimo na concentração de poluentes químicos e biológicos.

Devido a esse caso de Sergio Motta no Brasil, o Ministério da Saúde, por intermédio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), publicou a Portaria nº 3523, de 28 de Agosto de 1998, que tem como base o artigo 6 da Lei nº 8.080 do Sistema Único de Saúde – SUS, de 19 de setembro de 1990, instituindo a obrigatoriedade do Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC direcionado a todos os aparelhos de climatização em uso e abrangendo o conceito de infração sanitária quanto à qualidade do ar.

Logo em seguida, dois anos depois, foi publicada a Resolução nº 176 de 24 de outubro de 2000 e, posteriormente, uma revisão: a Resolução nº9 de 16 de janeiro de 2003, que abordam orientações técnicas sobre “Padrões referenciais da qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo”, com o objetivo de definir parâmetros para temperatura, umidade relativa, concentração de CO₂, material particulado e velocidade do ar em ambientes climatizados.

Todos esses fatos culminaram a publicação de uma nova lei, a de nº 13.589, no dia 4 de janeiro de 2018, que tem base a portaria e a resolução citadas, além das normas da ABNT e

decreta que “Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.”

2.4. SISTEMA DE AR CONDICIONADO

Devemos observar que fundamentalmente o condicionamento de ar não se trata apenas do processo de resfriamento de ar. O controle adequado da umidade e o atendimento aos requisitos de filtragem e renovação do ar e sua distribuição no ambiente são mais importantes que o resfriamento. Portanto, para se obter um ambiente condicionado, de acordo com sua definição completa e conforme os requisitos de conforto e saúde humana, é fundamental que sejam atendidos os requisitos estabelecidos pelas normas de referência.

Os sistemas de ar condicionado mais comuns utilizam o processo de refrigeração (ou aquecimento) através de compressão de vapor de um fluido (chamado normalmente de fluido frigorífico ou fluido refrigerante), que consiste em um ciclo fechado composto de quatro etapas:

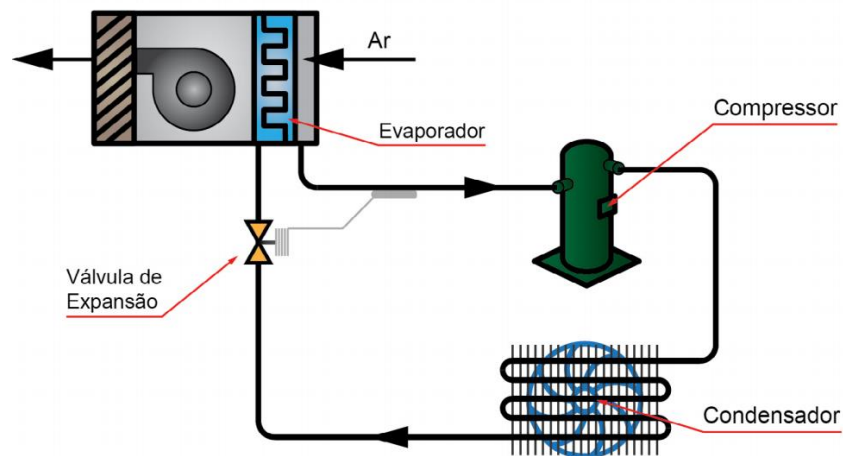
1. Compressão do fluido frigorífico no estado vapor, de baixa pressão para alta pressão, através de um compressor;
2. Dessuperaquecimento e condensação do fluido frigorífico, a alta pressão, através de um trocador de calor que normalmente utiliza o ar externo direto ou água proveniente de uma torre de resfriamento, onde é resfriada pelo ar externo;
3. Expansão (ou despressurização) do fluido frigorífico líquido, através de um dispositivo de expansão (válvula, orifício, tubo capilar, etc.), que resultará em uma mistura de líquido e vapor a baixa pressão;
4. Evaporação total do fluido frigorífico a baixa pressão, através de um trocador que irá resfriar (e desumidificar) o ar (direta ou indiretamente) a ser insuflado no ambiente condicionado.

O sistema de refrigeração pode ser também chamado de “bomba de calor”, pois ele retira o calor de um ambiente e o “bombeia” para outro. No caso de um sistema de resfriamento do ar ambiente, o calor é retirado do ambiente a ser condicionado e rejeitado ou “bombeado” para o ambiente exterior (ar externo). No caso de um sistema de aquecimento do ar ambiente, o calor é retirado do ambiente exterior (através do resfriamento do ar externo) e “bombeado” para o ambiente a ser condicionado (MMA, 2017).

Os sistemas de ar condicionado podem ser divididos em dois tipos principais: o sistema de expansão direta e o de expansão indireta. Será definido neste trabalho apenas o sistema de expansão direta, pois é o que se aplica na escola em questão, no caso são feitos uso do aparelho de ar condicionado de janela e Split.

Sistemas de expansão direta: Quando o ar a ser insuflado no ambiente condicionado é resfriado (ou aquecido) em um trocador de calor do tipo serpentina, que utiliza o próprio fluido refrigerante evaporando no interior dos tubos da serpentina em uma temperatura mais baixa ou no caso de aquecimento, condensando em uma temperatura mais elevada (MMA, 2017).

Figura 1: Sistema de ar condicionado (resfriamento) do tipo expansão direta.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2017)

Aparelho de ar condicionado de Janela (ACJ): sistema unitário compacto, típico para instalações residenciais para um único ambiente, com controle apenas da temperatura ambiente (com sensor no retorno do equipamento) e extremamente limitado para atender os requisitos de qualidade do ar interior.

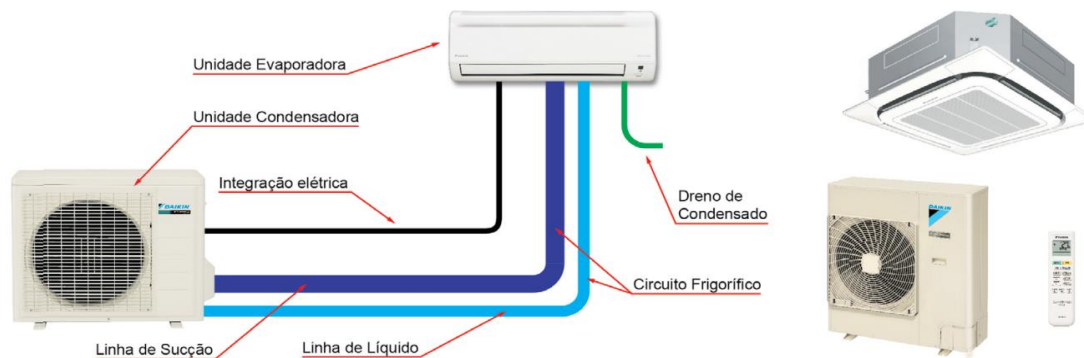
Figura2: Aparelho de ar condicionado de janela



Fonte: Midea Carrier do Brasil Ltda (2018)

Sistema tipo Split: sistema unitário, com a unidade evaporadora instalada no ambiente condicionado e a unidade condensadora (compressor e condensador) instalada em área externa remota, típico para instalações residenciais para um ou dois ambientes, com controle apenas da temperatura ambiente (com sensor no retorno da unidade evaporadora) e extremamente limitado para atender os requisitos de qualidade do ar interior.

