

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BERNARDO DOMINGUES MIGUEL JORDÃO NÓBREGA**

**IGOR NEVES TEIXEIRA**

**MATHEUS CANDIDO DE SOUZA**

**PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE DE UM SISTEMA DE  
CLIMATIZAÇÃO**

**VOLTA REDONDA  
2019**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE DE UM SISTEMA DE  
CLIMATIZAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Alunos:

Bernardo Domingues Miguel Jordão Nóbrega

Igor Neves Teixeira

Matheus Candido de Souza

Professor Orientador:

Profº D. Sc. Alexandre Alvarenga Palmeira

Profº D. Sc. Alexandre Fernandes Habibe

Profº Esp. Antonio De Pádua Sobreira Leal

**VOLTA REDONDA**  
**2019**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Bernardo Domingues Miguel Jordão Nóbrega

Igor Neves Teixeira

Matheus Candido de Souza

### **PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE DE UM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Mecânica no Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, defendido e aprovado em \_\_\_ de \_\_\_ de \_\_\_\_\_ pela banca examinadora constituída por:

---

Prof. Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira.  
Orientador

---

Prof. Dr. Alexandre Fernandes Habibe  
Membro

---

Profº Esp. Antonio De Pádua Sobreira Leal

# DEDICATÓRIA

Dedicamos primeiramente a Deus que iluminou nosso caminho durante esta caminhada.

Dedicamos a nossa família por acreditar em nossos sonhos e nos apoiar para alcançarmos nossos objetivos.

Aos nossos professores e todos aqueles que torceram por nós.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de agradecer primeiramente a Deus, por ter nos sustentado até aqui, apesar de todas as dificuldades.

Aos nossos pais, avós, e familiares, que estiveram incessantemente ao nosso lado, nos apoiando, corrigindo, encorajando, e dando forças para que nosso sonho se tornasse realidade. Sem eles, nada disso seria possível e não estaríamos concluindo nosso curso hoje.

Aos nossos amigos, por todo carinho, paciência e incentivos.

Enfim, a todos aqueles que, de alguma forma, estiveram envolvidos com nosso trabalho, com intuito de nos ajudar, para que assim, pudéssemos finalizar este longo capítulo de nossa jornada, deixamos aqui o nosso muito obrigado.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Parâmetros químicos.....	23
TABELA 02 – Parâmetros físicos.....	23
TABELA 03 – Limites de tolerância.....	24
TABELA 04 – Classificação dos filtros.....	43
TABELA 05 – Periodicidade dos componentes.....	56

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Manutenção associada a qualidade do ar interior.....	36
FIGURA 02 – Filtro de nylon .....	39
FIGURA 03 – Filtro fio metálico.....	40
FIGURA 04 – Filtro hepa .....	40
FIGURA 05 – Filtro de carvão .....	41
FIGURA 06 – Filtros plissados .....	41
FIGURA 07 – Filtro eletrostático.....	42
FIGURA 08 – Fluxograma.....	48
FIGURA 09 – Prédio 18 .....	50
FIGURA 10 – Compressor Carrier .....	51
FIGURA 11 – Split Carrier.....	52
FIGURA 12 – Quadro de avisos do corredor.....	53
FIGURA 13 – Quadro de avisos da sala de aula.....	54
FIGURA 14 – Condições do filtro .....	55
FIGURA 15 – Filtro sujo .....	58
FIGURA 16 – Filtro limpo .....	59
FIGURA 17 – Gabinete interno limpo.....	60
FIGURA 18 – Mangueira para drenagem.....	61
FIGURA 19 – Bandeja para drenagem .....	61
FIGURA 20 – Verificação da serpentina .....	<b>64</b>
FIGURA 21 – Encaixe das aletas.....	65
FIGURA 22 – Cabos elétricos .....	66
FIGURA 23 – Controle remoto .....	66
FIGURA 24 – Medidor de temperatura.....	67
FIGURA 25 – Detector de gás.....	<b>68</b>

## LISTA DE ANEXO

ANEXO A - LEI Nº 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018

ANEXO B - NBR 13971 – SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO, CONDICIONAMENTO DE AR E VENTILAÇÃO – MANUTENÇÃO PROGRAMADA

ANEXO C - Portaria nº 3.523, 28 de Agosto de 1998

ANEXO D - Resolução nº 9, de 16 de Janeiro de 2003

## **LISTA DE SIGLAS**

PMOC – Plano de Manutenção Operação e Controle

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

SED - Síndrome do Edifício Doente

QAI - Qualidade do Ar Interior

SUS - Sistema Único de Saúde

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

OMS - Organização Mundial de Saúde

HAVAC - Heating, Ventilation and Air Conditioning

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

TLV - Threshold Limit Value

NBR – Norma Brasileira

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

## RESUMO

Este trabalho visa atender a lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018, a qual diz 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, com o objetivo de eliminar ou reduzir os riscos à saúde dos ocupantes.

Este trabalho tem como finalidade a aplicação do PMOC em um prédio de universidade. O estudo questiona a aplicação do PMOC e a possibilidade demonstrar a maximização da segurança, saúde, bem-estar e o conforto dos ocupantes nesse ambiente, 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 e em menos contratemplos e desconfortos.

Para isso, foi utilizado 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; as orientações dos manuais dos fabricantes das máquinas; as normas da ABNT relacionadas com o assunto, entre outras referências.

## **ABSTRACT**

Aiming to comply with Law No. 13,589, of January 4, 2018, which states that all public buildings, that has a collective use and indoor air-conditioned rooms, must have a Maintenance, Operation and Control Plan (PMOC) of the all climatizaion systems, in view of to eliminate or reduce the health risks of habitants.

The purpose of this work is to apply a MOPC in a university building. The work questions the MOCP's application and the possibility of demonstrating the maximazation of safety, health, well-being and occupant comfort in this environment, considering the diverse polluting sources of biological, chemical and physical nature. Also, it can be mentioned that the application of a MOPC improves the efficiency and the lifetime of the equipments, which the MOPC is applied to, resulting in a financial saving, in fewer setbacks and discomforts.

For this, the work is according to the ANVISA recommendations (National Agency of Sanitary Surveillance) in resolution n. 9 of January 16, 2003; GM / MS No. 3,523 of August 28, 1998; guidelines of the machine manufacturer's manuals; the ABNT standards related to the subject, among other references.

Key words: Air quality; climatization system; MOCP

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Surgimento da LEI Nº 13589</b> .....	<b>16</b>
2.2 Temperatura .....	17
2.3 Calor .....	18
2.4 Ambientes Climatizados .....	18
2.5 Ar Condicionado .....	19
2.6. Ventilação .....	20
2.7 Síndrome dos Edifícios Doentes .....	20
2.9 Contaminantes .....	21
2.9.1 Monóxido de carbono .....	28
2.9.2 Dióxido de enxofre .....	28
2.9.3 Dióxido de carbono .....	29
2.10 Material particulado .....	31
2.11 contaminantes biológicos .....	32
2.12 Ar de renovação .....	33
2.13 Limpeza e manutenção preventiva .....	35
2.14 Componentes .....	38
2.14.1 Filtro de ar .....	38
2.14.2 Bandeja de condensado .....	43
2.14.3 Serpentina de aquecimento .....	44
2.14.4 Serpentina de resfriamento .....	45
2.14.5 Ventilador .....	45
2.15 PMOC46	
<b>3.0 METODOLOGIA</b> .....	<b>48</b>
3.1 Fluxograma do projeto .....	48
3.2 Seleção do tema .....	49
3.3 Coleta dos dados .....	49
3.4 Aplicação do PMOC .....	50
3.5 Análise dos dados .....	51

<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	51
4.1 Avaliação inicial.....	53
4.1.1 Comparação dados do sistema x dados do projeto.....	54
4.2 Ações propostas.....	56
<b>5.0 CONCLUSAO</b> .....	69
<b>6.0 REFERÊNCIAS</b> .....	92

# 1 INTRODUÇÃO

A refrigeração é o processo de transferência de calor de um meio mais frio para um meio mais quente por meio da realização de trabalho à um refrigerante em um ciclo fechado. Em uma análise do cotidiano, nota-se que esse é um processo verdadeiramente importante para o ser humano em diversos aspectos de sua sobrevivência, por exemplo: climatizar ambientes para o congelamento de alimentos, para o bem-estar, para o controle de parâmetros em procedimentos industriais e laboratoriais, para a manutenção de equipamentos caros e indispensáveis em vários ramos, entre outros. (Çengel, 1998)

O grande aumento das necessidades humanas acarretou no uso cada vez maior da refrigeração. Hoje as pessoas passam a grande parte do tempo em ambientes climatizados confinados, onde normalmente há pouca troca de ar com o exterior o que acarreta no acúmulo de gases e particulados nocivos à saúde. Através disso o uso cada vez mais constante e quase ininterrupto dos sistemas de climatização no dia a dia do homem, que necessita obter um ambiente condicionado que esteja cada vez mais de acordo com os critérios de conforto e saúde humana, posto que fundamentalmente o condicionamento de ar deva contemplar o controle adequado da umidade e o atendimento aos requisitos de filtragem, renovação do ar e sua distribuição no ambiente, sendo parâmetros tão importantes quanto o resfriamento. Logo, é fundamental a aplicação do PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle), garantindo que o planejamento de verificações e atividades de limpeza sejam executados em cada elemento do sistema de refrigeração com o intuito de garantir o conforto e o bem-estar dos ocupantes e mantendo a qualidade do ar.

Por ser um assunto recente na área de climatização e pouco falado, a Lei 13.589/2018 e a Portaria 3.523 tornou o PMOC obrigatório. O PMOC é a realização do planejamento de todos os procedimentos para a verificação do estado de conservação, limpeza, manutenção e integridade dos sistemas de climatização. Com a eclosão da fiscalização da aplicação do PMOC todo e quaisquer estabelecimentos passaram a ficar atentos a esse tipo de procedimento. Sua aplicação tem a finalidade de garantir a redução de gasto com energia elétrica, e com realizações periódicas de manutenções preventivas e ocasionais manutenções corretivas, garantem que o

aparelho de climatização trabalhe mais adequadamente, possibilitando o aumento da vida útil dos aparelhos de ar condicionado evitando que o mesmo fique parado por quebra, e que com essas mesmas manutenções evita-se gastos com manutenções avulsas, e possibilita uma previsão orçamentária. Garantindo a adequação as leis e o principal, boa qualidade do ar para que doenças sejam evitadas.

E como as pessoas estão cada vez mais vem se preocupando com a qualidade do ambiente climatizado que estão frequentando, devido a um aumento considerável de doenças relacionadas a ambientes climatizados contaminados. Doenças que são denominadas pelo termo SED (Síndrome dos Edifícios Doentes) e DAI (Doença do Ambiente Interno), muitas das vezes os ocupantes não sabem como está a qualidade do ar que estão frequentando, por isso, é de extrema importância a divulgação dos resultados da qualidade do ar aos ocupantes do local, essas informações devem estar de fácil acesso. A aplicação regular do PMOC gerado nesse trabalho assegura a saúde e conforto dos usuários nos ambientes climatizados do prédio

### **1.1 Objetivo gerais**

Devido ao aumento do número de doenças, nas últimas décadas, relacionadas à ambientes climatizados artificialmente, aumentou a preocupação com a qualidade do ar nesses ambientes, e com certos acontecimentos, gerou a criação de algumas formas de controle relacionado a qualidade do ar, visando prevenir ou diminuir doenças, aumentar a produtividade dos ocupantes, garantir que o ambiente frequentado pelos ocupantes esteja livre de impurezas ou contaminantes, garantir o conforto e bem estar dos ocupantes.

### **1.2 Objetivos específicos**

Possui como principal objetivo, estabelecer ou reestabelecer as medidas básicas referentes as atividades e procedimentos de verificação das condições de limpeza e manutenção de todos os componentes dos sistemas de climatização, além disso, vale ressaltar que existe uma lei que exige o cumprimento dessas atividades de limpeza e manutenção, logo, ao realizar as atividades de acordo com a periodicidade estará cumprindo a lei.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Surgimento da LEI Nº 13589

O notável aumento da utilização global dos sistemas de climatização começa a impactar significativamente o cotidiano, a saúde e o bem-estar do Homem. Conforme a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – (ABRAVA), uma pessoa inala em torno de 10.000 litros de ar num período de 24 horas, sendo 85% deste, dentro de 3 ambientes fechados, frequentemente climatizados, como hospitais, consultórios, agências bancárias, automóveis, residências, entre outros. Com o progressivo número de patologias relacionadas a ambientes de uso coletivo, que utilizam aparelhos climatizadores de ar, despertou-se o interesse com a qualidade do ar nos ambientes internos, nas últimas décadas.

Em 1976, houve o primeiro registro de grave infecção por *Legionella pneumophila* com 182 ocorrências de pneumonia e 29 mortes, no "*Bellevue Stradford Hotel*" na Filadélfia - Estados Unidos. Em 1998, faleceu o ministro das Comunicações brasileiro, Sergio Motta, por ter contraído a bactéria *Legionella* (transmitida pela aspiração de gotículas de água) que estava instalada nos dutos do aparelho de ar condicionado do seu gabinete em Brasília. Até o ocorrido as pesquisas e legislações existentes no Brasil atentavam-se apenas na qualidade do ar em ambientes externos, no entanto, os estudos a respeito da Qualidade do Ar Interior (QAI) ganharam destaque com a descoberta de que limitadas trocas de ar entre ambientes externo e interno favorece um significativo acréscimo na concentração de contaminantes e agentes externos. Em virtude disso surgiram expressões como a Síndrome do Edifício Doente (SED) e também, a Doença de Ambiente Interno (DAI - *Building Related Illness*). Um edifício que possui a SED não provoca doenças, porém agrava males ou acarreta um estado transitório em alguns indivíduos, de modo que, quando os suspeitos de conter enfermidades são afastados do ambiente, manifestam melhoras dos sintomas de forma espontânea. Já edifícios que possuam a DAI, podem provocar doenças que estão relacionadas às condições do edifício, como por exemplo: infecções bacterianas, asma, infecções virais ou fungos.

Devido ao 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, tendo 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.

Com determinadas orientações técnicas sobre “Padrões referenciais da qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo ...” (Resolução nº 176 de 24 de outubro de 2000 e após uma revisão, a resolução nº9 de 16 de janeiro de 2003), definindo referências para concentração de CO<sub>2</sub>, temperatura, material particulado, umidade relativa e velocidade do ar em ambientes climatizados.

Diante disso, resultou na publicação de uma nova lei, a de nº 13.589, no dia 4 de janeiro do ano vigente, que toma como ponto de partida a portaria e a resolução citadas no parágrafo acima, 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.”

## **2.2 Temperatura**

É a grandeza que qualifica o estado térmico de um elemento ou sistema. Fisicamente a definição de quente e frio diverge do que usamos habitualmente no dia a dia. É definido como quente quando as moléculas de um corpo se agitam de maneira exacerbada, isto é, com elevada energia cinética. De maneira análoga, um corpo frio, é aquele que suas moléculas pouco se agitam.

Imaginemos um objeto A em uma determinada temperatura e um objeto B com uma temperatura maior que o objeto A. Os dois quando entram em contato um com o outro e depois de algum tempo os dois objetos estão com a mesma temperatura, ou seja, entraram em equilíbrio térmico. Pode-se dizer, portanto, que a temperatura, é uma grandeza escalar, uma variável termodinâmica. Caso dois sistemas estejam em equilíbrio termodinâmico, é possível dizer que as suas temperaturas são equivalentes (Lei Zero). (Creder, 2004)

## 2.3 Calor

A energia interna é entendida como a soma das energias cinética e potencial das moléculas, A velocidade média das moléculas são proporcionais a temperatura e a parte da energia interna associada com energia cinética das moléculas, quando é fornecida uma quantidade de calor gerando apenas mudança de temperatura é denominado calor sensível.

Quando é adicionada energia suficiente nas moléculas de um sólido ou líquido, ocorre o rompimento da resistência das moléculas e se transformará em gás, ou seja, vapor ocorrendo a mudança de fase. A energia interna associada à mudança de fase de um sistema é denominada de calor latente. Calor é a energia térmica em movimento devido ao desequilíbrio térmico entre os corpos, é transferida do corpo com maior temperatura para outro com menor temperatura e quando não houver desigualdade de temperatura entre os corpos não haverá calor. Todo elemento com capacidade de elevar a temperatura em outro corpo é uma fonte de calor. (Çengel, Yunus, 2012)

## 2.4 Ambientes Climatizados

Uma definição útil para os sistemas de climatização abrangeria: um trato do ar que abranja o controle da temperatura, umidade, purificação e ventilação. (Willis Carrier)

São os locais submetidos à atividade de climatização, que acontece por meio de troca de ar de ambientes externos e ambientes internos com a finalidade de garantir o conforto e o bem-estar dos usuários do ambiente. Através da climatização podemos controlar o clima de um ambiente com a aplicação de uma metodologia que condicione o ar, aliado à nossa vontade.

Na climatização é possível acertar a temperatura em valores geralmente acima de 16 °C. Podendo controlar além da temperatura do ar no ambiente, a tensão interna, a purificação do ar e da umidade relativa. A refrigeração pode ser utilizada com finalidades de conforto ambiental (como no uso residencial, comércio e escritórios e etc.) ou industrial, para controlar diferenças do processo (na indústria gráfica e na tecelagem, controlando umidade e temperatura) na indústria eletrônica, controlando a temperatura, umidade, pureza do ar e pressão do recinto. Para a melhora do conforto de um ambiente através da refrigeração de ambientes e está por sua vez é realizada por ventilação ou condicionamento de ar. (Pena, 2002)

## 2.5 Ar condicionado

Ar condicionado é a atividade de tratamento de ar para atender os as exigências de um ambiente condicionado mediante ao controle de umidade, temperatura, limpeza e distribuição do ar. (Ashrae - data)

### 2.5.1 Tipos de sistemas de ar condicionado

Os tipos de sistemas de ar condicionado se repartem em dois: expansão direta e expansão indireta, com condensação de água ou ar.

No sistema de expansão direta, o ar do ambiente é forçado por meio de ventiladores através do evaporador. O refrigerante contido no sistema, ao passar pelo evaporador, resfria esse ar que é, então, novamente insuflado no ambiente. Emprega a tecnologia de refrigeração de compressão de vapor e é indicado para edificações de pequeno e médio porte, tendo como vantagem a simplicidade de sua implantação.

No caso da expansão indireta, água é forçada por meio de bombas através dos tubos do evaporador. O refrigerante que passa entre os tubos do evaporador resfria essa água, que por sua vez é distribuído pela edificação até os condicionadores de ar tipo *fan-coil*, aonde troca calor com o ambiente. Indicado para lugares de médio e grande porte precisa-se de controles sofisticados para funcionar adequadamente. Pode empregar tanto a tecnologia de refrigeração de compressão de vapor quanto a de absorção.

Por sua vez, os sistemas de expansão direta e indireta podem rejeitar o calor para a atmosfera de duas formas. Condensação a ar (quando o ar é forçado por meio de ventiladores diretamente sobre o condensador) e Condensação a água (quando a água é empregada para a função).

#### Sistema de expansão direta

O ar é inteiramente resfriado pelo fluido refrigerante e suas aplicações são em instalações de pequenas e médias capacidades, como em aparelhos de janela, *Splits* e *self contained*.

#### Sistema de expansão indireta

O fluido refrigerante utilizado é a água. Este, por sua vez, é refrigerada em um ciclo de compressão, por um chiller. Podendo ser classificados em água, ar – água, ar.

## 2.6. Ventilação

É um procedimento de circulação de ar utilizado quando não é viável a contenção do contaminante antes que se disperse pelo local. Um exemplo disso, são os grandes aglomerados humanos (cinemas, teatros, shoppings), onde o resultado da transpiração e também da respiração, devem ser supridos por meio da entrada de ar puro, que se mistura com o ar impuro e assim, expelido para o exterior. Dessa forma, temos três tipos de ventilação: por insuflamento; por exaustão; mista.

Na ventilação por insuflamento, um ventilador projeta o ar no recinto que se encontra com a pressão positiva. Dessa maneira, o ar viciado é afastado do mesmo, por meio de uma abertura.

Na ventilação por exaustão, um ventilador expelle o ar que adentra no recinto por intermédio de aberturas. Isso ocorre devido pressão negativa no ambiente em relação ao meio externo, por isso o ar viciado é desviado.

Na ventilação mista, há um ventilador que assopra o ar no local e outro que remove o ar viciado, simultaneamente, devendo ficar em extremidades antagônicas para impedir do curto-circuito de ar e aprimorar a diluição. (Creder, 2004)

## 2.7 Síndrome dos edifícios doentes

A Síndrome dos Edifícios Doentes (SED) baseia-se na eclosão de sintomas que são habituais à população em geral, porém, numa conjuntura temporal, pode ser associado a um edifício específico. Um acréscimo considerável no predomínio dos sintomas, antes relacionados, propicia a relação entre a edificação e seus ocupantes.

A *Legionella pneumophila* é um dos principais agentes bacteriológicos que ocasionam uma forma de doença pneumocócica de complexa detecção. Por isso, muitos casos não são contabilizados. São comunicados ao Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA, cerca de mil casos ao ano. Entretanto, afere-se que aproximadamente 25.000 casos ocorram, e desses, 5.000 a 7.000 resultem em mortes anualmente. Trata-se da “Doença dos Legionários” ou “síndrome dos edifícios doentes”, que pode suceder em pneumonia se for alastrada dentro do edifício. Centros de resfriamento, condensadores por evaporação, e sistemas de aquecedores de água, podem ser formas de desenvolvimento da *Legionella pneumophila*. (*Federal – Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health - 1995*).

A SED pode ser definida como uma condição na qual os usuários ou ocupantes de um edifício específico manifestam sintomas sem ascendência determinada e sem o

cenário de constatação de determinada etiologia, então, desconhecida. (Organização Mundial de Saúde – OMS).

Para que o edifício seja considerado um edifício doente, é necessário que no mínimo 20% dos ocupantes do edifício apresentem sintomas como: dificuldade respiratória, erupções cutâneas, irritação das mucosas e mutação dos sentidos, por duas semanas, porém, desaparecendo os sintomas quando os indivíduos se afastem do edifício.

## **2.8 Qualidade do ar interno (QAI)**

Com a crise do petróleo na década de 70, teve início o estudo da qualidade do ar interno (QAI), quando ocorreu uma maior preocupação em diminuir o consumo de energia, dessa maneira, aperfeiçoamentos no isolamento dos edifícios e, por consequência, diminuição das trocas de ar entre as áreas externa e interna, e a conveniência de reduzir energia sucedeu em edifícios com limitadas aberturas para ventilação acarretou uma redução na qualificação do ar em locais com ar condicionado. Algumas edificações já são consideradas “doentes”, devido à baixa qualidade do ar em seu interior.

A qualidade do ar está rigorosamente ligada uma convenção de processos que tem por finalidade não só fornecer ar externo, mas também, afastar o ar viciado do interior de um edifício. Estes procedimentos estão atrelados a entrada de ar externo, condicionamento e mescla do ar por todo o edifício e a retirada de alguma parcela do ar interno, caso uma ou mais partes do processo estiverem inapropriadas a qualidade do ar no interior diminui. A taxa que o ar externo é inserido no meio interno é especificada pela norma Ashrae (1989). Ela é embasada na necessidade de controlar odores e níveis de CO<sub>2</sub>. O dióxido de carbono é um constituinte do ar externo, mas pode ser originar internamente e seu excesso, acumulação interna, pode denotar uma ventilação imprópria. O CO<sub>2</sub> é apenas um de vários poluentes gasosos que, de maneira isolada ou em associação, podem gerar efeitos nocivos à saúde, como cefaleia, mal-estar, tontura e até patologias na derme.

A umidade excedente é uma das causas da má qualidade do ar. Várias edificações acumulam vapor d'água devido a transtornos como, vazamento na cobertura, infiltração de água de chuva através de janelas não impermeabilizadas, defeitos na construção do envolto da edificação, entre outros. Estes problemas são facilmente evitados, porém necessitam de uma boa compreensão sobre movimentação de vapor

d'água e a cautela em relação ao envelopamento das construções e serviços de impermeabilização.

Afirma-se que um ambiente contém uma boa qualidade do ar quando não apresenta nenhum contaminante em concentração superior aos limites recomendáveis para a saúde dos indivíduos, bem como suas condições de umidade, temperatura, velocidade e distribuição. Mesmo parecendo uma simples definição, boa parte dos locais climatizados possuem um ar afetado em relação a sua qualidade, especialmente devido à projetos mal realizados e manutenções não adequadas.

Cabe salientar a importância do estudo, manutenção e intervenção a qualidade do ar nos interiores, levando em conta que, grande parte do ar respirável não é renovada e os problemas cuja fonte é a contaminação do ar em recintos acadêmicos fechados afetam tanto aos usuários jovens quanto aos mais idosos. Os recintos representam "locais onde esses usuários permanecem, muitas vezes, a maior parte de seu tempo, podendo chegar a uma média de 87% de permanência ao dia". (Klepeis (2001)

Grande parte dos empasses na QAI é o fato da qualificação do ar não ser considerada como um dos princípios básicos do projeto. Escolhas como localização e orientação da construção, locais das entradas de ar externo e descargas, além da criação do projeto básico de HAVAC são grande importância para assegurar os requisitos mínimos necessários de qualidade do ar. (Ashrae)

Faz parte da anuência, que a baixa qualidade do ar interno, pode afetar de maneira negativa o desempenho dos trabalhadores, sua saúde e sua produtividade. Sendo assim, é importante a conservação de parâmetros adequados da qualidade do ar e, obviamente inclusos nessa prática, o planejamento e manutenção de ventilação adequada.

Assim sendo, entende-se, boa qualidade do ar como, a reunião de propriedades físicas, biológicas e químicas que denotam a falta de poluidores que garantam conforto e segurança à saúde dos que utilizam o ambiente climatizado. (ASHRAE) Os Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de utilização pública e coletiva estão expressos na RE Nº 09/2003. São divididos em relativo, qualitativo, quantitativo e devem ser expostos como níveis de concentrações que balizam a aplicação ou não de diligências de controle nos monitoramentos contínuos ou periódicos.

Recomenda-se como parâmetro referencial qualitativo para propagação microbiana, o limite de 750 ufc/m<sup>3</sup> 37 de fungos e relação I/E menor ou igual a 1,5,

onde “I” é a parcela de fungos no interior do recinto e “E”, trata-se da quantidade de fungos no exterior do recinto. É inadmissível a existência de fungos patogênicos. Se entre os espécimes isolados existirem alguns conhecidos, causadores de infecção ou alergias, ainda que em baixa escala, devem ser tomadas medidas para redução ou erradicação dos microrganismos.

A relação I/E é imposta como meio de avaliação frente a concepção de normalidade, que é retratado pelo meio ambiente externo e a tendência epidemiológica de aumento dos poluentes nos locais fechados. Quando limite recomendável (VMR) de 750 ufc/m<sup>3</sup> for superado ou a relação I/E for acima de 1,5, será necessário diagnosticar as fontes poluentes para que haja uma intervenção corretiva.

Os critérios químicos e seus respectivos valores máximos aconselháveis são os relacionados a seguir na tabela 1:

Tabela 1: Parâmetros químicos

PARÂMETRO	VALOR MÁXIMO RECOMENDÁVEL	UNIDADE
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	1000	ppm
Aerodispersóides Totais	80	µg/m <sup>3</sup>

Fonte: NR 17

Os valores para dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e aerodispersóides totais referenciados na tabela 1 acima tem como função, respectivamente, garantir conforto e bem-estar dos ocupantes e o nível de pureza do ar e higiene do ambiente climatizado.

Os valores máximos recomendáveis para parâmetros físicos estão definidos no item 4.2 letras b, c e d do Anexo II da NR-17 e relacionados abaixo na tabela 2:

Tabela 2: Parâmetros Físicos

PARÂMETRO	VALOR MÁXIMO RECOMENDÁVEL	UNIDADE
Temperatura efetiva	Entre 20°C e 23°C	°C
Velocidade do ar	Inferior a 0,75 m/s	m/s
Umidade relativa	Superior a 40%	%

Fonte: NR 17

## 2.9 Contaminantes

Os principais poluentes do meio externo são advindos de descargas de automóveis e de gases de chaminés industriais, tais como: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), vapores de chumbo e metais

pesados. A QAI é altamente influenciada pela ambiência externa, devido às entradas de ar situadas no nível térreo ou adjacente ao tráfego, e quando a entrada de ar externo está perto das fontes emissoras de poluentes.

A renovação de ar é empregada para os contaminantes gasosos, filtros são utilizados para os materiais particulados, higienização e manutenção, são algumas formas de conter estes contaminantes.

Existe um limite de tolerância para exposição dos contaminantes *Threshold Limit Value* (TLV), é o termo americano utilizado para o limite de tolerância do tempo de exposição do contaminante. Nos EUA o TLV é para 8 horas/dia, 40 horas/semana no Brasil é para 8 horas diárias e 48 horas semanais,

Limite de tolerância é exigido para não gerar danos à saúde do trabalhador, no decorrer da vida laboral. (NR 15)

A tabela 3 abaixo mostra a Tolerância de cada contaminante de acordo com a NR15.