Figura3: Aparelho de ar condicionado tipo split



Fonte: Daikin Mcquay Ar Condicionado do Brasil Ltda, (2019)

2.5. QUALIDADE DO AR

Estudo da Universidade Técnica da Dinamarca, mostra ganhos de performance dos alunos em 14,5% em ambientes com uma boa qualidade do ar. Isso representa que um aluno em escola com boa QAI é capaz de aprender em 06 anos o que ele aprenderia em 07. Nem precisa ser bom em matemática, para enxergarmos o ganho financeiro para um país com investimentos na qualidade do ar interno (COZAC, 2021)

A Resolução N° 09 da ANVISA publicada em 16 de janeiro de 2003, recomenda, por exemplo, que ambientes internos tenham o máximo de 1000 partes por milhão (ppm) de CO₂ (dióxido de carbono).

A ventilação inadequada faz com que CO₂ e contaminantes do ar interior se acumulem nos ambientes ocupados por pessoas. Em muitas escolas, os níveis de dióxido de carbono elevados impactam diretamente na redução de rendimento escolar dos alunos, conforme estudos apresentados *Lawrence Berkeley National Laboratory*. Uma consequência adicional da ventilação inadequada em ambientes é o acúmulo de outros contaminantes do ar interior, como os compostos orgânicos voláteis (COVs), incluindo os formaldeídos, que podem ser encontrados em diversos produtos de construção e manutenção utilizados nas salas de aula, incluindo tapetes, vinil, tintas, selantes, plásticos, produtos de madeira, móveis, eletrônicos, agentes de limpeza e tantos outros (COZAC, 2021).

Outro grande problema é a capacidade do ar interior em espalhar infecções virais, como a COVID19, e bacterianas, sendo a proliferação de mofo um fator de contribuição especial.

As escolas que fazem a escolha de usar aparelhos de ar-condicionado, na maioria das vezes fazem a instalação de equipamentos do tipo Split e de janela. Apesar de ser uma atitude que objetiva o conforto térmico aos alunos, professores e técnicos administrativos, acaba sendo uma catástrofe em relação à qualidade do ar interna.

Quanto à qualidade do ar tem-se a Resolução RE nº 176, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde, de 24 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000). Esta Resolução foi revisada em 2003, originando a Resolução RE nº 09, de 16 de janeiro de 2003 (BRASIL, 2003).

Nestas legislações, fica estabelecido que a contagem total máxima de bolores e leveduras deve ser 750 UFC/m³ e que a relação entre as contagens de microrganismos no ar interno e no ar externo do prédio não deve ser superior a 1,5 (Relação I/E), mesmo que os dois resultados relacionados sejam inferiores ao limite máximo permitido (750 UFC/m³). Tal parâmetro estaria relacionado ao fato de que valores muito elevados da relação I/E indicam a presença de fontes poluidoras no interior do prédio, que devem ser pesquisadas (BARBOSA, 2019).

Os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000; BRASIL, 2003) estão resumidos na tabela a seguir:

Tabela 1: Parâmetros referenciais de qualidade do ar de interiores em ambientes artificialmente climatizados de uso público e coletivo

Parâmetros	Valores máximos permitidos
Físico-Químicos	
Dióxido de carbono	≤1000 ppm
Aerodispersóides	≤ 80 g/m ³
Temperatura: Verão Inverno	23 - 26°C 20 - 22°C
Velocidade do ar	0,25 m/s
Umidade relativa: Verão Inverno	40 - 65% 35 - 65%
Taxa de renovação	27 m ³ /h/pessoa
Microbiológicos	
Quantitativo para bolores e leveduras	≤ 750 UFC/m ³
Relação I/E *	≤ 1,5

* - Relação entre a quantidade de fungos no ar interno (I) e no ar externo ao prédio (E).

Fonte: BRASIL (2003)

2.6. SÍNDROME DOS EDIFÍCIOS DOENTES

É perceptível que em ambientes confinados, com pouca ou nenhuma renovação do ar, de forma rápida o ar se torna desagradável e em alguns casos irrespirável, devido o acúmulo dos poluentes gerados internamente, que acabam não tendo como serem eliminados ou pelo menos suficientemente diluídos, porque esses locais na sua maioria não possuem janelas para seja feita a renovação do ar. É inegável também a facilidade com que as doenças respiratórias podem ser transmitidas por um único doente nesses locais, usando como veículo o próprio aparelho de ar condicionado.

Poluentes químicos, como o monóxido e dióxido de carbono (CO e CO₂), amônia, dióxido de enxofre e formaldeído, produzidos no interior do estabelecimento a partir de materiais de construção, materiais de limpeza de péssima qualidade, fumaça de cigarro, fotocopiadoras e pelo próprio metabolismo humano e, ainda, os poluentes biológicos como fungos, algas, protozoários, bactérias, ácaros, cuja proliferação são favorecidos pela limpeza inadequada de carpetes, tapetes, cortinas, são as causas do que se convencionou chamar de “Síndrome do Edifício Doente”, sendo reconhecida em 1982 pela Organização Mundial de Saúde (OMS), como a origem dos problemas de saúde causada aos trabalhadores em recintos com ar condicionado. (TEIXEIRA; BRIONIZIO; PEREIRA; MAINIER, s/d).

2.7. ORIENTAÇÕES PARA O RETORNO SEGURO DAS AULAS PRESENCIAIS NA REDE PÚBLICA DE ENSINO EM MEIO A PANDEMIA.

Com o intuito de orientar o retorno presencial às escolas públicas que decidirem abrir as portas, o Ministério da Educação (MEC) lançou o Guia de Implementação de Protocolos de Retorno das Atividades Presenciais nas Escolas de Educação Básica.

O documento traz orientações para todos da escola, dos gestores até os estudantes e a equipe de limpeza, seguindo normas técnicas de segurança em saúde para evitar a transmissão da Covid-19.

O guia detalha medidas de higiene a serem adotadas, de desinfecção de ambientes, distanciamento entre alunos em sala de aula, uso do transporte escolar, da biblioteca, de equipamentos de proteção individual e de proteção coletiva e ventilação de ambientes.