Tabela 3 – Limites de tolerância

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto	Absorção também p/pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
			ppm*	ng/m3*	
Acetaldeído			78	140	máximo
Acetato de cellosolve		+	78	420	médio
Acetato de éter monoetílico de etilenoglicol (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetato de etila			310	1090	mínimo
Acetato de 2-etóxi etila (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetileno			Axfixante	simples	-
Acetona			780	1870	mínimo
Acetonitrila			30	55	máximo
Ácido acético			8	20	médio
Ácido cianídrico		+	8	9	máximo
Ácido clorídrico	+		4	5,5	máximo
Ácido crômico (névoa)			-	0,04	máximo
Ácido etanóico (vide ácido acético)			-	-	-
Ácido fluorídrico			2,5	1,5	máximo
Ácido fórmico			4	7	médio
Ácido metanóico (vide ácido fórmico)			-	-	-
Acrilato de metila		+	8	27	máximo
Acrilonitrila		+	16	35	máximo
Álcool isoamílico			78	280	mínimo

Fonte: NR 17

## Continuação da tabela 3 - Limites de tolerância

Álcool isobutílico			40	115	médio
Álcool sec-butílico (2-butanol)			115	350	médio
Álcool terc-butílico			78	235	médio
Álcool etílico			780	1480	mínimo
Álcool furfurílico		+	4	15,5	médio
Álcool metil amílico (vide metil isobutil carbinol)			-	-	-
Álcool metílico		+	156	200	máximo
Álcool n-propílico		+	156	390	médio
Álcool isopropílico		+	310	765	médio
Aldeído acético (vide acetaldeído)			-	-	-
Aldeído fórmico (vide formaldeído)			-	-	-
Amônia			20	14	médio
Anidro sulfuroso (vide dióxido de enxofre)			-	-	-
Anilina		+	4	15	máximo
Argônio			Asfixante	simples	-
Arsina (arsenamina)			0,04	0,16	máximo
<b>Benzeno</b>	<i>(Excluído pela Portaria n.º 03, de 10 de março de 1994)</i>				
Brometo de etila			156	695	máximo
Brometo de metila		+	12	47	máximo
Bromo			0,08	0,6	máximo
Bromoetano (vide brometo de etila)			-	-	-
Bromofórmio		+	0,4	4	médio
Bromometano (vide brometo de metila)			-	-	-
1,3 Butadieno			780	1720	médio
n-Butano			470	1090	médio
n-Butano (vide álcool n-butílico)			-	-	-
sec-Butanol (vide álcool sec-butílico)			-	-	-
Butanona (vide metil etil cetona)			-	-	-
1-Butanotiol (vide butil mercaptana)			-	-	-
n-Butilamina	+	+	4	12	máximo
Butil cellosolve		+	39	190	médio
n-Butil mercaptana			0,4	1,2	médio
2-Butóxi etanol (vide butil cellosolve)			-	-	-
Cellosolve (vide 2-etóxi etanol)			-	-	-
Chumbo			-	-	máximo
Cianeto de metila (vide acetonitrila)			-	0,1	-
Cianeto de vinila (vide acrilonitrila)			-	-	-
Cianogênio			8	-	máximo
Ciclohexano			235	16	médio
Ciclohexanol		+	40	820	máximo
Ciclohexilamina			8	160	máximo
Cloreto de carbonila (vide fosgênio)			-	32	-
Cloreto de etila			780	2030	médio
Cloreto de fenila (vide cloro benzeno)			-	-	-
Cloreto de metila			78	165	máximo
Cloreto de metileno	+		156	560	máximo
Cloreto de vinila			156	398	máximo
Cloreto de vinilideno			8	31	máximo
Cloro			0,8	2,3	máximo
Clorobenzeno			59	275	médio
Clorobromometano			156	820	máximo
Cloroetano (vide cloreto de etila)			-	-	-
Cloroetílico (vide cloreto de vinila)			-	-	-

Fonte: NR 17

Continuação da tabela 3: – Limites de tolerância

o-Diclorobenzeno			16	235	máximo
Diclorodifluometano (freon 12)	+		39	3860	mínimo
1,1 Dicloroetano			780	640	médio
1,2 Dicloroetano			156	156	máximo
1,1 Dicloroetileno (vide cloreto de vinilideno)			39	-	-
1,2 Dicloroetileno			-	615	médio
Diclorometano (vide cloreto de metilino)			155	-	-
1,1 Dicloro-1-nitroetano	+		-	47	máximo
1,2 Dicloropropano			8	275	máximo
Diclorotetrafluoretano (freon 114)			59	5460	mínimo
Dietyl amina			780	59	médio
Dietyl éter (vide éter etílico)			20	-	-
2,4 Diisocianato de tolueno (TDI)	+		-	0,11	máximo
Diisopropilamina		+	0,016	16	máximo
Dimetilacetamida		+	4	28	máximo
Dimetilamina			8	14	médio
Dimetiformamida			8	24	médio
1,1 Dimetil hidrazina		+	8	0,8	máximo
Dióxido de carbono			0,4	7020	mínimo
Dióxido de cloro			3900	0,25	máximo
Dióxido de enxofre			0,08	10	máximo
Dióxido de nitrogênio	+		4	7	máximo
Dissulfeto de carbono		+	4	47	máximo
Estibina			16	0,4	máximo
Estireno			0,08	328	médio
Etanol (vide acetaldeído)			78	-	-
Etano			-	simples	-
Etanol (vide etílico)			Asfixiante	-	-
			-	-	-
Etanotiol (vide etil mercaptana)			-	-	-
Éter decloroetílico		+	4	24	máximo
Éter etílico			310	940	médio
Éter monobutílico do etileno glicol (vide butil cellosolve)			-	-	-
Éter monoetílico do etileno glicol (vide cellosolve)			-	-	-
Éter monometílico do etileno glicol (vide metil cellosolve)			-	-	-
Etilamina			8	14	máximo
Etilbenzeno			78	340	médio
Etileno			Asfixiante	simples	-
Etilenoimina		+	0,4	0,8	máximo
Etil mercaptana			0,4	0,8	médio
n-Etil morfina		+	16	74	médio
2-Etoxietano		+	78	290	médio
Fenol		+	4	15	máximo
Fluortriclorometano (freon 11)			780	4370	médio
Formaldeído (formol)	+		1,6	2,3	máximo
Fosfina (fosfamina)			0,23	0,3	máximo
Fosgênio			0,08	0,3	máximo
Freon 11 (vide fluortriclorometano)			-	-	-
Freon 12 (vide diclorodifluoretano)			-	-	-
Freon 22 (vide clorodifluoretano)			-	-	-
Freon 113 (vide 1,1,2,2-tetracloro-1,1,2,2-trifluoretano)			-	-	-
Freon 114 (vide tetracloro-1,1,2,2-tetrafluoretano)			-	-	-
Gás amoníaco (vide amônia)			-	-	-
Gás carbônico (vide dióxido de carbono)			-	-	-

Fonte: NR 17

Continuação da tabela 3: – Limites de tolerância

Metil mercaptana (metanotiol)			0,04	0,8	médio
2-Metoxi etanol (vide metil cellosolve)			-	-	-
Monometil hidrazina	+	+	0,16	0,27	máximo
Monóxido de carbono			39	43	máximo
Negro de fumo(1)				3,5	máximo
Neônio			Asfixiante	simples	-
Níquel carbonila (níquel tetracarbonila)			0,04	0,28	máximo
Nitrato de n-propila			20	85	máximo
Nitroetano			78	245	médio
Nitrometano			78	195	máximo

1 - Nitropropano			20	70	médio
2 - Nitropropano			20	70	médio
Óxido de etileno			39	70	maximo

(1) (Incluído pela Portaria DNSST n.º 09, d e 09 de outubro de 1992)

Óxido nítrico (NO)			20	23	máximo
Óxido nitroso (N2O)			Asfixiante	simples	-
Ozona			0,08	0,16	máximo
Pentaborano			0,004	0,008	máximo
n-Pentano		+	470	1400	mínimo
Percloroetileno			78	525	médio
Piridina			4	12	médio
n-propano			Asfixiante	simples	-
n-Propanol (vide álcool n-propílico)			-	-	-
iso-Propanol (vide álcool isopropílico)			-	-	-
Propanona (vide acetona)			-	-	-
Propileno			Asfixiante	simples	-
Propileno imina		+	1,6	4	máximo
Sulfato de dimetila	+	+	0,08	0,4	máximo
Sulfeto de hidrogênio (vide gás sulfídrico)			-	-	-
Systox (vide demeton)			-	-	-
1,1,2,2,Tetrabromoetano			0,8	11	médio
Tetracloroeto de carbono		+	8	50	máximo
Tetracloroetano		+	4	27	máximo
Tetracloroetileno (vide percloroetileno)			-	-	-
Tetrahidrofurano			156	460	máximo
Tolueno (toluol)		+	78	290	médio
Tolueno-2,4-diisocianato (TDI) (vide 2,4 diisocianato de tolueno)			-	-	-
Tribromometano (vide bromofórmio)			-	-	-
Tricloreto de vinila (vide 1,1,2 tricloroetano)			-	-	-
1,1,1 Tricloroetano (vide metil clorofórmio)			-	-	-
1,1,2 Tricloroetano		+	8	35	médio
Tricloroetileno			78	420	máximo
Triclorometano (vide clorofórmio)			-	-	-
1,2,3 Tricloropropano			40	235	máximo
1,1,2 Tricloro-1,2,2 trifluoretano (freon 113)			780	5930	médio
Trietilamina			20	78	máximo
Trifluoromonobromometano			780	4760	médio
Vinibenzeno (vide estireno)			-	-	-
Xileno (xilol)			78	340	médio

Fonte: NR 17

### **2.9.1 Monóxido de carbono**

O monóxido de carbono (CO) é um gás sem cor, sem cheiro e sem gosto. É um subproduto da queima de materiais que possuem carbono em um local com escassez de oxigênio (combustão incompleta). As fontes externas de CO mais importantes são: exaustões de automóveis e processos industriais que englobam a queima de combustíveis orgânicos. Nos escritórios e nos edifícios comerciais, fontes significativas de produtos que derivam da combustão, envolvem fumaça de cigarro, exaustões veiculares em garagens e entre outros. Tomadas de ar localizadas no térreo, próximas ao tráfego, e outras fontes, tendem a dispersar os poluentes pelo edifício por meio do sistema de ventilação.

Portanto, o CO se comporta como um agente asfixiante. Os órgãos do corpo humano que mais precisam de oxigênio, como por exemplo, cérebro e coração, são as mais intensamente afetadas. O CO também pode afligir a função da mioglobina em operar com o oxigênio e, portanto, ampliam a deficiência de O<sub>2</sub> das células. A parcela de hemoglobina gerada no sangue depende do acúmulo de monóxido de carbono no ar. (Hansen, 1991)

Pessoas idosas, infantes ou pessoas com doenças cardiovasculares ou pulmonares são especialmente sensíveis a altas concentrações desse poluente. A quantidade de carboxihemoglobina no sangue são verificadas pelos padrões baseados na Agência Canadense de Saúde, e estão em torno de 0,5% do total de hemoglobina. Na tabela supracitada foram expressas as ações da COHb à saúde. É importante salientar que níveis de até 3% poderão ser encontrados em pessoas não fumantes, e ainda assim, serem considerados normais. Porções entre 10 e 15 por cento podem ser tidos como normais após fumar um único cigarro. Brickus (1997).

Um verificador de monóxido de carbono pode oferecer proteção adicional, no entanto, não há suplentes para a utilização adequada de potenciais fontes de CO. Pode-se, ainda, ponderar que não existem detectores integralmente seletivos e algumas pessoas podem apresentar problemas de saúde em níveis menores que a sensibilidade dos detectores.

### **2.9.2 Dióxido de enxofre**

O dióxido de enxofre é considerado um gás descolorido com um aroma específico em altas concentrações. É um artefato da queima de combustíveis fósseis, como carvão e óleo, sendo utilizado (e liberado na atmosfera) em vários processos

industriais. Também é gerado sempre quando qualquer composto com enxofre seja queimado. Desse modo, são inúmeras as fontes de contaminação. As concentrações internas são comumente metade das externas, especialmente porque a maior parte das fontes é externa e porque o próprio é velozmente absorvido pelos móveis. (EPA)

O dióxido de enxofre afeta a saúde humana. É bastante solúvel na água e, por isso, é aceleradamente sugado pelo muco nas membranas do conjunto respiratório, além de extremamente danoso aos olhos. Após a inspiração, ele é soluto pela umidade do muco e resulta em sulfúricos. No decorrer da respiração normal ele é puxado antes de tudo pelos tecidos nasais e só cerca de 5% atingem o trato respiratório inferior. Ainda assim, durante a respiração oral, grandes proporções de SO<sub>2</sub> podem atingi-lo. Em volumosas concentrações ou em respiração forte, ele pode abalar o trato respiratório inferior, bem como asmáticos apresentam maiores reações contrárias do que pessoas normais. (HANSEN,1991)

Concentrações acima de 6 ppm já provocam alteração nas membranas mucosas. Pesquisas epidemiológicas EPA (1994) apontam que uma exposição crônica ao SO<sub>2</sub> está relacionada com um acréscimo dos sintomas respiratórios e decréscimo da função pulmonar. Estudos clínicos comprovaram que umas pessoas asmáticas mostram broncoconstrição similar em concentrações tão pequenas quanto 0.4 ppm. EPA (1994).

Além dos resultados nas pessoas, ele causa estragos a materiais e edifícios. Ainda reage com a umidade da atmosfera fazendo o ácido sulfúrico (onde este está ligado com o ácido nítrico e constituem os essenciais componentes da chuva ácida), executor corrosivo muito potente que provoca a chuva ácida.

### **2.9.3 Dióxido de carbono**

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é um gás sem cor, sem cheiro e não inflamável, que é fabricado por um método de combustão íntegra de combustíveis fósseis e ainda por processos metabólicos. A concentração mediana de CO<sub>2</sub> na atmosfera é de cerca de 340 ppm. Mas os níveis podem diversificar bastante, conforme a localização e o tempo. A concentração interior do CO<sub>2</sub> necessita dos níveis exteriores deste gás e da sua taxa de realização no meio do edifício. Ela é superior que a exterior e justifica-se geralmente como admissível, o percentual da concentração exterior (0,0035%). Este gás domina as taxas de respiração por pessoa e, de acordo com o seu nível de

concentração vai aumentando, a pessoa pode perceber que não há ar necessário no local. A taxa respiratória aumenta no sentido de corrigir essa falta de ar. (*Federal – Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health - 1989*)

É um gás considerado como moderadamente não tóxico e, concentrações tão elevadas em relação a 10.000 ppm ou mais não apresentam efeitos relevantes à saúde. No entanto, ele domina as taxas de respiração em um ser humano e, à medida que seu nível de concentração evolui, a pessoa acha como se não desse para respirar ar suficiente no local. A taxa respiratória amplia no sentido de corrigir essa ausência de ar. (Liddament,1997)

A princípio, a taxa de CO<sub>2</sub> é capaz de classificar as taxas de ventilação, definir a proporção de ar externo que é mesclado com o ar e promover uma designação de como está a IAQ. Para circunstâncias comuns de posse, concentrações acima de 10.000 ppm, os valores de ventilação podem estar inapropriados para diluir outros poluentes mais danosos que podem estar presentes. A conferência das leituras mais crescidas desse gás cercado por salas com as zonas de distribuição de ar consegue auxiliar a identificar e a determinar vários defeitos na ventilação. Se uma concentração média superior for identificada em toda a zona de ventilação, do que no ar de recirculação, acredita-se num indício onde a combinação do ar está imprópria. Deduz-se por toda a zona de ventilação, sendo a área no meio do ambiente em uma altura proporcional a qual os seres humanos estão respirando (ao redor de uma certa altura, em escritórios). Níveis de CO<sub>2</sub> precisam ser empregados com cuidado como sinais de uma IAQ aceitável. A alegação necessária é que, se o conjunto de ventilação, aquecimento e ar condicionado são incapazes na remoção desse gás, logo os outros poluentes estão naturalmente se acumulando na mesma intensidade. Entretanto, pode existir uma fonte interna bastante forte de mais um contaminante, com independência das medidas de CO<sub>2</sub>. Além disto, pode ocorrer falhas nas medidas do dióxido de carbono ou mudanças temporais nessas medidas que além disso podem levar a falhas de interpretação dos níveis internos. (Liddament,1997)

#### **2.9.4. Amônia**

A amônia (NH<sub>3</sub>) é um composto gasoso incolor, menos denso que o ar, não inflamável, tem cheiro peculiar e sufocante, é altamente tóxico, corrosivo e se solubiliza facilmente em meio aquoso. Pode ser condensado facilmente em um meio líquido mediante frio e pressão e, por isso, é bastante utilizado como fluido

refrigerante. Em locais internos, é comum ser utilizado em banheiros, por ser o gás mais emitido na urina. Avanços recentes podem levar ao uso de detectores de NH<sub>3</sub> para a automação de mictórios, diminuindo consideravelmente o consumo de água nesses ambientes.

## 2.10 Material particulado

Material particulado é o vocábulo utilizado para denominar uma mistura química e física de diferentes substâncias presentes em propagação no ar, como sólidos ou sob meio líquido (gotículas, aerossol). Em meio a inúmeros poluentes costumeiramente encontrados no meio interno das edificações, os particulados equivalem ao formato mais visível de poluição e por isso, sua detecção não exige instrumentação altamente tecnológica. A matéria particulada total é intitulada pela expressão, matéria particulada em suspensão, referindo-se a matéria particulada inalada, apenas as partículas pequenas o bastante para adentrar as vias aéreas superiores e chegar aos pulmões. A extensão das partículas varia de 0,005 a 100 micrometros. No que tange ao tamanho da partícula que podem ser depositadas no aparelho respiratório, ainda há muitas controvérsias. A parcela que é considerada ao estudar-se a qualificação interna do ar e os efeitos das referidas partículas na saúde, é de 0,1 a 10 µm. Normalmente, partículas menores ao referido acima, são inaladas, já maiores do que 15 micrometros, são detidas antes de chegarem aos pulmões, por serem grandes demais. Embora haja controvérsias no assunto, a especificação de matéria particulada inalável é fundamental, já que uma parcela do que é inalado pode vir a ser irreversivelmente anexado nas vias respiratórias. (*Federal – Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health - 1989*).

A exposição intensa, por longos períodos de tempo, em níveis moderados de particulados, de aproximadamente 180 µg/m<sup>3</sup> no que se refere à matéria particulada em suspensão ou de 80µg/m<sup>3</sup> à matéria particulada inalável, podem estar correlacionados com o crescimento nos sintomas de doenças respiratórias.

As partículas podem tornar-se aéreas por meio de vários processos: fricção entre partes que se movem ou entre peças de mobília e o chão, instituem partículas sólidas; a ação de varrer, tirar o pó, facilita o reingresso de partículas no ar no ambiente; umidificadores e *sprays* formam partículas líquidas (gotículas). Ademais, fumar, cozinhar e até lavar uma área, produzem a concentração de aerossóis. A existência

de material particulado suspenso, em locais internos, além de impactar na saúde humana, pode acarretar degradação de materiais de precisão, esculturas, obras de arte, por meio da deposição e reação na face externa. O acúmulo contínuo de poeira sobre os documentos afeta a estética favorece a proliferação de microorganismos e pode agilizar o processo de degradação do material de arquivo, devido à presença de ácidos. Os distúrbios respiratórios com provável limiar relacionado a particulados não ocorrem somente em altas concentrações. As baixas concentrações de particulados inaláveis estão associadas ao aumento no desenvolvimento de bronquite em crianças, segundo o EPA/95.

### **2.11 Contaminantes Biológicos**

Encontram-se em diversas concentrações em diversos tipos de ambiente, sejam eles industriais, domésticos, escolares, consultórios ou escritórios. Pessoas e animais domésticos expõem fungos e bactérias, reservatórios de água viabilizam o crescimento destes microorganismos, e o ar externo também pode trazê-los. (*Federal – Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, 1995*)

No ar interno, a contaminação microbiana pode ser um problema sério, tendo em vista que, uma série de coeficientes permitem o aumento e a liberação desses agentes etiológicos no ar. Umidade elevada, baixa ventilação, edifícios “selados” e sistemas aquecedores, ventilação e aparelhos de ar condicionado que contém água ou condensação em certas partes (torres de resfriamento) propiciam o crescimento e a distribuição dos microorganismos. Diante estes fatores, o mais relevante, é a umidade relativa do ar, por facilitar o aumento de ácaros e reprodução de fungos sobre locais úmidos. O engajamento nos estudos sobre contaminantes biológicos é importante devido às diversas implicações à saúde, bem-estar e conforto. A avaliação microbiológica em edifícios teve início por volta dos anos cinquenta, à medida que infecções em alguns hospitais se tornaram frequentes. Uma das razões dessas infecções foi associada à reprodução de fungos, bactérias e vírus por meio do sistema de ventilação. No continente Europeu e na América do Norte realizaram-se relatórios que compararam certas doenças com os estados dos edifícios, tendo em vista que os ocupantes apresentavam indícios de febre, dificuldades respiratórias, tosse, dores musculares e mal-estar. Encontram-se, no ar interno, agentes biológicos que são conhecidos por causarem doenças como: infecções, resfriado e a tuberculose; hipersensibilidade, originada por uma ativação particular do sistema imunológico; e

toxicidade, ao passo que as toxinas produzidas pelos mesmos, causem impactos diretos. (EPA,1994)

A contaminação do meio interno por microorganismos ocorre sob muitas circunstâncias, na maioria das vezes, quando há falha no projeto do edifício, sistema de ventilação ou ainda ar condicionado, permite a multiplicação desses microorganismos. Existem alguns sinais encontrados em “edifícios doentes” que estão atrelados a um contágio microbiológico. Vírus e bactérias causam doenças, no entanto, o ar interno não é frequentemente a causa de infecções virais, tendo em vista que, vírus não sobrevivem longos períodos de tempo fora do hospedeiro e a inoculação depende do contato com uma pessoa infectada. Todavia, alguns tipos de bactérias, como a *Legionella pneumophila*, podem ser relevantes do ponto de vista da qualidade do ar interno. (*Federal – Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health - 1995*).

Tipos de fungos que possuem a capacidade de proliferação e de se acumularem internamente em equipamentos de ventilação, são diferentes daqueles que crescem em meio a flora. A condensação e a acumulo de água permitem o desenvolvimento de muitos fungos que provocam ou induzem reações alérgicas e entre outros problemas que não são facilmente detectáveis por exames médicos comuns.

A principal tática para reduzir problemas com microorganismos é conter ou pelo menos manter a multiplicação destes agentes dentro de um nível ínfimo. Isso pode ser alcançado de inúmeras formas:

- Remover fontes de água que facilitem o crescimento fúngico; - manter a umidade relativa do ambiente menor que 60%;
- Retirar materiais orgânicos porosos visivelmente infectados, como tapetes embolorados;
- A utilização de filtros eficazes no sistema de entrada de ar externo é indispensável, para conter a introdução de esporos de fungos e entre outros contaminantes biológicos. Devendo ser trocados periodicamente.

## **2.12 Ar de Renovação**

A renovação de ar apresenta natureza decisiva na qualidade do ar, uma vez que, é ela que dissolve a concentração de contaminantes feitos no próprio ambiente e que não são confinados nos filtros, como cheiros, gases, partículas e impurezas. É importante dizer que o ar do exterior pode ser uma perigosa origem de infectantes,

pois o ar atmosférico é contaminado por impurezas derivadas de processos industriais, erosão e plantas.

Os processos presentes na ventilação são realizados para a diluição dos poluentes. De forma geral, um crescimento da vazão onde o ar externo é inserido no ambiente interno causa uma diminuição nos danos em relação à qualidade do ar interno. Ainda assim, outros processos incluídos na ventilação são também importantes. Por exemplo, edifícios com elevadas taxas de renovação de ar pode-se identificar danos devidos a uma distribuição diferente ou irregular de ar nos inúmeros ambientes internos, ou até mesmo devidos a uma exaustão insuficiente. Mesmo sendo uma localização bem ventilada, pode existir uma fonte tão resistente de poluentes, que prejudica todo o ar. Uma boa ação é determinar sistemas de exaustão separadamente. Lembrado que, quanto mais próximo de um conjunto de exaustão fica de uma fonte, mais eficiente é a ventilação.

As etapas nas quais um sistema de ventilação trabalha também são importantes e necessitam ser considerados ao gerenciar a utilização desse sistema. Como é difícil sustentar um sistema de ventilação, aquecimento e condicionamento de ar ligado constantemente, é uma prática comum ligá-los após que os usuários do local chegaram e desligar horas depois que eles não estiverem no local. Essa prática, conforme a EPA, agrava as condições internas do ar. Por isso, o aconselhável é ligá-lo antes que os usuários cheguem para seus afazeres e desligá-lo somente quando eles forem embora.

No início do século XX, as exigências de ventilação para edificações, exigiam praticamente 25 m<sup>3</sup>/h de ar externo fresco para cada ocupante. Essa taxa era utilizada essencialmente para diluir os poluentes e retirar odores resultantes do metabolismo humano. Como conclusão do transtorno do petróleo na década de 70, critérios nacionais de economia de energia determinaram uma diminuição nessas taxas para cerca de 8 m<sup>3</sup>/h para cada usuário do local, segundo a ASHRAE (1989).

Atualmente o índice correto de renovação do ar de ambientes climatizados vai ser de, no mínimo, de 27 m<sup>3</sup>/hora/pessoa, a não ser no caso particular de ambientes de grande rotatividade de pessoas. Nessas ocasiões a taxa de Renovação do ar será de 17 m<sup>3</sup>/hora/pessoa, não sendo possível em qualquer hipótese que os ambientes tenham uma concentração de CO<sub>2</sub>. (RESOLUÇÃO-RE Nº 9, DE 16 DE JANEIRO DE 2003)

Desta forma, será avaliado com atenção o nível de filtragem necessário. Portanto, ar de renovação consiste no ar externo introduzido no ambiente climatizado, isto é, é inserido uma quantidade de ar externo no ambiente para que haja uma renovação de ar no interior do ambiente. (ASHRAE - Sociedade Americana de Engenheiros de Calor, Refrigeração e Ar Condicionado. Manual de fundamentos. Atlanta, 2013)

### **2.13 Limpeza e Manutenção Preventiva**

Consiste no processo de gerenciamento preventivo que se fundamenta na remoção de sujidade dos integrantes do sistema de climatização, com finalidade de evitar a sua dissipação no ambiente interno. Ações técnicas e administrativas designadas a conservar as características do desempenho técnico dos integrantes ou sistemas de climatização, assegurando as condições necessárias, a limpeza e a manutenção, conforme a periodicidade de os componentes.

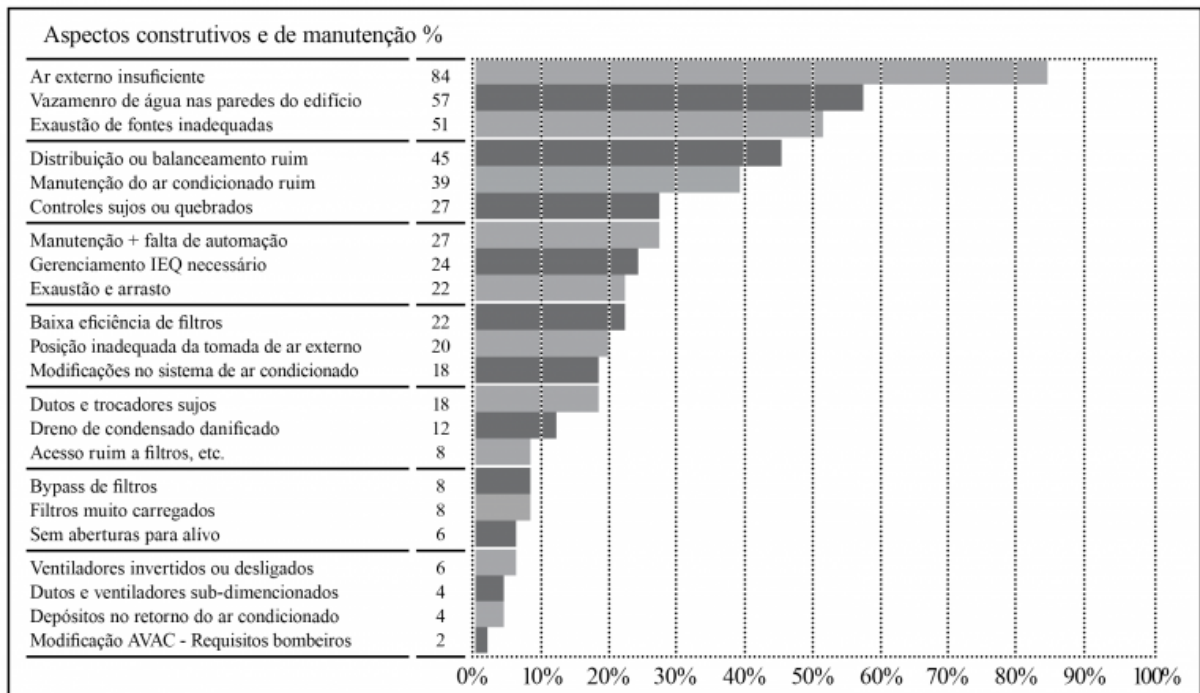
Assim como qualquer equipamento, os condicionadores de ar também necessitam de cuidados, para que tenham bom funcionamento. Além da higienização dos filtros, que já é habitual e exercida por um numeroso público, também se deve averiguar outros itens dos aparelhos de ar-condicionado, como: conjunto de drenagem, serpentinas, segregação entre unidade externa e interna, capacitores, contatos dos cabos elétricos, sistema de ar refrigerante, conjunto ventilador, entre outros. Com a prevenção, são possíveis que sejam diminuídas as chances de ocorrerem problemas com o ar-condicionado. Além disso, também se nota uma economia, tendo em vista que, um impasse detectado com antecedência, evita que outras partes do equipamento sofram deteriorações.

No entanto, a manutenção preventiva é uma atividade que ainda precisa de conscientização no Brasil, além de ser ela que assegura um bom funcionamento do sistema e garante sua eficiência. As questões com a manutenção se originam ainda na planta. Casas de máquinas são comumente projetadas com proporções reduzidas, dificultando a acessibilidade de pessoas, ferramentas, gretas das portas de inspeção, a substituição de motores elétricos, acesso dos painéis, além do péssimo posicionamento de válvulas e sensores. Além de que, a equipe responsável pela manipulação e manutenção deve ser altamente capacitada e possuir um bom planejamento de manutenção pré-definido. Não havendo manutenção do sistema, o mesmo, trabalhará em condições divergentes das especificadas no projeto, afetando

as vazões, filtração, taxas de renovação, e elevado consumo de energia, e nas despesas com itens de reposição.

A manutenção está diretamente concatenada com a qualidade do QAI, pois um componente avariado pode acarretar de várias formas na qualidade do ar.

Figura 1: Manutenção associada à qualidade do ar interior



Fonte: (ASHRAE, 2009)

Fonte: Ashrae

Para demonstrar o quanto alguns tópicos construtivos e de manutenção interferem diretamente na qualidade do ar, a Figura 04 exibe uma avaliação executada pelo *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSHI) em 49 instituições de ensino. Nessa avaliação, foram encontrados alguns problemas associados às exigências dos ocupantes.

Os substanciais sintomas detectados em indivíduos que ocupam ambientes que possuem problemas de QAI são: alergias e irritações, cefaleia e dores nas articulações, irritação nasal, ardência nos olhos e garganta, tosse, dermatites, fadiga, sono em excesso, falta de concentração, sensibilidade a cheiros, congestão nasal, sinusite, rinite alérgica, bronquite, queda de produtividade e, enfim, ausência frequente ao labor conhecida como absenteísmo. Essas enfermidades são chamadas de Doenças Pulmonares Ocupacionais.