Como medida de higiene e proteção ambiental, por exemplo, uma recomendação é estabelecer uma rotina de higienização das mãos em diversos momentos das atividades escolares. E também ter um cronograma de limpeza regular do ambiente com atenção especial a banheiros, maçanetas, carteiras, interruptores e material de ensino.

O documento também traz orientações pedagógicas e sobre o que deve ser observado antes da decisão de retorno presencial das aulas como avaliar as condições de estrutura da escola, definir como será o processo de alimentação dos estudantes e analisar se há condições de fazer o treinamento e capacitação da comunidade acadêmica.

Em articulação com as secretarias municipais e estaduais a que a escola se vincula, o guia do MEC (2020, P.09) recomenda a seguinte lista inicial de procedimentos antes do retorno das atividades presenciais:

1. Atualizar a lista de todas as pessoas envolvidas na instituição de ensino, todos os profissionais da educação e alunos, com os respectivos contatos;
2. Verificar como está o processo de elaboração do Plano de Retorno das atividades escolares presenciais, destacando os pontos centrais desse Plano;
3. Avaliar e definir se o retorno será de forma gradual ou se os alunos vão retornar todos de uma vez, bem como se a opção será pelo ensino híbrido ou pelo ensino remoto para alguma das séries ou etapas.
4. Avaliar todo o ambiente de trabalho, observando como estão as condições físicas e estruturais e se há condições de atender a retomada presencial das aulas, o trabalho administrativo e de serviços gerais (manutenção e limpeza);
5. Avaliar a adequabilidade da ventilação dos espaços da escola;
6. Verificar as condições de trabalho de todos profissionais da educação, inclusive a existência de EPIs suficientes para todas as pessoas que trabalham com recepção, manutenção e limpeza;
7. Avaliar se as condições de higiene de todos os espaços estão adequadas, com água, sabonete de limpeza das mãos e álcool em gel 70% disponíveis para todos;
8. Definir formas de garantir a frequência adequada da limpeza dos ambientes, cuidando do suprimento de água sanitária, álcool, materiais descartáveis, entre outros, e também de equipe suficiente para o trabalho;

9. Decidir como será o processo de alimentação dos alunos: se ocorrerá dentro das salas de aula ou em cantinas/refeitórios, se há espaço de atendimento para garantir a distância mínima entre pessoas, se há condições para revezamento de horários; como será a distribuição de alimentos;
10. Criar mecanismos para monitorar o cumprimento das medidas sociais e sanitárias;
11. Analisar se há condições para realizar treinamento e capacitação da comunidade acadêmica;
12. Verificar se há equipe preparada para realizar ações permanentes de sensibilização de estudantes, pais ou responsáveis. (MEC,2020,P.09)

Quanto a ventilação dos ambientes o MEC (2020) traz as seguintes orientações:

1. Deve-se privilegiar a ventilação natural, abrindo portas e janelas o máximo de tempo possível, evitando-se, inclusive, o toque em maçanetas e fechaduras;
2. Manter uma ventilação adequada ou aumentar o fluxo de ar, quando for possível;
3. Evitar o uso de ventiladores e ar condicionado. Caso isso não seja possível, os sistemas de ventilação e ar condicionado devem ser periodicamente inspecionados e limpos;
4. Deve-se aumentar ao máximo a entrada de ar externo, alterando, quando necessário, as configurações de sistemas de ventilação (MEC, 2020, p. 16).

Essas foram as orientações destinadas as escolas para que se pudessem ter uma volta as aulas presenciais com menos riscos de contaminação e proliferação do covid-19 na comunidade escolar e consecutivamente com as famílias dos alunos e funcionários.

Lembrando que a volta das aulas presenciais ficaram a critério dos governos dos Estados e das prefeituras de cada cidade, levando em conta a realidade por qual cada um estiver passando.

No Amazonas, no ano de 2020, as escolas estaduais tiveram um retorno das aulas presenciais, porém nas escolas municipais de Manaus não houve o retorno, permanecendo as aulas somente de modo remoto.

3. METODOLOGIA

A pesquisa é a atividade nuclear da Ciência. Ela possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar. A pesquisa é um processo permanentemente inacabado. Processa-se por meio de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo-nos subsídios para uma intervenção no real (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

A pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. Lehfeld (1991) refere-se à pesquisa como sendo a inquisição, o procedimento sistemático e intensivo, que tem por objetivo descobrir e interpretar os fatos que estão inseridos em uma determinada realidade.

Segundo Gil (2007), pesquisa é definida como o:

[...] procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Só se inicia uma pesquisa se existir uma pergunta, uma dúvida para a qual se quer buscar a resposta. Pesquisar, portanto, é buscar ou procurar resposta para alguma coisa.

Quanto ao conceito de metodologia, para Fonseca (2002), *methodos* significa organização, e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação; ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica.

É importante salientar a diferença entre metodologia e métodos. A metodologia se interessa pela validade do caminho escolhido para se chegar ao fim proposto pela pesquisa; portanto, não deve ser confundida com o conteúdo (teoria) nem com os procedimentos (métodos e técnicas). Dessa forma, a metodologia vai além da descrição dos procedimentos (métodos e técnicas a serem utilizados na pesquisa), indicando a escolha teórica realizada pelo pesquisador para abordar o objeto de estudo. No entanto, embora não seja a mesma coisa, teoria e método são dois termos inseparáveis, “devendo ser tratados de maneira integrada e apropriada quando se escolhe um tema, um objeto, ou um problema de investigação” (MINAYO, 2007).

Minayo (2007, P.44) define metodologia de forma abrangente e concomitante

[...] a) como a discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; b) como a apresentação adequada e justificada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação; c) e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outro tipo específico de resposta às indagações específicas. (MINAYO, 2007, P.44)

A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa opõem-se ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências, já que as ciências sociais têm sua especificidade, o que pressupõe uma metodologia própria. Assim, os pesquisadores qualitativos recusam o modelo positivista aplicado ao estudo da vida social, uma vez que o pesquisador não pode fazer julgamentos nem permitir que seus preconceitos e crenças contaminem a pesquisa (GOLDENBERG, 1997).

A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Por outro lado temos a pesquisa quantitativa, segundo Fonseca (2002, p. 20):

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho vai abranger conceitos que perpassam a pesquisa qualitativa e quantitativa. Ou seja, a abordagem pode ser considerada

quali-quantitativa, porque envolve análise de informações sobre o PMOC e a escola no geral, em conjunto com métodos matemáticos, para se ter os padrões da qualidade do ar e as medidas corretas para cada ambiente a escola.

A aplicação prática do conhecimento abordado no trabalho será relevante para as atividades no ambiente escolar, pois serve de base para que se tenha um sistema de ar condicionado de qualidade, proporcionando assim um ambiente mais saudável e seguro. Portanto, quanto a natureza, o trabalho reúne características de uma pesquisa aplicada.

A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

A pesquisa explicativa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Ou seja, este tipo de pesquisa explica o porquê das coisas através dos resultados oferecidos. Segundo Gil (2007), uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado. Sendo assim, o trabalho apresenta características de pesquisa descritiva e explicativa.

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002). Este trabalho tem também uma natureza bibliográfica pelo fato de terem sido feitas várias pesquisas para agregar conceitos necessários e importantes a este trabalho.

A pesquisa documental trilha os mesmos caminhos da pesquisa bibliográfica, não sendo fácil por vezes distingui-las. A pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já elaborado, constituído basicamente por livros e artigos científicos localizados em bibliotecas. A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc. (FONSECA, 2002). Este trabalho será documental pelo fato de ser necessária uma busca e análise em documentos da escola que tratam da manutenção do sistema de ar condicionado.

3.1. PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram seguidas as seguintes fases:

Fase 1: Definição do Tema e dos objetivos: foram definidos o tema, os objetivos gerais e específicos para o alcance do resultado desejado para este trabalho;

Fase 2: Revisão Bibliográfica: foi realizado uma pesquisa bibliográfica, em livros, artigos, TCCs, materiais disponíveis na internet, leis e normas técnicas que abordam e tratam dos assuntos que fundamentam este trabalho;

Fase 3: Definição da metodologia: para melhor andamento e progresso do trabalho foi definida a metodologia e procedimentos a serem aplicados;

Fase 4: Coleta, análise de dados e visita a escola: foi feito um levantamento dos dados necessários para o progresso do trabalho, foram feitas pesquisas para saber a existência de um PMOC na escola, anotações das condições da escola, medidas necessárias, perguntas para a gestora, professores e secretária. Possibilitando assim fazer um registro de evidências necessárias para construção de uma base de dados que poderá dar legitimidade ao estudo. Por fim, foi feita a análise dos dados obtidos, o que deverá resultar nas conclusões;

Fase 5: Escrita do trabalho: descrição detalhada das ferramentas e metodologias utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, bem como as conclusões obtidas através desse estudo e sugestões para trabalhos futuros.

4. DISCUSSÕES E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os principais resultados e discussões do presente trabalho. Para isso, inicialmente vamos apresentar as características gerais do espaço de estudo, as adequações feitas na escola, levantamento dos equipamentos e alguns problemas encontrados na escola.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O local de estudo foi escolhido devido ao autor ter mais facilidade para a coleta dos dados. As informações obtidas para a caracterização do local de estudo foram através de visitas no ambiente. No local foi conversado com a atual gestora e a secretária, em que as mesmas passaram as informações sobre o horário de funcionamento, quantidade de alunos, número atual do quadro de funcionários e outras informações que ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

A Escola objeto de estudo é uma instituição pública estadual voltada para o ensino médio regular e neste ano de 2021 foram iniciadas cinco turmas de EJA, localizada no Estado do Amazonas, Brasil, mais precisamente na Zona Leste de Manaus. A construção possui dois pisos (térreo mais um), a quadra poliesportiva fica no centro do prédio e os demais ambientes ao redor. No térreo estão situadas 14 salas de aulas divididas em dois blocos, um em cada lado, e no primeiro andar tem mais duas salas de aula, totalizando 16 salas de aulas. Ainda no primeiro andar do prédio, temos a secretaria, diretoria, pedagogia, sala de mídia, sala dos professores, sala de música, banheiros dos funcionários, depósito, biblioteca, cozinha, sala de informática e laboratório de ciências.

Figura 4: Área interna/quadra poliesportiva da escola



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

A escola funciona de segunda a sexta, nos três turnos, tem o total de 2168 alunos, sendo 578 alunos do 1ºano, 702 do 2º ano, 672 alunos do 3º ano e 216 alunos da EJA, a divisão por turno fica assim: matutino 712 alunos, vespertino 748 alunos e noturno 708 alunos.

Figura 5: Sala de Aula da Escola



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

4.2. O PMOC DA ESCOLA OBJETO DE ESTUDO

A importância do PMOC pode ser resumida em três contribuições, sendo a mais importante a de ser o alicerce para proporcionar a saúde e bem-estar dos ocupantes de ambientes artificialmente climatizados, pois garante o conforto por meio do funcionamento do sistema de climatização sem panes e a saúde através da ausência de impurezas de natureza física, química ou biológica. Além disso, possibilita mais tempo a vida útil da máquina, proporciona o aumento da eficiência do sistema de ar condicionado e consequentemente redução dos gastos com a energia elétrica.

Através de consultas a documentos da escola e entrevistas feitas com a gestora e secretária da escola, podemos concluir que atualmente a Escola não possui a cultura do PMOC em sua estrutura. O que na maioria das vezes são feitas, são manutenções corretivas e limpeza das máquinas quando solicitadas pela direção da escola.

4.3. LISTAGEM DOS EQUIPAMENTOS

No levantamento total de aparelhos condicionadores de ar da escola foram encontrados 46 (quarenta e seis) aparelhos distribuídos pelo prédio, dos quais são do tipo janela (acj), Split (hi-wall) e Split (piso-teto), juntos somam uma carga térmica de

1.200.000Btu/h (100 TR). De acordo com o Ministério da Saúde pela Portaria Nº 3.523, de 28 de Agosto de 1998, deveria se implantar e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC, adotado para o sistema de climatização.

Quadro 1: Listagem dos aparelhos condicionadores de ar

Ambiente	Localização	Tipo de aparelho	Modelo	Marca	Capacidade Btu/h
Sala 01	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Springer	21.000
Sala 01	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Springer	21.000
Sala 02	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 02	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 03	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 03	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 04	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 04	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 05	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 05	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 06	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 06	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Springer	21.000
Sala 07	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 07	Térreo- Bloco A	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 08	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 08	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 09	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Springer	21.000
Sala 09	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 10	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 10	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 11	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 11	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 12	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 12	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 13	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 13	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 14	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 14	Térreo- Bloco B	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Sala 15	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 15	1º piso	Split	Hi-wall	Samgung	24.000
Sala 16	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Sala 16	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	Gree	18.000
Secretaria	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	18.000
Arquivo	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Diretoria	1º piso	Split	Piso-teto	VG	36.000
Pedagogia	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Mídia/ auditório	1º piso	Split	Piso-teto	VG	36.000
Mídia/ auditório	1º piso	Split	Piso-teto	VG	36.000
Sala dos professores	1º piso	Split	Piso-teto	VG	36.000
Sala dos professores	1º piso	Split	Hi-wall	Samgung	24.000
Sala da música	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	VG	21.000
Biblioteca	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	springer	21.000
Informática	1º piso	Split	Hi-wall	Samgung	24.000
Informática	1º piso	Janela (ACJ)	Monobloco	Novexium	30.000
Laboratório de	1º piso	Split	Hi-wall	Samgung	24.000

ciências					
Laboratório de ciências	1º piso	Split	Hi-wall	Samgung	24.000
Total das cargas térmicas dos aparelhos de ar condicionado (Btu/h)					1.200.000