Hodiernamente, já é de entendimento dos profissionais de HAVAC os procedimentos existentes para garantir uma adequada qualidade do ar, tanto durante o período de planejamento, quanto no decorrer da instalação e operação do sistema. No período de planejamento, devem-se abranger todos os envolvidos e, essencialmente, um engenheiro especializado em HAVAC. O engenheiro deve colaborar na etapa de concepção do projeto, posto que, verificará se a proposta, é ou não, viável para suprir o bom desempenho do sistema de climatização. Igualmente, é nesta fase que as circunstâncias e facilidades de conservação são definidas, uma vez que, após o empreendimento construído, torna-se improvável a realização de melhorias por ausência de espaço. No que diz respeito à instalação, deve ser seguido o proposto no projeto executivo, já que qualquer divergência pode abalar a eficácia do sistema. Ademais, cuidados com o estoque dos dutos, maquinário e filtros são imprescindíveis na fase de obra. Logo após a instalação e comissionamento executados, será necessário que os assistentes de manutenção estejam atentos as exigências do PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle.

Além disso, outro fator relevante para a QAI é conscientização dos entraves dos sistemas de ar tipo *split*. Esse sistema deve satisfazer as necessidades das residências, nas quais, o período de utilização seja baixo, e o número de indivíduos por m<sup>2</sup> é menor, e o ar externo infiltrado pelos sulcos, abertura de portas e janelas propiciam a troca do ar. Já quando tratamos de edifícios comerciais, a renovação e filtragem são indispensáveis e devem ser projetadas de forma eficaz. Existem algumas evaporadoras, como as do tipo cassete e teto, que possuem, de fábrica, tomadas para renovação de ar, garantindo o mínimo de qualidade de ar, dentro do ambiente, entretanto, nos outros equipamentos, essas ligações podem não estar disponíveis, um exemplo disso, é o modelo *high-wall*. Quando for impossível adequar o próprio sistema *split*, faz-se necessário, promover a troca de ar por intermédio de grelhas no ambiente. Desse modo, será necessário instalar um sistema com ventilador, com finalidade de injetar ar externo continuamente, movendo-se por filtros e partilhando o ar por dutos em qualquer local onde são instalados climatizadores desse modelo. É indispensável frisar que, mesmo para os maquinários com acesso de ar externo já previsto, deve ser avaliado se o mesmo será capaz de prover a capacidade frigorífica fundamental para a aplicação desejada, uma vez que, a taxa de ar externo fica a cargo da funcionalidade do recinto e não do equipamento. Além do que, a umidade relativa não é comedida em momento algum nos modelos tipo *split*.

Normalmente, quando se projeta um sistema de ar condicionado, são achados os valores de calor sensível e latente com base no cálculo de carga térmica do interior e a vazão do ar do meio externo necessário. Esses valores são empregados nos estudos psicrométricos e desta maneira selecionados os equipamentos que atendem o local. Porém, no dimensionamento de um *split*, não é levada em consideração a carga térmica referente ao ar externo, visto que os equipamentos são padronizados, alterando apenas a competência de refrigeração total e, com isso, tendo uma relação, nem sempre adequada, entre calor sensível e latente. Desta maneira, cabe aos especialistas da área classificar em seus projetos o sistema que melhor atende cada aplicação, levando em conta os parâmetros básicos para assegurar a saúde dos usuários. (Asharae,2013)

Portanto limpeza e manutenção estão interligadas quando citamos ar-condicionado, pois o ato de limpá-lo regularmente promove um melhor funcionamento, evitando impasses que acabam estragando o aparelho, logo realizando ações de manutenção preventiva. E para compreender o motivo da importância da limpeza, um exemplo é o acúmulo de sujeira no ar-condicionado, que é capaz de impedir a circulação adequada do ar, o que acarreta na diminuição do fluxo e perda da eficácia do aparelho.

De maneira geral, é imprescindível que todos os componentes como filtros, serpentinas, ventiladores, bandejas, umidificadores, dutos, entre outros, sejam sempre limpos, tendo em vista que, são os responsáveis pela multiplicação de fungos, bactérias, no geral. Para cada item há uma periodicidade distinta de manutenção, porém deve ser respeitada. Preservação das tomadas de ar externo e monitoramento frequente da funcionalidade do sistema são atividades indispensáveis para uma boa QAI.

## **2.14 Componentes**

### **2.14.1 Filtro de ar**

Sua principal função é reter as impurezas presentes no ambiente como sujeiras e particulados, que podem eventualmente ou a longo prazo causar avarias ao ar condicionado e a saúde dos ocupantes do ambiente. O filtro é encontrado no

condicionador de ar, próximo ao termóstato e tomada de ar externo, o filtro é um dos componentes de maior importância do aparelho.

Os filtros usados em aparelhos de ar-condicionado seguem os critérios estabelecidos pela norma ABNT 16.401/2008. O procedimento de limpeza ou troca do filtro é de acordo com a NBR 13971.

Os tipos de filtros são:

#### Fio de *nylon*

Filtro onde a malha consiste em fio de *nylon*. Por ser utilizado em quase todos os modelos de ar condicionado, ele é considerado um dos modelos mais utilizados. A malha do filtro é composta por fios de *nylon* e possui a finalidade de reter as impurezas enquanto possibilitam a passagem de ar. O filtro de *nylon* é resistente, logo, possui uma alta durabilidade e pode ser lavado no local pelo usuário.

Figura 2: Filtro de nylon



Fonte: <http://globaltecind.com.br>

#### Fio metálico

A malha de fio metálico pode ser composta por aço ou alumínio, e é mais utilizada no aparelho do tipo janela. O funcionamento se baseia da seguinte maneira, as impurezas ficam retidas no fio de metal. Este tipo de filtro pode ser lavado no local, porém só pode ser instalado novamente após estar totalmente seco.

Figura 3: Filtro fio metálico

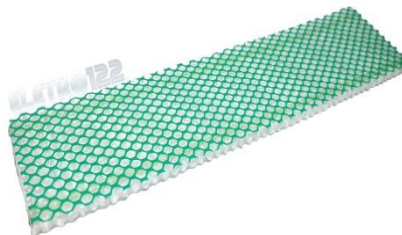


Fonte: volans-filtros.com.br

### Filtro Hepa

Os filtros Hepa é o tipo que possui um dos melhores resultados se tratando de eficiência, com uma média mínima de 99,97%, para particulados de 0,3 micron. É recomendado para utilização nos processos de filtragem química e biológica. O filtro Hepa permite ser lavado e possui preço médio de R\$60,00. Este modelo também pode ser utilizado em outros tipos de equipamentos.

Figura 4: Filtro hepa



Fonte: consul.com.br

### Filtro de carvão ativado

O filtro de carvão é aplicado para retenção de odores contaminantes, um exemplo é o odor do de cigarro, pode reter odores de gordura ou até os odores emitidos pelo corpo contidos em um ambiente. Este modelo de filtro possui consiste em uma carcaça composta de aço galvanizado, com um módulo filtrante de carvão ativado. Este tipo de filtro não pode ser lavado e nem limpo, ou seja, sua utilização se torna praticamente descartável e possui um custo médio de R\$18,00.

Figura 5: Filtro de carvão



Fonte: [www.crisparts.com.br](http://www.crisparts.com.br)

### Filtros plissados

Este tipo de filtro é composto de fibra de vidro, com telas sobrepostas e o seu tamanho varia de acordo com a necessidade de filtração. Quanto mais espessa, maior o potencial de filtragem. Em casos de necessidade de retenção de odores, é inserida junto à malha de fibra de vidro uma camada com fios de carbono.

Figura 6: Filtros plissados



Fonte: [www.crisparts.com.br](http://www.crisparts.com.br)

### Filtros eletrostáticos

Este filtro pode ser encontrado com o nome de precipitador eletrostático, sua utilização é para ambientes industriais que possuem a necessidade de controlar a poluição, devido à necessidade de reter óxido de enxofre, resinas e alcatrão. Ele é aplicado da seguinte maneira, os sistemas de ventilação e o condicionamento de ar de instalações industriais necessitam passar o ar dentro desse filtro, pois funciona com superfícies carregadas positivamente, assim atraem as cargas negativas das

partículas capturadas. Logo, a sujeira fica retida nas paredes no filtro, possibilitando a realização da limpeza com maior facilidade e possibilita o correto descarte desses poluentes.

Figura 7: Filtro eletrostático



Fonte: volans-filtros.com.br

#### Classes de filtro

Os filtros para ar-condicionado são divididos em três classes conforme a ASHRAE. Classe A: filtros usados para reter poeira grossa, porém possui baixa eficiência para particulados inferiores a 5 microns. Consiste em arames metálicos, fibra de vidro e fibras sintéticas.

Classe B: Utilizados para filtragem de particulados acima de 1 microns, possui eficiência considerável. Este tipo de filtro geralmente é utilizado em equipamentos do tipo *split* e janela.

Classe C: Os filtros dessa categoria, que apresentam passagem inferior a 0,002% são denominados de absolutos. Usualmente possuem uma proteção de um pré-filtro da classe B, desta forma ele capta a poeira mais grossa.

No Brasil, as classes seguem a parte 3 da NBR 16401 que substituiu a NBR 6401, a nova norma definiu a classificação para os filtros de ar condicionado de acordo com a sua eficiência e na aplicação específica. A norma antiga era de acordo com o local e tipo de aparelho mais adequado para instalar este ou aquele filtro. Entretanto, a norma atual simplificou essas diferenças e passou a ser baseada somente no atributo de absorção do filtro, os mais grossos são representados através das classes G1, G2, G3 e G4, os tipos mais finos são representados da seguinte forma F5, F6, F7,

F8 e F9. Antes também existiam as classificações A1 e A2, os quais eram chamados de filtros absolutos, porém não constam na nova NBR. Após a substituição da norma a classificação é definida pelo percentual de Eficiência Gravimétrica (Eg) e através do percentual de Eficiência de Partículas (Ef), sendo definido de acordo com a tabela 4.

Tabela 4: Classificação de filtros

Group	Class	Final pressure drops (Pa)	Average arrestance (Am) with synthetic dust %	Average efficiency (Em) for 0.4µm particles %	Minimum efficiency* for 0.4µm particles %
Gross	G1	250	50 ≤ Am < 65	-	-
	G2	250	65 ≤ Am < 80	-	-
	G3	250	80 ≤ Am < 90	-	-
	G4	250	90 ≤ Am	-	-
Medium	M5	450	-	40 ≤ Em < 60	-
	M6	450	-	60 ≤ Em < 80	-
Fine	F7	450	-	80 ≤ Em < 90	35
	F8	450	-	90 ≤ Em < 95	55
	F9	450	-	95 ≤ Em	70

Fonte: EN 779:2012

### 2.14.2 Bandeja de condensado

Nos condicionadores de ar, a bandeja é encarregada por recolher e drenar a água gerada pela unidade evaporadora. Todo o ar condicionado possui um sistema de drenagem. Não tendo uma manutenção adequada, pode acontecer o acúmulo de água no local e ajudar na proliferação de microrganismos.

O dreno é responsável por retirar a água gerada pelo aparelho. Quando está operando, o equipamento faz a retirada da umidade do ambiente onde está instalado, efetuando o processo de condensação, que significa que é quando a água se transforma de vapor para o líquido. Qualquer ar condicionado possui sistema de drenagem, seja de qual modelo ele for. Se o dreno não estiver em boas condições de uso, pode acontecer o gotejamento na unidade interna, perda na qualidade do aparelho ou até mesmo causando mau cheiro no local onde o ar condicionado está instalado.

No ar condicionado *split*, a drenagem é realizada necessariamente por meio de dutos. É necessário ter atenção e observar onde o dreno será instalado. Nos equipamentos tem o dreno que sai da unidade interna (evaporadora) e é encaminhado para um ponto de água pluvial. Não é aconselhável drenar a água para ralos e esgotos, porque quando o *split* é desligado pode ocasionar mau cheiro para dentro ambiente.

Na unidade interna, é aconselhável utilizar o lado direito para saída de dreno, e ao mesmo tempo em que as outras tubulações ficam do lado esquerdo da evaporadora. O perigo se encarrega de conduzir a água embora no conjunto operacional dos *hi wall* e piso-teto, e, com isso o escape de água não pode estar bloqueado. Em alguns casos, o instalador necessita dispor um sifão para retirada da água.

Na manutenção dos condicionadores de modelo *split* o tubo de drenagem pode estar desnivelado e entupir, causando o vazamento para dentro do ambiente. Caso o usuário escolher, encontram-se aparelhos que estão instalados junto do ar condicionado para evaporar a água condensada, deixando de utilizar o sistema de drenagem tradicional.

### **2.14.3 Serpentina de aquecimento**

É definida como um tipo de trocador de calor. A sua atribuição principal é transferência de calor de um ambiente para o outro. Elas estão localizadas no interior do gabinete de condicionador de ar.

A serpentina para aquecimento aquece fluidos seja qual for natureza, tudo depende do objetivo de cada aplicação. As serpentinas para aquecimento são fabricadas a partir de materiais, podem ser encontradas serpentinas de cobre, de alumínio, aço, entre outras, isso depende da necessidade a ser atendida.

Uma serpentina para aquecimento pode ser produzida com diversos formatos, a necessitar da função que irá realizar e da utilidade de cada produção. A serpentina para aquecimento pode ser fabricada com formatos helicoidais, circulares e até planos. A versatilidade de personalização é um dos benefícios da sua utilização. Existem empresas no mercado qualificadas para projetar serpentina para aquecimento de variadas configurações, de pequeno, médio e grande porte.

O material que será usado na fabricação a serpentina para aquecimento vai depender da carência de cada indústria. Nesse mesmo processo de produção podemos contar com serpentinas de várias formas e fabricadas com vários materiais

e moldes. Os tubos das serpentinas devem adequar o espaço disponível através da troca térmica pretendida, e podendo ser liso ou aletados. A durabilidade da serpentina para aquecimento necessita de manutenções que precisam ser realizadas periodicamente, o que previne defeitos ao equipamento e ausência de vida útil.

Somente são existentes dois tipos de serpentinas: a interna e a externa. Em se tratando do *split*, a interna se encontra na evaporadora e a externa, fica localizada na condensadora, na parte exterior do ambiente climatizado. O gás refrigerante tem o objetivo de absorver o calor pela serpentina interna. Esse calor é conduzido pela tubulação até chegar à serpentina externa, que se localiza na condensadora, para então ser expelido para o exterior.

Existem aparelhos que usam serpentinas de alumínio e aparelhos que usam as de cobre. As serpentinas de cobre têm condutibilidade térmica superior em relação a de alumínio, além de possuir maior resistência e, devido a isso, é a mais indicada pelos técnicos. Porém, se for instalado o aparelho em locais litorâneos, é indicado que se utilize aparelhos com serpentina – e outros componentes – de cobre, porque a maresia causa mais danos aos componentes e o cobre resiste melhor a essa agressão.

#### **2.14.4 Serpentina de Resfriamento**

É através da serpentina de cobre que o fluido refrigerante absorve o calor do ambiente e realiza o processo de resfriamento. As serpentinas podem ser usadas em vários casos e podem ter o trabalho de aquecer, condensar ou resfriar.

As maiores fabricantes de aparelhos de ar condicionado da atualidade utilizam serpentina de cobre em seus produtos, demonstrando o valor desse item. Serpentinas de cobre não só são mais eficazes no resfriamento, como servem melhor áreas que sofrem com a atuação da maresia, pois são mais resistentes.

#### **2.14.5 Ventilador**

É um componente importante no equipamento de ar condicionado. Sua função é transitar o ar resfriado pela serpentina até o ambiente que deverá ser climatizado. Ele é instalado dentro do gabinete onde o ar é condicionado. O ventilador é um equipamento que sempre será encontrado em um sistema de ar condicionado, apesar do ventilador não ser essencial ao ciclo de refrigeração. Os sistemas de ar condicionado possuem a necessidade de criar fluxos de ar e o responsável por esse procedimento é o ventilador, o que torna o componente indispensável no sistema.