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

4.4. ADEQUAÇÕES FEITAS NA ESCOLA PARA O RETORNO PRESENCIAL EM 2020

Em março de 2020, com o início da Pandemia do Covid-19 em Manaus, as aulas presenciais foram suspensas, permanecendo o ensino apenas de modo remoto. No mês de agosto ocorreu o retorno das aulas presenciais. Com isso, as medidas adotadas foram as seguintes:

1- O uso obrigatório de máscaras: para isso, foi feita a distribuição, por parte do governo, de máscaras de pano para os alunos e funcionários, pelo menos duas máscaras para cada aluno.

Figura 6: Máscaras distribuídas para alunos e funcionários



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

2- Instalações de pias: foram instaladas algumas pias na escola para que os alunos e funcionários pudessem lavar suas mãos quando necessário, a instalação foi feita em alguns pontos da escola, tais como, ao lado do portão de entrada e próximo as escadas da escola.

Figura 7: Pia instalada na escola



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

3- *Dispensers e totens* de álcool em gel: foram instalados por toda a escola, nas salas de aula, corredores e vários outros pontos os dispensers de álcool em gel, para que os alunos e funcionários fizessem o uso como é recomendado pelo MEC e profissionais da saúde.

Figura 8: Dispenser de álcool em gel



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

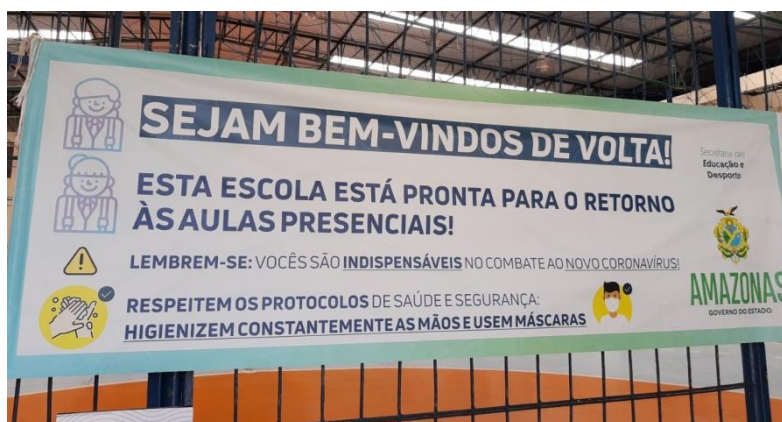
Figura 9: Totem de álcool em gel na entrada da escola



Fonte: Captada pelo próprio autor

4- Comunicação visual: foram distribuídas pela escola marcações no chão para a conscientização do distanciamento que se faz necessário e vários cartazes com informações e orientações para a prevenção do covid-19.

Figura 10: Cartaz presente na entrada da escola



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

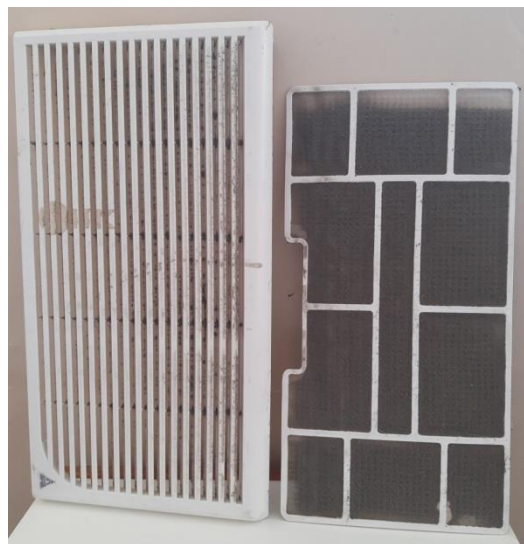
5- Divisão das turmas: a estratégia adotada para que não houvesse salas lotadas, foi a divisão das turmas em bloco A e bloco B, isso fez com que a turma fosse dividida em 50%, o bloco A frequentou as aulas nas segundas e quartas-feiras, enquanto o bloco B foi as aulas nas terças e quintas-feiras.

4.5. PROBLEMAS ENCONTRADOS NA ESCOLA

Durante processo de análise dos aparelhos e ambientes da escola tivemos a oportunidade de notar alguns problemas no sistema de ar condicionado, tais como:

- Falta do plano de manutenção: A escola não possui um PMOC, as manutenções feitas são através de solicitação da direção da escola, muitas das vezes são apenas corretivas, pois só se faz o pedido quando é identificado algum problema como barulho, falta de refrigeração ou parada de uma máquina.
- Falta de manutenção preventiva: não existe na escola esse tipo de manutenção, que seria extremamente importante, se existisse poderiam ser evitados vários problemas mais graves e facilitaria os trabalhos dos gestores de equipes de manutenções.
- Filtro do condicionador de ar sujo: Limpar o filtro do ar-condicionado é muito importante por uma variedade de razões. Entre elas, podemos citar o conforto térmico, eficiência energética, proteção de componentes internos, longevidade do aparelho e até mesmo para preservar a saúde das pessoas que utilizam o equipamento. E na escola foram encontrados filtros bastante sujos nos equipamentos.

Figura 11: Grade Frontal e filtro sujo



Fonte: Captada pelo próprio autor

Na figura 11, é possível observarmos o estado que se encontrava a grade frontal e o filtro do condicionador de ar, em situações assim a sujeira começa a interferir no funcionamento do aparelho, podendo causar mau cheiro, vazamento de água e baixo resfriamento. Na figura 12, será possível fazermos a comparação, pois é o mesmo filtro da figura anterior após uma lavagem simples.

Figura 12: Filtro após limpeza simples



Fonte 1: Captada pelo próprio autor

- Drenos dos condicionadores de ar: a ausência ou má instalação dos drenos dos aparelhos de ar condicionado podem causar diversos prejuízos.

Figura 13: Condicionador de ar sem dreno



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

Na figura 13 podemos notar que existe a tubulação para a drenagem, porém esses drenos já não mais utilizados, isso fez com que a água dispensada diretamente sobre a bandeja causasse o apodrecimento da mesma.

Na figura 14 é possível notarmos que a falta de dreno fez com que a água escoada pelo condicionador de ar causasse danos a pintura da parede e também criasse uma incrustação (lodo) no piso que pode oferecer um risco, se alguma pessoa precisar transitar por esse local, pois esse lodo faz com que essa área torne-se lisa ao ponto de causar quedas.

Figura 14: Pintura danificada e criação de incrustação (lodo)



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

- Fiação dos aparelhos de ar condicionado: foi possível notarmos ainda alguns problemas na fiação dos aparelhos de ar-condicionado

Figura 15: Fiação de uma máquina

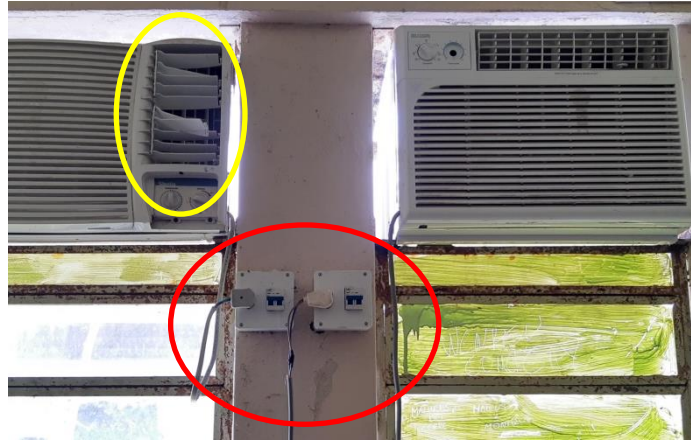


Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

Na figura 15 é possível vermos que existe fiação exposta na unidade condensadora, é um risco, pois pode molhar, ou algum bicho pode vir a danificar.

Na figura 16 observamos que as palhetas do difusor de ar que servem para melhor distribuir a ventilação estão danificadas e o fio do plug da tomada foi remendado para que pudesse se conectar corretamente.

Figura 16: Difusor danificado e plug remendado



Fonte: Captada pelo próprio autor (2021)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um fato que motivou a elaboração desse trabalho foi o de estarmos passando por uma pandemia de um vírus transmitido por vias respiratórias e não haver a preocupação de se implantar a cultura do PMOC no sistema de condicionadores de ar da escola, sendo dessa maneira uma forma de incentivo e os primeiros passos para que o PMOC, que é previsto por lei, possa começar a ser implementado nessa instituição de ensino e consecutivamente nas demais escolas.

Tendo em vista que a importância do PMOC pode se resumir em três grandes contribuições, sendo elas: a base para a promoção de saúde e bem-estar dos ocupantes de ambientes artificialmente climatizados, garantindo um maior conforto por meio do funcionamento pleno do sistema de climatização sem panes ou paradas de máquinas e a saúde através da ausência de impurezas de natureza física, química ou biológica; o aumento da vida útil das máquinas; uma eficiência mais elevada do sistema de ar condicionado com a consequente redução dos gastos com a energia elétrica.

Logo, a aplicação prática do PMOC discutido nesse trabalho e de acordo com os critérios recomendados, irá facilitar o trabalho dos gestores de equipes de manutenção, por meio dos relatórios dos serviços e garantir as vantagens acima citadas, tornando assim o ambiente escolar mais seguro para os alunos, funcionários e consecutivamente os familiares dessas pessoas que frequentam este local, diminuindo o risco de contaminação e propagação do covid-19 e outras doenças respiratórias.

Acreditamos que uma evolução para este trabalho seria fazer a análise da qualidade do ar nos ambientes da escola. Também seria interessante a realização de cálculos mais específicos em relação ao ar condicionado das salas de aula e verificar o quanto de renovação de ar seria necessário para haver um ar limpo de acordo com as normas e leis existentes. Outra possível colaboração poderia ser da comparação do antes e depois da implementação de um PMOC na escola, verificando nessa comparação as vantagens adquiridas, os benefícios e melhorias.

6. REFERÊNCIAS

ANTONOVICZ, Diego; WEBER, Rhuann Georgio Bueno. **Inventário e PMOC - plano de manutenção operação e controle - nos condicionadores de ar do Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. 2013. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/13609>>

BARBOSA, Eliseu Nunes. **A importância do plano de manutenção operação e controle (PMOC) para saúde e segurança do trabalhador**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em :<<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12863>>

GARCIA, Lígia da Costa. **Plano de manutenção, operação e controle – PMOC – aplicado à escola de ciências e tecnologia da UFRN**. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em :<<https://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/6854>>

COZAC, Leonardo, **Por que a qualidade do ar nas salas de aula não pode ser negligenciada?**, 2020. Disponível em: <<https://abrava.com.br/por-que-a-qualidade-do-ar-nas-salas-de-aula-nao-pode-ser-negligenciada-por-eng-leonardo-cozac/>>

Ar condicionado: guia prático sobre sistemas de água gelada / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudança do Clima e Florestas, Departamento de Monitoramento, Apoio e Fomento de Ações em Mudança do Clima. – Brasília, DF: MMA, 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, **O que é Covid-19**, Brasil. Disponível em: <<https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#o-que-e-covid>>

TEIXEIRA, Dimas Barbosa; BRIONIZIO, Julio Dutra; PEREIRA, Leandro Joaquim Rodrigues; MAINIER, Fernando Benedicto. **Síndrome dos edifícios doentes em recintos com ventilação e climatização artificiais**: revisão de literatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 8., 2005, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro : CREA-RJ, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/1510>>

BRASIL, LEI Nº 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018. Dispõe sobre **a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Lei/L13589.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2013.589%2C%20DE%204%20DE%20JANEIRO%20DE%202018.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20de,Art>

Métodos de pesquisa / [organizado por] Tatiana EngelGerhardt e Denise TolfoSilveira ; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, **Guia de implementação de protocolos de retorno das atividades presenciais nas escolas de educação básica**, Brasil, 2020. Publicado em 08/10/2020 10h59. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2020/10/mec-lanca-guia-para-orientar-o-retorno-seguro-das-aulas-presenciais-nas-redes-de-ensino-estadual-e-municipal>>

7. APÊNDICES

7.1. SUGESTÃO DE PMOC PARA A ESCOLA

1-Identificação do Ambiente ou Conjunto de Equipamentos:

Nome (Edifício/Entidade): Escola objeto de estudo			
Endereço: Rua.....			Nº 000
Complemento	Bairro: São José Operário	Cidade: Manaus	UF: AM
Telefone: 000000000		Fax:	

2- Identificação do (x)Proprietário, ()Locatário ou ()Preposto:

Nome/Razão Social:	CIC/CGC: 00000000
Endereço completo: ;;;;	Tel/ Email: aaaaaaaaaaaaa