Os ventiladores são separados em dois grupos: os axiais e os centrífugos. Os ventiladores axiais são utilizados quando é necessária a produção de fluxos de ar elevado e com baixa resistência, já os centrífugos, são utilizados quando fluxo de ar é baixo e a resistência é elevada.

Há necessidade de realizar uma inspeção periódica do ventilador, quando são verificados seus níveis de vibração e outros itens. Também existem tabelas que são obtidas junto ao fabricante do ventilador, as quais determinam se a frequência das vibrações está dentro dos parâmetros normais de operação, sem prejudicar o sistema. Existem alguns itens que devem ser monitorados.

Devem ser verificados a lubrificação, o desgaste e a temperatura dos mancais. Observar a vibração do conjunto. É importante alinhar e balancear o rotor ou hélice. Caso existir, é necessário verificar a tensão e o alinhamento das correias. Os parafusos devem ser apertados. A rotação do ventilador deve ser aferida através de um tacômetro ou estroboscópio. Se o ventilador não for apropriado para o sistema, pode acarretar em vários problemas como o aumento no nível de ruído, a redução da capacidade de insuflamento e retorno, e a redução da capacidade do sistema, ou seja, perda da eficiência.

## **2.15 PMOC**

Considerando a preocupação e o cuidado mundial sobre a qualidade do ar do interior de ambientes, e se tratando de ambientes climatizados artificialmente junto com o aumento no uso de sistemas de ar condicionado, a preocupação com a saúde, conforto, bem-estar, o absenteísmo ao trabalho e também, a qualidade de vida dos ocupantes dos ambientes climatizados surgiu o PMOC.

PMOC é um documento que contém todas as rotinas a serem executadas em cada equipamento de refrigeração, onde estarão especificados todos os procedimentos que deverão ser realizados de acordo com a periodicidade. Essas informações são detalhadas para cada equipamento, dessa maneira, garantir a manutenção dos equipamentos, assim gerando benefícios relacionados a qualidade do ar, a vida útil do equipamento e até o consumo de energia. O documento também contém todas as características da edificação, do sistema de refrigeração e o do engenheiro responsável.

O PMOC é uma exigência da Portaria Nº 3523/98, do Ministério da Saúde onde mostra as etapas dos procedimentos de conservação, manutenção e limpeza do

sistema de climatização, com o intuito de manter os equipamentos em totais condições de funcionamento e livres de fungos, bactérias e ácaros, garantindo a qualidade do ar do ambiente climatizado.

A lei 13589 diz que, todo edifício de uso público ou coletivo deve aplicar o PMOC, ou seja, todo edifício que possui ambiente climatizado artificialmente tem que dispor de um documento de planejamento da manutenção, operação e controle. A lei veio para reforçar a portaria 3523, a resolução 09 da ANVISA e a NBR 16401 pois estes documentos definem o passo a passo de todos os procedimentos, porém não obriga a aplicação do PMOC em todos os edifícios.

Uma correta manutenção traz inúmeros benefícios tanto para os usuários quanto para os proprietários, pois garante a prevenção da síndrome dos edifícios doentes que é causada justamente pela poluição e contaminação do ar em ambientes fechados (pouca renovação de ar) e climatizados artificialmente.

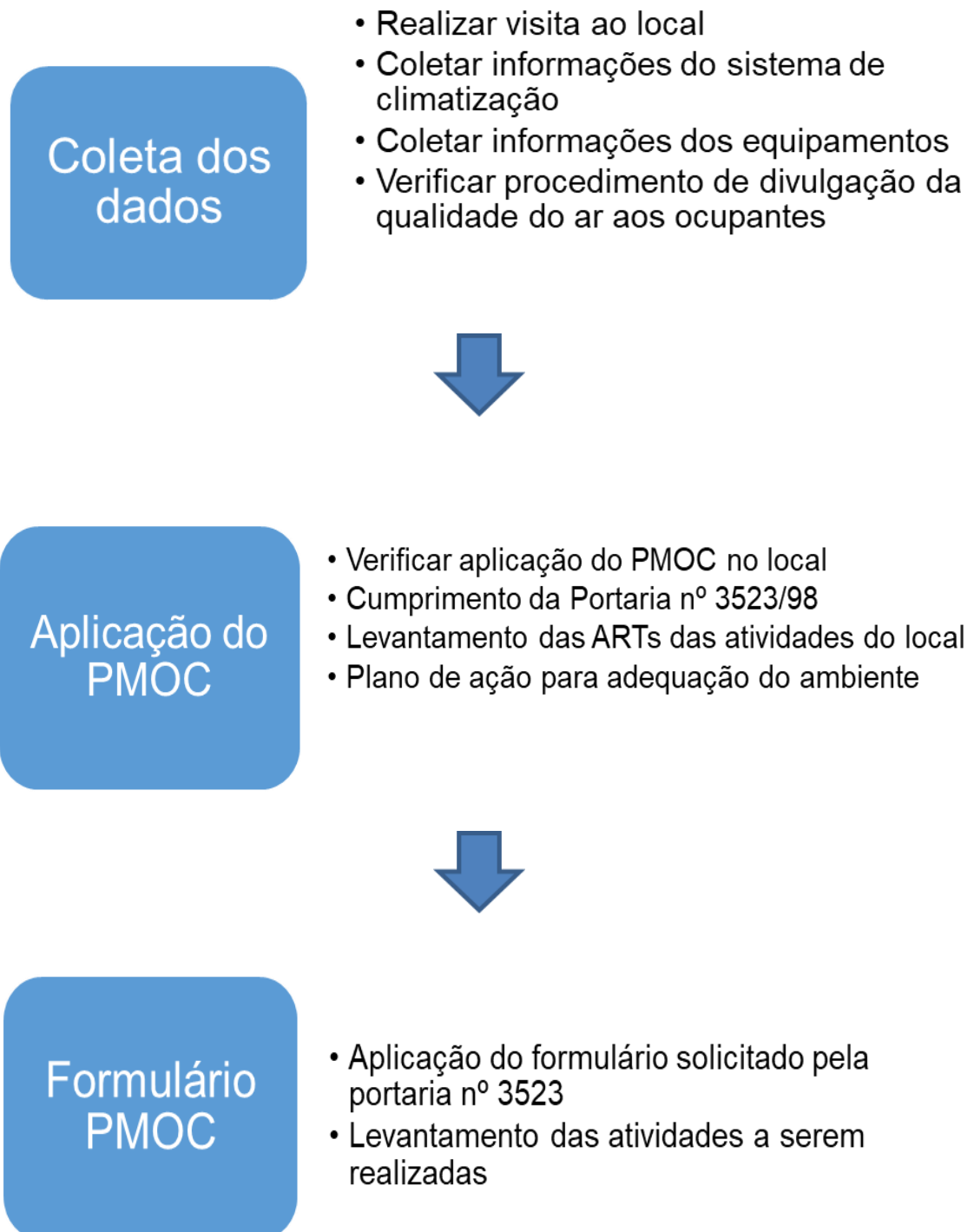
Devem-se manter limpos todos os componentes do sistema de refrigeração através da utilização de produtos biodegradáveis, os quais devem estar registrados no Ministério da Saúde neste tipo de atividade.

## 3.0 METODOLOGIA

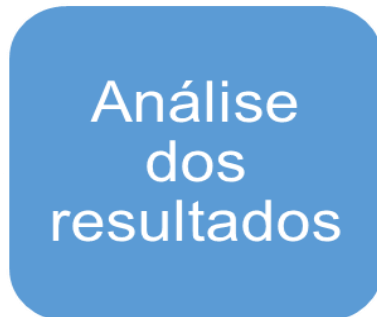
### 3.1 Fluxograma do projeto

As etapas do processo de execução das atividades do projeto foram realizadas de acordo com fluxograma da Figura 8.

Figura 8: Fluxograma



Continuação da Figura 8: Fluxograma



Análise  
dos  
resultados

- Cumprimento da lei 13589
- Periodicidade da realização das atividades de acordo com a NBR 13971
- Criar planejamento de execução das atividades

Fonte: Próprio Autor

### 3.2 Seleção do tema

Neste estudo visamos demonstrar a aplicação do plano de manutenção, operação e controle (PMOC) no sistema de climatização do prédio 18 no Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, neste caso verificar a aplicação do PMOC e recomendar um plano de ação de acordo com as anomalias observadas.

### 3.3 Coleta dos dados

Para que seja realizada a verificação da aplicação do PMOC no prédio será necessário realizar uma visita no local, para levantamento de algumas informações referentes aos equipamentos utilizados no sistema de climatização.

Não foi fornecido pela instituição o projeto referente ao dimensionamento do sistema de refrigeração do prédio 18, nem a comprovação se há um PMOC. Foi utilizado um TCC de 2016 que teve como objetivo a comparação entre tipos de sistemas de refrigeração, com isso, obteve-se os cálculos necessários para futuras avaliações.

Figura 9: Prédio 18



Fonte: Próprio autor

### 3.4 Aplicação do PMOC

A observação da aplicação do Plano de Manutenção, Operação e Controle será embasada a partir da Portaria nº 3.523/1998 do Ministério da Saúde e da Resolução Nº 9, de 16 de janeiro de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA com o objetivo de atender a LEI Nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018.

Será solicitado os dados da edificação e dados técnicos do sistema de climatização junto com a análise de risco de tarefa (ART). Inspeccionar as condições do equipamento e posteriormente solicitar a programação das rotinas de manutenção junto com a evidência da execução de cada etapa de manutenção e as eventuais anomalias.

Conforme, o anexo I da Portaria nº 3.523/1998 é necessário preencher o formulário que contém as atividades a serem avaliadas. O preenchimento tem a finalidade de garantir o gerenciamento do PMOC por meio do controle da periodicidade das atividades de manutenção preventiva.

Etapas da avaliação com o formulário anexo

- 1 – Identificação do ambiente ou total de ambientes
- 2 – Identificação do proprietário

- 3 – Identificação do responsável técnico
- 4 – Relação dos ambientes climatizados
- 5 – Plano de manutenção e controle
- 6 – Reclassificação do filtro utilizado

Ao final, será aconselhado a realização de um plano de ação para o tratamento das possíveis anomalias encontrada.

### 3.5 Análise dos Dados

Para que seja analisada a aplicação do PMOC, é de fundamental importância de atender os critérios requeridos pela NBR 13971 na aplicação das atividades de manutenção.

O estudo investigará o método, a execução, o controle, ainda vai sugerir atividades para atender os critérios exigidos pela LEI Nº 13589 e o impacto do não cumprimento do mesmo.

Foi verificado os cálculos do dimensionamento do sistema a partir do TCC de 2016, onde se encontra adequado ao sistema utilizado no momento. Dados do fabricante dos aparelhos de climatização ajudam no planejamento da manutenção, para que esteja de acordo com as condições devidas.

A Figura 10 mostra os equipamentos encontrados no local

Figura 10: Compressor Carrier



Fonte: Próprio autor

Figura 11: Split Carrier



Fonte: Próprio autor

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Avaliação Inicial

Para seja realizada a avaliação e a execução do PMOC foram solicitados os dados do prédio e os dados técnicos do sistema de climatização.

O prédio 18 do Centro Universitário de Volta Redonda, possui 48 salas de aula, cada uma delas possui um sistema de climatização, ao todo são 48 equipamentos. As paredes externas são de tijolo de concreto com 20 cm + 2 emboços e as paredes internas são de *Dry wall* com 10 cm. O prédio possui quatro andares, sendo que cada andar possui 12 salas com capacidade média de 51 alunos em cada sala. As salas são utilizadas de segunda a sexta 17:00 às 22:20 horas e sábado de 08:00 às 13:00 horas.

Os dados do sistema de climatização foram obtidos através do manual do fabricante do equipamento de refrigeração.

Não foram identificadas as informações do responsável técnico, os dados técnicos de projeto de climatização do prédio junto com a ART.

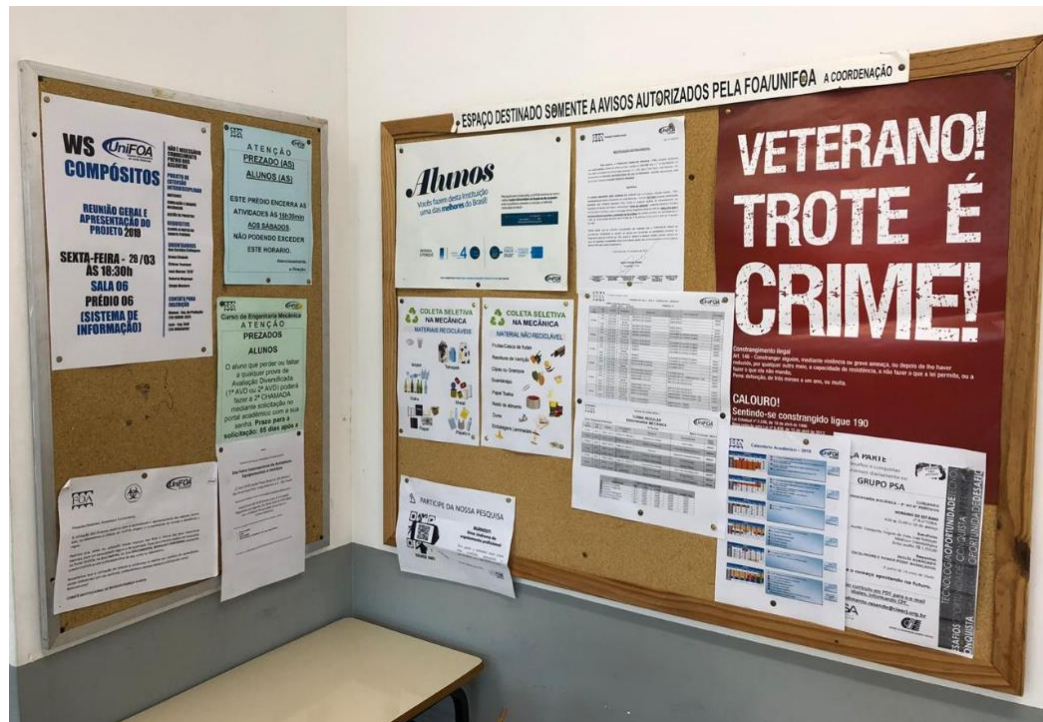
Também não foi encontrado material relacionado a divulgação aos ocupantes referente, as atividades de limpeza e manutenção e também resultados da qualidade do ar.

Figura 12: Quadro de avisos do corredor



Fonte: Próprio autor

Figura 13: Quadro de avisos da sala de aula



Fonte: Próprio autor

Existe um projeto de conclusão de curso do ano de 2016 que trata o dimensionamento dos equipamentos do prédio 18.

#### 4.1.1 Comparação dados do sistema x dados do projeto

Dados do sistema:

Sistema por expansão direta

Equipamento: ar condicionado Carrier PT Space

Capacidade: 60.000 BTU/h

Filtro: G1

Fluído refrigerante: R22

Serpentina: cobre

Vazão: 2295 m<sup>3</sup>/h

Dados do projeto

Sistema por expansão direta

Necessidade: 52.000 BTU/h

Filtro: G1

Fluído refrigerante: R22

Serpentina: cobre

Vazão: 2295 m<sup>3</sup>/h

Figura 14: Condições do filtro



Fonte: Próprio autor

De acordo com o projeto de conclusão de curso (2016), o sistema instalado hoje atende as condições de projeto.