3 – Identificação do Responsável Técnico:

Nome/Razão Social	CIC/CGC
Endereço completo	Tel/ Email
Registro no Conselho de Classe	ART

4 – Plano de Manutenção e Controle

Descrição da Atividade	Periodicidade	Data de execução	Executado por	Aprovado por
a) Condicionador de Ar (do tipo "com condensador remoto" e "janela")				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;	MENSAL			
verificar a operação de drenagem de água da bandeja;	MENSAL			
verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico (se está preservado e se não contém bolor);	MENSAL			
verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	TRIMESTRAL			
lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;	BIMESTRAL			
limpar o gabinete do condicionador de ar;	BIMESTRAL			
verificar os filtros de ar.	MENSAL			
Verificar palhetas de distribuição de ar	MENSAL			
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	MENSAL			
verificar e eliminar as frestas dos filtros;	MENSAL			
limpar o elemento filtrante	MENSAL			

8. ANEXOS

8.1. MODELO DE PLANO DE PMOC ESTABELECIDO PELA PORTARIA Nº 3.523/1998

PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE - PMOC

1 - Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes:

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

2 - Identificação do () Proprietário, () Locatário ou () Preposto:

Nome/Razão Social	CIC/CGC
Endereço completo	Tel./Fax/Endereço Eletrônico

3 - Identificação do Responsável Técnico:

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

*ART = Anotação de Responsabilidade Técnica

4 - Relação dos Ambientes Climatizados:

Tipo de Atividade	Nº de Ocupantes		Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes	Área Climatizada Total	Carga Térmica
	Fixos	Flutuantes			
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

NOTA: anexar Projeto de instalação do sistema de climatização.

5 - Plano de Manutenção e Controle

Descrição da atividade	Periodicidade	Data de execução	Executado por	Aprovado por
a) Condicionador de Ar (do tipo "expansão direta" e "água gelada")				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;	-	-	-	-
limpar as serpentinas e bandejas	-	-	-	-
verificar a operação dos controles de vazão;	-	-	-	-
verificar a operação de drenagem de água da bandeja;	-	-	-	-
verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico;	-	-	-	-
verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	-	-	-	-
verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento;	-	-	-	-
lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;	-	-	-	-
limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor).	-	-	-	-
verificar os filtros de ar:	-	-	-	-
- filtros de ar (secos)	-	-	-	-
verificar e eliminar sujeira, danos e	-	-	-	-

corrosão;				
medir o diferencial de pressão;	-	-	-	-
verificar e eliminar as frestas dos filtros;	-	-	-	-
limpar (quando recuperável) ou substituir (quando descartável) o elemento filtrante.	-	-	-	-
- filtros de ar (embebidos em óleo)	-	-	-	-
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
medir o diferencial de pressão;	-	-	-	-
verificar e eliminar as frestas dos filtros;	-	-	-	-
lavar o filtro com produto desengraxante e inodoro;	-	-	-	-
pulverizar com óleo (inodoro) e escorrer, mantendo uma fina película de óleo.	-	-	-	-
b) Condicionador de Ar (do tipo "com condensador remoto" e "janela")				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;	-	-	-	-
verificar a operação de drenagem de água da bandeja;	-	-	-	-
verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico (se está preservado e se não contém bolor);	-	-	-	-
verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	-	-	-	-
levar as bandejas e	-	-	-	-

serpentina com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;				
limpar o gabinete do condicionador;	-	-	-	-
verificar os filtros de ar.	-	-	-	-
- filtros de ar	-	-	-	-
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar e eliminar as frestas dos filtros;	-	-	-	-
limpar o elemento filtrante.	-	-	-	-
c) Ventiladores				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar a fixação;	-	-	-	-
verificar o ruído dos mancais;	-	-	-	-
lubrificar os mancais;	-	-	-	-
verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento;	-	-	-	-
verificar vazamentos nas ligações flexíveis;	-	-	-	-
verificar a operação dos amortecedores de vibração;	-	-	-	-
verificar a instalação dos protetores de polias e correias;	-	-	-	-
verificar a operação dos controles de vazão;	-	-	-	-
verificar a drenagem de água;	-	-	-	-
limpar interna e externamente a carcaça e o rotor.	-	-	-	-

d) Casa de Máquinas do Condicionador de Ar				
verificar e eliminar sujeira e água;	-	-	-	-
verificar e eliminar corpos estranhos;	-	-	-	-
verificar e eliminar as obstruções no retorno e tomada de ar externo;	-	-	-	-
- aquecedores de ar				
verificar e eliminar sujeira, dano e corrosão;	-	-	-	-
verificar o funcionamento dos dispositivos de segurança;	-	-	-	-
limpar a face de passagem do fluxo de ar.	-	-	-	-
- umidificador de ar com tubo difusor (ver obs. 1)				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar a operação da válvula de controle;	-	-	-	-
ajustar a gaxeta da haste da válvula de controle;	-	-	-	-
purgar a água do sistema;	-	-	-	-
verificar o tapamento da caixa d'água de reposição;	-	-	-	-
verificar o funcionamento dos dispositivos de segurança;	-	-	-	-
verificar o estado das linhas de distribuição de vapor e de condensado;	-	-	-	-
- tomada de ar externo (ver obs. 2)				
verificar e eliminar sujeira, danos e	-	-	-	-

corrosão;				
verificar a fixação;	-	-	-	-
medir o diferencial de pressão;	-	-	-	-
medir a vazão;	-	-	-	-
verificar e eliminar as frestas dos filtros;	-	-	-	-
verificar o acionamento mecânico do registro de ar ("damper")	-	-	-	-
limpar (quando recuperável) ou substituir (quando descartável) o elemento filtrante;	-	-	-	-
- registro de ar ("damper") de retorno (ver obs. 2)				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar o seu acionamento mecânico;	-	-	-	-
medir a vazão;	-	-	-	-
- registro de ar ("damper") corta fogo (quando houver)				
verificar o certificado de teste;	-	-	-	-
verificar e eliminar sujeira nos elementos de fechamento, trava e reabertura;	-	-	-	-
verificar o funcionamento dos elementos de fechamento, trava e reabertura;	-	-	-	-
verificar o posicionamento do indicador de condição (aberto ou fechado);	-	-	-	-
- registro de ar ("damper") de gravidade (venezianas automáticas)				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar o	-	-	-	-