#### **4.1.2 Consideração final**

Como não foi apresentada nenhuma programação ou evidência das rotinas de manutenção e limpeza dos equipamentos, concluímos que não existe aplicação do plano de manutenção, operação e controle dos equipamentos de climatização, sendo assim, serão propostas ações com base na NBR 13971 visando atender a LEI 13589 com o intuito de garantir o conforto e o bem-estar dos ocupantes do ambiente avaliado em questão.

## 4.2 Ações Propostas

Para propor as ações e a realização da manutenção dos equipamentos, nos embasamos na NBR 13971, definimos um cronograma de atividades para que sejam feitas todas as manutenções necessárias e limpeza dos componentes do equipamento; se necessário realizar a troca dos componentes, a mesma é realizada para que não seja encontrado nenhum tipo de problema, pois um componente avariado influencia diretamente no desempenho do equipamento, gerando impactos na qualidade do ar. A seguir, vamos descrever quais as ações propostas e de que forma podem ser realizadas.

Para auxiliar as decisões tomadas pelo responsável técnico do gerenciamento do sistema de climatização, em relação a definição dos períodos dos procedimentos de limpeza e realização da manutenção dos componentes do sistema, as frequências mínimas para os seguintes componentes que são vistos como reservatórios, amplificadores e propagadores de poluentes conforme a tabela 5.

Tabela 5: Periodicidade dos componentes

<b>Componte</b>	<b>Periodicidade</b>
Tomada de ar externo	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração
Unidades filtrantes	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração
Bandeja de condensado	Mensal*
Serpentina de aquecimento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Serpentina de resfriamento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Umidificador	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Ventilador	Semestral

Fonte: Resolução RE/ANVISA nº 176

Diante as informações do item 5 do formulário do PMOC, segue as atividades a serem realizadas.

#### Filtros secos

1° etapa: Verificar a existência de danos, sujeira e corrosão.

Caso haja algum tipo de sujeira, a mesma deve ser retirada da seguinte forma: Remover o painel frontal e limpar com pano seco (caso esteja com muita sujeira, limpar com água morna). Em seguida, fazer a remoção do filtro da máquina e limpar com água morna. Sempre limpe jogando a água no sentido contrário do ar. Não é recomendada a utilização de aspirador de pó e nem de produtos químicos. Feito isso, colocar o filtro para que ele seque de maneira natural. E por último, é só colocar novamente o filtro local e fechar o painel. Pode ser que algumas marcas coloquem algumas recomendações de limpeza, estas recomendações estarão nas instruções de limpeza do manual.

2° etapa: Vedar e limpar frestas da estrutura.

Verificar visualmente a vedação da estrutura e fazer a limpeza das frestas com um pincel.

3° etapa: Eliminar focos de corrosão.

Essa corrosão costuma ocorrer em lugares litorâneos. Para se proteger, uma das sugestões encontradas no mercado é utilizar revestimento nas unidades externas, feito a base de alumínio e outras substâncias. As mesmas contem tecnologias que protegem o equipamento da corrosão.

4° etapa: Registrar e medir o diferencial de pressão.

Fazendo o uso do aparelho (medidor de pressão) corretamente, você poderá medir e registrar o diferencial de pressão.

5° etapa: Verificar o ajuste da moldura do filtro na estrutura.

Esta verificação poderá ser feita visualmente. Caso não esteja ajustado, fazer o ajuste.

6° etapa: Limpar o elemento filtrante (quando recuperável).

Quando recuperável, fazer a limpeza de acordo com a 1° etapa.

7° etapa: Substituir o elemento filtrante;

Antes de efetuar a troca, desligue o aparelho e abra o seu painel. Em seguida retire seu filtro de ar. É recomendado fazer a limpeza de acordo com a norma, para que você tenha sempre um ambiente limpo. Para finalizar, basta colocar o filtro novo no local.

8° etapa: Observar se o fluido de medição do manômetro diferencial está completo.

Está observação poderá ser feita visualmente.

Figura 15: Filtro sujo



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

Figura 16: Filtro limpo



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

#### Gabinete interno

Para a limpeza do gabinete da unidade interna, é recomendado o uso de um pano seco e limpo. Essa limpeza deve ser feita regularmente junto com a limpeza dos filtros.

Figura 17: Gabinete interno limpo



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

## Mangueiras e bandejas

### Mangueiras

Em todos os condicionadores de ar, existe um dreno. O dreno ele é responsável por fazer a remoção da água produzida pelo aparelho. Quando está em funcionamento, o equipamento faz a remoção da umidade do ambiente em que ele está, realizando o processo de condensação, que é quando a água sai de vapor para líquido. Independente do modelo, todo ar condicionado possui um sistema de drenagem. Geralmente sai um tudo da parte de baixo do aparelho, essa saída é conectada a uma mangueira para direcionar o fluxo. Lembrando que essa água que sai do aparelho não é potável, mas pode ser reaproveitada de alguma maneira. Alguns tipos de problemas do ar condicionado podem ser gerados pelo sistema de drenagem. Se não tiver nas condições certas, podem causar gotejamento na unidade interna, causar problema na eficiência do aparelho e até mesmo mau cheiro no ambiente climatizado, infiltrações e pane no equipamento.

Quando houver a manutenção do dreno, deve-se observar se não há desnivelamento no caminho de drenagem ou o entupimento da mangueira.

### Bandejas

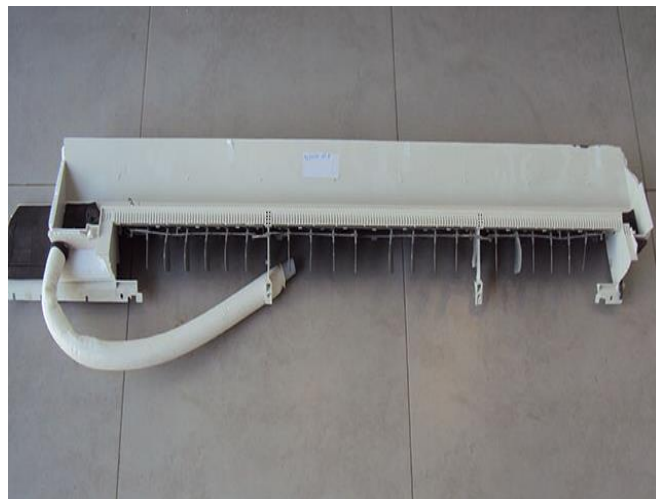
A parte de coleta e drenagem da água que sai do ar condicionado é de responsabilidade da bandeja. Todo condicionador de ar tem um sistema de drenagem. Caso não faça uma manutenção correta, esse ambiente pode acumular água e ajudar na propagação de microorganismos.

Figura 18: Mangueira para drenagem



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

Figura 19: Bandeja para drenagem



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

## Ventiladores

É um componente de extrema importância no equipamento de condicionamento de ar. Ele tem a responsabilidade de movimentar o ar resfriado pela serpentina até o ambiente climatizado. Localiza-se dentro do gabinete do condicionador de ar.

1º etapa: Verificar existência de corrosão, danos, sujeira e fixação do conjunto.

A verificação deverá ser feita visualmente.

2º etapa: Limpar o conjunto.

Caso haja alguma sujeira, fazer a limpeza para que não influencie no rendimento do equipamento. Essa limpeza poderá ser feita com água. Após isso, secar bem e colocar novamente no lugar o ventilador.

3º etapa: Eliminar focos de corrosão.

Os focos de corrosão serão eliminados se mantiver a limpeza e manutenção em dia. Além disso, pode-se optar pelo uso de revestimentos.

4º etapa: Verificar vibrações e ruídos anormais.

As vibrações e ruídos serão verificados com aparelhos próprios para isso.

5º etapa: Verificar a anormalidade do aquecimento dos mancais.

Será feito da mesma maneira que a etapa 4.

6º etapa: Lubrificar os mancais.

Sua lubrificação deverá ser feita com graxa para que não haja nenhum tipo de problema ou ruído do mesmo.

7º etapa: Verificar vazamentos nas junções flexíveis.

Deverá ser feita visualmente para garantir que não tenha nenhum problema. Se detectado algum vazamento, corrigir imediatamente com a troca das juntas.

8º etapa: Verificar o estado dos amortecedores de vibração.

Deverá ser feita a uma inspeção visual ou com aparelho próprio para isso.

9º etapa: Verificar a operação dos controles de vazão.

Este aparelho controla a quantidade de fluido de um processo. É necessário manter a manutenção em dia para que não tiver problemas.

10° etapa: Verificar o estado e a instalação dos dispositivos de proteção.

Inspeção que deverá ser feita visualmente.

11° etapa: Limpar sistemas de drenagem.

Limpeza que deverá ser feita para que não haja nenhum entupimento e provoque vazamento no ambiente interno.

### Serpentina

A serpentina é um trocador de calor que tem como função principal a transferência de calor de um meio para o outro. A serpentina se localiza dentro do gabinete interno do ar condicionado. Elas podem ser encontradas do tipo espiral, planas, circulares, helicoidais, entre outras.

1° etapa: Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica.

É preciso verificar se a parede do trocador está em bom estado e para isso utiliza-se o método do gás hélio ou da corrente parasita.

2° etapa: Verificar os fluxos de ar/líquido.

Fazer a verificação do fluxo com o devido aparelho.

3° etapa: Registrar e medir as temperaturas e pressões, na condição de plena vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída.

Fazer esta verificação com medidores de temperatura e pressão em ambas as partes (entrada e saída).

4° etapa: Verificar o isolamento térmico do componente através de inspeção visual.

Fazer a inspeção visualmente e corrigir se precisar.

Figura 20: Verificação da serpentina



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

#### Resfriadores de ar (ar/líquido)

Estes resfriadores permitem controlar a temperatura por meio da movimentação de fluidos garantindo que os equipamentos não sejam expostos a condições térmicas.

1° etapa: Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica.

A constatação desses agentes pode obstruir a passagem do fluido e acabar prejudicando seu funcionamento, aumentando sua perda de carga.

2° etapa: Limpar as superfícies do ar.

Fazer a limpeza com pincéis.

3° etapa: Verificar os fluxos de ar/líquido.

Fazer a verificação do fluxo com o devido aparelho.

4° etapa: Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição de plena vazão ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída.

Fazer esta verificação com medidores de temperatura e pressão em ambas as partes (entrada e saída).

5° etapa: Limpar o sistema de drenagem.

Limpeza que deverá ser feita para que não haja nenhum entupimento e provoque vazamento no ambiente interno.

6° etapa: Verificar a existência de sujeira, danos, corrosão e fixação do eliminador de gotas.

Fazer a verificação e eliminar se encontrado algum tipo de sujeira, dano e etc.

#### Aletas e cabos elétricos

Aletas são superfícies que se alongam de um objeto com o objetivo de aumentar sua troca térmica com o ambiente através da troca de calor.

Os cabos elétricos é um condutor elétrico que é composto por vários fios condutores, flexível e geralmente são fabricados de cobre. Eles são utilizados na ligação de duas partes de um circuito e são muito encontrados em eletrodomésticos.

1° etapa: Reapertar os cabos elétricos (a cada seis meses).

Manutenção que deverá ser manualmente o com o auxílio de máquinas.

2° etapa: Verificar o encaixe das aletas (mensalmente).

Verificar de forma visual o encaixe das aletas.

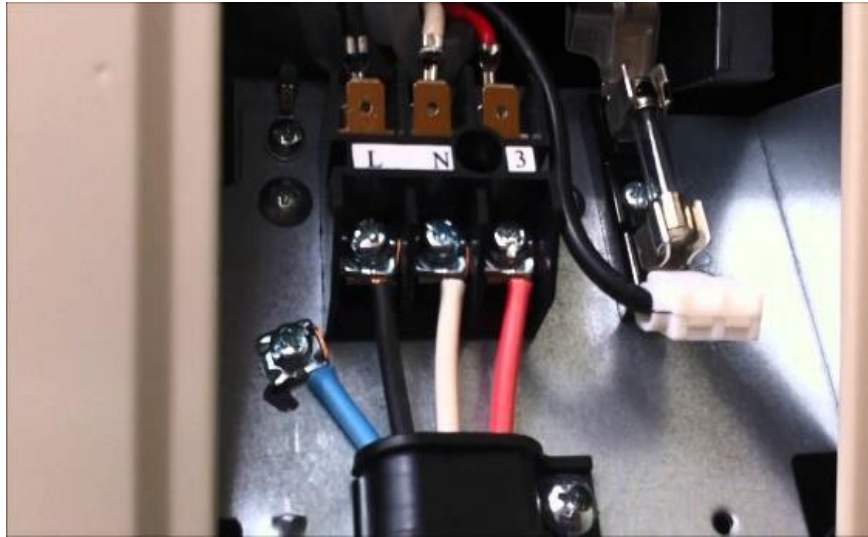
3° etapa: Fazer a substituição das pilhas do controle remoto (anualmente).

Fazer a substituição quando houver a necessidade.

Figura 21: Encaixe das aletas



Figura 22: Cabos elétricos



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

### Controle remoto

É um aparelho utilizado para controlar uma operação remota do condicionador de ar. Ele tem suas funções básicas, como ligar e desligar, aumentar e diminuir a temperatura, com suas funções avançadas dependendo do modelo e da marca do aparelho.

Figura 23: Controle remoto



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

### Sensor de temperatura

O sensor de temperatura é um elemento fundamental para o funcionamento do ar condicionado. Para que seja feito o teste do sensor de temperatura, deve-se utilizar o ohmímetro ou multímetro.

1º etapa: Checar o funcionamento do sensor de temperatura (semestralmente).

Primeiramente deverá ser desligada a chave de alimentação elétrica do condicionador de ar. Desconecte o sensor de temperatura da placa, regule o ohmímetro para a escala correta e com as pontas de prova, encostar-se aos pólos do sensor de temperatura. Após isso, anotar o valor encontrado no sensor do aparelho e também a temperatura atmosférica. E assim, o valor encontrado tem que estar de acordo com o valor especificado na tabela do manual do fabricante.

Figura 24: Medidor de temperatura



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

### Fluído refrigerante

É um gás refrigerante utilizado em condicionadores de ar e em características excelentes para trabalhar em média e baixa temperatura.

1º etapa: Verificar se há necessidade de substituição do fluido (vazamento, baixo rendimento)

Se detectada a necessidade da substituição, deverá ser feita imediatamente para não influenciar no rendimento da máquina.

2º etapa: Verificar a existência de vazamentos

Para avaliar se tem algum tipo de vazamento do gás refrigerante, será feito um teste de estanqueidade nas tubulações, para garantir que não tenha nenhum vazamento.

3º etapa: Verificar o rendimento do fluido

Será verificado de acordo com o funcionamento da máquina.

Figura 25: Detector de gás



Fonte: [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

## 5.0 Conclusão

Foi analisado o procedimento de aplicação do PMOC no prédio 18 tendo a finalidade de verificar o cumprimento da Lei 13589 e atender o Plano de Manutenção Operação e Controle exigido pelo art. 6 da Portaria Nº 3523/98, o qual demonstra a obrigatoriedade de os sistemas de climatização apresentar condições adequadas de manutenção e limpeza que visa à eliminação ou redução de riscos à saúde e também a garantia do conforto e o bem-estar dos ocupantes do prédio.

As informações referentes a identificação do proprietário, do ambiente, do responsável com registro no CREA e com atribuição de ART de engenheiro mecânico junto com a relação dos ambientes climatizados devem estar devidamente preenchidas no formulário do PMOC.