acionamento mecânico;				
lubrificar os mancais;	-	-	-	-
Observações:				
1. Não é recomendado o uso de umidificador de ar por aspersão que possui bacia de água no interior do duto de insuflamento ou no gabinete do condicionador.				
2. É necessária a existência de registro de ar no retorno e tomada de ar externo, para garantir a correta vazão de ar no sistema.				
e) Dutos, Acessórios e Caixa Pleno para o Ar				
verificar e eliminar sujeira (interna e externa), danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar a vedação das portas de inspeção em operação normal;	-	-	-	-
verificar e eliminar danos no isolamento térmico;	-	-	-	-
verificar a vedação das conexões.	-	-	-	-
- bocas de ar para insuflamento e retorno do ar				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar a fixação;	-	-	-	-
medir a vazão;	-	-	-	-
- dispositivos de bloqueio e balanceamento				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar o funcionamento;	-	-	-	-
f) Ambientes Climatizados				
verificar e eliminar sujeira, odores desagradáveis, fontes de ruídos, infiltrações, armazenagem de produtos químicos, fontes de radiação de	-	-	-	-

calor excessivo, e fontes de geração de microorganismos;				
g) Torre de Resfriamento				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
<p>Notas:</p> <p>1) As práticas de manutenção acima 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 nº 2.296/97, de 23 de julho de 1997, Práticas de Projeto, Construção e Manutenção dos Edifícios Públicos Federais, do Ministério da Administração Federal e Reformas de 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.</p> <p>2) Todos os produtos utilizados na limpeza dos componentes dos sistemas de climatização, devem ser biodegradáveis e estarem devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.</p> <p>3) Toda verificação deve ser seguida dos procedimentos necessários para o funcionamento correto do sistema de climatização.</p>				

6 - Recomendações aos usuários em situações de falha do equipamento e outras de emergência:

Descrição:
-
-
-
-
-
-
-

ANEXO II

CLASSIFICAÇÃO DE FILTROS DE AR PARA UTILIZAÇÃO EM AMBIENTES CLIMATIZADOS, CONFORME RECOMENDAÇÃO NORMATIVA 004-1995 da SBCC

Classe de filtro	Eficiência (%)
Grossos	G0 30-59

-	G1	60-74
-	G2	75-84
-	G3	85 e acima
Finos	F1	40-69
-	F2	70-89
-	F3	90 e acima
Absolutos	A1	85-94, 9
-	A2	95-99, 96
-	A3	99, 97 e acima

Notas:

1) métodos de ensaio:

Classe G: Teste gravimétrico, conforme ASHRAE* 52.1 - 1992 (arrestance)

Classe F: Teste colorimétrico, conforme ASHRAE 52.1 - 1992 (dust spot)

Classe A: Teste fotométrico DOP TEST, conforme U.S. Militar Standart 282

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

2) Para classificação das áreas de contaminação controlada, referir-se a NBR 13.700 de junho de 1996, baseada na US Federal Standart 209E de 1992.

3) SBCC - Sociedade Brasileira de Controle da Contaminação.

7.2. PORTARIA GM/MS 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 físicas 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. 10º - Esta Portaria entra em vigor na data da sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

JOSÉ SERRA.

7.3 RESOLUÇÃO – RE/ANVISA nº 9, de 16 de janeiro de 2003

O Diretor da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere a Portaria nº 570, do Diretor Presidente, de 3 de outubro de 2002;

Considerando o § 3º, do art. 111 do Regimento Interno aprovado pela Portaria n.º 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000;

Considerando a necessidade de revisar e atualizar a RE/ANVISA nº 176, de 24 de outubro de 2000, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo, frente ao conhecimento e a experiência adquirida no país nos dois primeiros anos de sua vigência;

Considerando o interesse sanitário na divulgação do assunto;

Considerando a preocupação com a saúde, a segurança, o bem-estar e o conforto dos ocupantes dos ambientes climatizados;

Considerando o atual estágio de conhecimento da comunidade científica internacional, na área de qualidade do ar ambiental interior, que estabelece padrões referenciais e/ou orientações para esse controle;

Considerando o disposto no art. 2º da Portaria GM/MS n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998;

Considerando que a matéria foi submetida à apreciação da Diretoria Colegiada que a aprovou em reunião realizada em 15 de janeiro de 2003, resolve:

Art. 1º Determinar a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

CLÁUDIO MAIEROVITCH PESSANHA HENRIQUES

7.4. LEI No 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018

Dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.

§ 1º 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.

§ 2º (VETADO).

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, são adotadas as seguintes definições:

I - ambientes climatizados artificialmente: espaços fisicamente delimitados, com dimensões e instalações próprias, submetidos ao processo de climatização por meio de equipamentos;

II - sistemas de climatização: conjunto de instalações e processos empregados para se obter, por meio de equipamentos em recintos fechados, condições específicas de conforto e boa qualidade do ar, adequados ao bem-estar dos ocupantes; e

III - manutenção: atividades de natureza técnica ou administrativa destinadas a preservar as características do desempenho técnico dos componentes dos sistemas de climatização, garantindo as condições de boa qualidade do ar interior.

Art. 3º Os sistemas de climatização e seus Planos de Manutenção, Operação e Controle - PMOC devem obedecer a parâmetros de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente, em especial no que diz respeito a poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, assim como obedecer aos requisitos estabelecidos nos projetos de sua instalação.

Parágrafo único. Os padrões, valores, parâmetros, normas e procedimentos necessários à garantia da boa qualidade do ar interior, inclusive de temperatura, umidade, velocidade, taxa de renovação e grau de pureza, são os regulamentados pela Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, e posteriores alterações, assim como as normas técnicas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Art. 4º Aos proprietários, locatários e prepostos responsáveis por sistemas de climatização já instalados é facultado o prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a contar da regulamentação desta Lei, para o cumprimento de todos os seus dispositivos.

Art. 5º Esta Lei entra em vigor na data da sua publicação. Brasília, 4 de janeiro de 2018; 197º da Independência e 130º da República.

MICHEL TEMER

7.5. TERMO DE ACEITE DE ORIENTAÇÃO

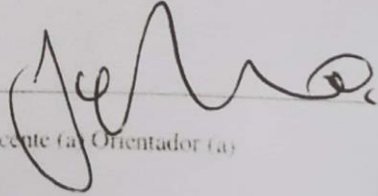
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
 CONSELHO SUPERIOR

ANEXO I

TERMO DE ACEITE DE ORIENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, Docente (a) JOÃO NERY FILHO, Sape
 nº 267939, manifesto, por meio deste, minha participação como orientador do discente
Marcos Henrique da Silva e Silva, matrícula
2015001204, do Curso Superior de ENGENHARIA MECÂNICA,
 comprometendo-me a acompanhar, analisar e orientar o referido discente nas etapas necessárias ao
 desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso proposto.

Cidade - AM, 26 de fev de 2021


 Docente (a) Orientador (a)

Ciente em, _____ de _____ de 20____

 Coordenador (a) do Curso

13