Também deve ser apresentadas evidências de todas as atividades a serem realizadas com suas respectivas descrições, bem como suas periodicidades de execução, para afirmar que os procedimentos estão sendo realizados de acordo com o planejamento.

Há necessidade de realizar divulgação da realização dos procedimentos e resultados das atividades aos ocupantes do prédio.

Ao cumprir todos os critérios do art. 6 da Portaria Nº 3523/98 fica evidente o cumprimento da Lei 13589, e ao realizar regularmente a aplicação do PMOC no sistema de climatização estará sendo garantindo o conforto e o bem-estar dos ocupantes do prédio.



**Presidência da República**  
**Casa Civil**  
**Subchefia para Assuntos Jurídicos**

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

Mensagem de veto

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, adequadas 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 os 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 de sua publicação.

Brasília, 4 de janeiro de 2018, 197ª da Independência e 130ª da República.

MICHEL TEMER  
Torquato Jardim

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada



ABNT-Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Trecho de Melo, 13 - 20º andar  
CEP 20003-906 - Caixa Postal 1980  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel: PBX (021) 210-3122  
Fax: (021) 240-6248/032-2143  
Endereço Telegráfico:  
NORMATECNICA

Copyright © 1997,  
ABNT-Associação Brasileira  
de Normas Técnicas  
Printed in Brazil  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

SET 1997

NBR 13971

### Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação - Manutenção programada

Origem: Projeto 04:008.16-001:1997  
CB-04 - Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos  
CE-04:008.16 - Comissão de Estudo de Manutenção em Equipamentos de Refrigeração, Ventilação e Condicionamento de Ar  
NBR 13971 - Programming maintenance of refrigeration, air conditioning and ventilation systems  
Descriptors: Maintenance. Refrigeration. Ventilation. Air conditioning  
Esta Norma foi baseada na VDMA 24.186:1988 - Programme of services for the maintenance of air-handling and other technical equipment in buildings  
Válida a partir de 30.10.1997

Palavras-chave: Manutenção. Ventilação. Condicionamento de ar. Refrigeração

16 páginas

#### Sumário

- Prefácio  
1 Objetivo  
2 Referências normativas  
3 Definições  
4 Condições gerais  
5 Condições específicas  
6 Atividades de manutenção programada

#### Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos CB e ONS, circulam para Votação Nacional entre os associados da ABNT e demais interessados.

#### 1 Objetivo

Esta Norma estabelece orientações básicas para as atividades e serviços necessários na manutenção programada de conjuntos e componentes em sistemas e equipamentos de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação.

#### 2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

NR-13 do Ministério do Trabalho (MT) - Caldeiras e Vasos de Pressão - Portaria 3.214 do MT, de 8 de junho de 1978

NBR 5462:1994 - Confiabilidade e manutenibilidade - Terminologia

ASME Boiler and Pressure Vessel Code - American Society of Mechanical Engineers - 1989

#### 3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições da NBR 5462 e as seguintes.

**3.1 condições de referência:** Condições de operação do sistema, conjunto ou componente/equipamento, a partir das quais serão aplicados os procedimentos previstos nesta Norma.

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

2

Cópia não autorizada

NBR 13971:1997

**3.2 condições reais:** Condições encontradas no ato de uma verificação.

**3.3 câmara plenum:** Câmara de recepção e distribuição de ar.

### 4 Condições gerais

#### 4.1 Âmbito

Esta Norma aplica-se a equipamentos de refrigeração, ventilação e condicionamento de ar voltados ao atendimento das exigências de conforto e benefícios aos usuários, respeitando-se as condições de referência.

#### 4.2 Pré-requisitos da instalação

Para a execução da manutenção programada, a instalação deve atender aos seguintes itens:

- facilidade de acesso;
- iluminação adequada para a prática das atividades;
- ponto de energia elétrica compatível com as atividades a serem desenvolvidas;
- pontos de água e de drenagem;
- casa de máquinas limpa e desempedida, livre de objetos que não tenham uma função determinada neste local;
- estar operando sem pendências provenientes da necessidade de intervenções corretivas.

#### 4.3 Documentação

Recomenda-se estarem disponíveis os documentos técnicos referentes à instalação, tais como: projeto, memorial descritivo, folhas de dados, manuais de operação e manutenção, fichas de partida e outros.

#### 4.4 Periodicidade

Os intervalos para as atividades periódicas não estão indicados nesta Norma, e devem ser definidos considerando-se os seguintes aspectos:

- tipo de equipamento;

- tempo efetivo de operação;

- regime de operação;

- tipo de aplicação;

- grau de agressividade do ambiente;

- disponibilidade da instalação;

- fatores específicos da instalação.

#### 4.5 Qualificação da mão-de-obra

Para execução das atividades previstas nesta Norma, recomenda-se que os profissionais possuam qualificação técnica conforme a tabela 1, onde as atividades foram reunidas em três grupos.

### 5 Condições específicas

As atividades para intervenções reparadoras não se encontram previstas nesta Norma.

### 6 Atividades de manutenção programada

As atividades apresentadas nesta Norma definem as tarefas aplicáveis à maioria dos conjuntos e componentes dos sistemas e equipamentos de refrigeração, ventilação e condicionamento de ar.

As atividades estão estabelecidas nas tabelas 3 a 14, classificadas em dois tipos:

- P = atividades periódicas a serem executadas em intervalos de tempo regulares, preestabelecidos;

- S = atividades a serem executadas, se necessário, em função de avaliação durante os serviços de campo.

A tabela 2 define o critério de classificação numérica de identificação utilizado nas tabelas 3 a 14.

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

NBR 13971:1997

Cópia não autorizada

3

Tabela 1 - Qualificação em função do grupo de atividade

Grupos de atividades		
Básicas	Específicas	Reparadoras
Finalidades		
Mantiver as condições de referência	Identificar as condições reais	Restabelecimento das condições de referência
Descrições		
Teste	Teste	Reparo
Ajuste	Medição	Substituição
Substituição	Avaliação	Solicitação
Lubrificação	Verificação	
Limpeza		
Inspecção		
Medição		
Registro		
Responsabilidades		
Técnico	Técnico Engenheiro	Engenheiro

Tabela 2 - Critério de classificação numérica

X			Identificação do conjunto	P	S
X	Y		Identificação do componente		
X	Y	Z	Descrição da atividade		

Legenda:

- X = número do conjunto
- Y = número do componente
- Z = número da atividade
- P = atividades periódicas
- S = atividades a serem executadas, se necessário

Tabela 3 - Ventiladores

1	1		Ventiladores	P	S
1	1	1	Verificar existência de sujeira, danos, corrosão e fixação do conjunto	X	
1	1	2	Limpar o conjunto	X	
1	1	3	Eliminar focos de corrosão		X
1	1	4	Verificar vibrações e ruídos anormais	X	
1	1	5	Verificar o aquecimento anormal dos mancais	X	
1	1	6	Lubrificar os mancais	X	
1	1	7	Verificar vazamentos nas junções flexíveis	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

Cópia não autorizada

4

NBR 13971:1997

Tabela 3 (conclusão)

1	1	8	Verificar o estado dos amortecedores de vibração	X	
1	1	9	Verificar a operação dos controles de vazão	X	
1	1	10	Verificar o estado e a instalação dos dispositivos de proteção	X	
1	1	11	Limpar o sistema de drenagem	X	
1	1	12	Elementos de acionamento/transmissão mecânica - ver conjunto nº 7		

Tabela 4 - Trocadores de calor

2			Trocadores de calor	P	S
2	1		Aquecedores de ar (ar/liquido)		
2	1	1	Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	X	
2	1	2	Limpar as superfícies do lado ar	X	
2	1	3	Verificar os fluxos de ar/liquido	X	
2	1	4	Purgar o ar do lado liquido nos sistemas que usam água		X
2	1	5	Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição de plena vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída	X	
2	1	6	Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	X	
2	2		Aquecedores de ar (ar/vapor ou gás)		
2	2	1	Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	X	
2	2	2	Limpar a superfície do lado ar	X	
2	2	3	Verificar os fluxos de ar/vapor ou gás	X	
2	2	4	Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição de plena vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída	X	
2	2	5	Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	X	
2	3		Aquecedores de ar elétricos		
2	3	1	Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	X	
2	3	2	Limpar as resistências elétricas do lado ar	X	
2	3	3	Verificar o funcionamento dos dispositivos de segurança	X	
2	3	4	Medir e registrar os valores de tensão, corrente e isolamento elétrica	X	
2	3	5	Verificar a existência de aterramento do componente	X	
2	3	6	Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	X	
2	4		Resfriadores de ar (ar/liquido)		
2	4	1	Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	X	
2	4	2	Limpar as superfícies do lado ar	X	
2	4	3	Verificar os fluxos de ar/liquido	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

NBR 13971:1997

Cópia não autorizada

5

Tabela 4 (conclusão)

2	4	4	Purgar o ar do lado líquido		X
2	4	5	Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição de plena vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída	X	
2	4	6	Limpar o sistema de drenagem	X	
2	4	7	Verificar a existência de sujeira, danos, corrosão e fixação do eliminador de gotas	X	
2	4	8	Eliminadores de gotas - ver conjunto nº 4, componente nº 5		
2	5		Evaporadores (refrigerante/ar ou líquido)		
2	5	1	Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	X	
2	5	2	Limpar as superfícies do lado ar ou líquido refrigerado	X	
2	5	3	Verificar os fluxos dos fluidos refrigerante e refrigerado	X	
2	5	4	Purgar o ar do lado líquido refrigerado (água ou salmoura)		X
2	5	5	Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição de plena vazão de ambos os fluidos nos pontos de entrada e de saída	X	
2	5	6	Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	X	
2	5	7	Determinar e registrar o superaquecimento com os valores da atividade 2.5.5		X
2	5	8	Verificar a operação do sistema de descongelamento	X	
2	5	9	Limpar o sistema de drenagem	X	
2	5	10	Verificar a existência de vazamentos internos e externos	X	
2	5	11	Eliminador de gotas - ver conjunto nº 4, componente nº 5	X	
2	6		Trocadores de calor de contracorrente ou de corrente cruzada		
2	6	1	Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	X	
2	6	2	Limpar as superfícies de troca de calor	X	
2	6	3	Verificar os fluxos dos fluidos	X	
2	6	4	Verificar vazamentos internos e externos	X	
2	6	5	Limpar o sistema de drenagem	X	
2	6	6	Verificar o funcionamento do sistema de purga de ar (no caso de líquido/líquido)	X	
2	6	7	Medir e registrar as temperaturas e as pressões na condição de plena vazão de ambos os fluidos nos pontos de entrada e de saída	X	
2	6	8	Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	X	
2	6	9	Verificar a operação dos dispositivos de segurança	X	
2	6	10	Determinar e registrar o sub-resfriamento conforme medições realizadas em 2.6.7		X

## NOTAS

- 1 Condensadores evaporativos terão as mesmas atividades do conjunto nº2, componente nº 5.
- 2 Condensadores à água/ar terão as mesmas atividades do conjunto nº 2, componente nº 6.
- 3 Resfriadores de líquido (refrigerante/líquido) terão as mesmas atividades do conjunto nº2, componente nº5
- 4 Trocadores de calor de sistemas de absorção: conjunto de diversos tipos de trocadores de calor, cujas atividades estão descritas na tabela 4.

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

6

Cópia não autorizada

NBR 13971:1997

Tabela 5 - Filtros de ar				P	S
3			Filtros de ar		
3	1		Filtros rotativos automáticos		
3	1	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
3	1	2	Limpar e vedar frestas da moldura	X	
3	1	3	Eliminar focos de corrosão		X
3	1	4	Medir e registrar o diferencial de pressão		X
3	1	5	Verificar a operação da alimentação do elemento filtrante	X	
3	1	6	Completar o fluido de medição do manômetro diferencial		X
3	1	7	Verificar o estado do material filtrante no alimentador	X	
3	1	8	Substituir o elemento filtrante		X
3	1	9	Elementos de acionamento/transmissão mecânica - ver conjunto nº 7		
3	2		Filtros secos		
3	2	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
3	2	2	Limpar e vedar frestas da estrutura	X	
3	2	3	Eliminar focos de corrosão		X
3	2	4	Medir e registrar o diferencial de pressão	X	
3	2	5	Verificar o ajuste da moldura do filtro na estrutura		X
3	2	6	Limpar o elemento filtrante (quando recuperável)	X	
3	2	7	Substituir o elemento filtrante		X
3	2	8	Completar o fluido de medição do manômetro diferencial		X
3	3		Filtros eletrostáticos		
3	3	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
3	3	2	Limpar o módulo eletrostático	X	
3	3	3	Limpar e vedar frestas da estrutura	X	
3	3	4	Medir e registrar a tensão elétrica nos módulos eletrostáticos	X	
3	3	5	Verificar a existência de danos no ionizador	X	
3	3	6	Substituir o ionizador		X
3	3	7	Verificar a existência de descargas elétricas	X	
3	3	8	Verificar o estado e fixação dos isoladores	X	
3	3	9	Substituir isoladores		X
3	3	10	Medir e registrar a tensão e a corrente elétrica	X	
3	3	11	Medir e registrar a tensão elétrica nos módulos eletrostáticos	X	
3	3	12	Verificar a operação dos dispositivos de proteção elétrica	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

NBR 13971:1997

Cópia não autorizada

7

Tabela 5 (conclusão)

3	3	13	Limpar o sistema de drenagem	X	
3	3	14	Filtro seco - ver conjunto nº 3, componente nº 2		
3	3	15	Filtro absorvente - ver conjunto nº 3, componente nº 4		
3	3	16	Eliminador de gotas - ver conjunto nº 4, componente nº 5		
3	4		Filtros absorventes e adsorventes		
3	4	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
3	4	2	Limpar e vedar frestas da estrutura	X	
3	4	3	Verificar o ajuste do elemento filtrante	X	
3	4	4	Verificar o ajuste do elemento filtrante	X	
3	4	5	Verificar a saturação do elemento filtrante	X	
3	4	6	Substituir o elemento filtrante		X
3	5		Filtros de alta eficiência		
			NOTA - As atividades-padrão de manutenção devem ser estabelecidas em função das particularidades de cada instalação e condições de operação		
3	6		Filtros embebidos em óleo		
3	6	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
3	6	2	Limpar e vedar frestas da estrutura	X	
3	6	3	Eliminar focos de corrosão		X
3	6	4	Medir e registrar o diferencial de pressão	X	
3	6	5	Verificar o ajuste da moldura do filtro na estrutura	X	
3	6	6	Limpar o filtro	X	
3	6	7	Aplicar o óleo no elemento filtrante	X	
3	6	8	Substituir o elemento filtrante		X

Tabela 6 - Umidificadores de ar e eliminadores de gotas

4			Umidificadores de ar e eliminadores de gotas	P	S
4	1		Umidificadores com lavadores de ar incorporado		
4	1	1	Verificar a existência de sujeira, sedimentos, danos e corrosão	X	
4	1	2	Limpar os elementos	X	
4	1	3	Eliminar focos de corrosão		X
4	1	4	Verificar o funcionamento do sistema de alimentação e distribuição de água	X	
4	1	5	Verificar o nível de água	X	
4	1	6	Verificar o funcionamento do extravasor	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

8

Cópia não autorizada

NBR 13971:1997

Tabela 6 (continuação)

4	1	7	Limpar o sistema de drenagem	X	
4	1	8	Verificar o funcionamento dos bicos pulverizadores de água	X	
4	1	9	Verificar a impermeabilização e estanqueidade do conjunto	X	
4	1	10	Filtros de água - ver conjunto nº 8, componente nº 3		
4	1	11	Bomba de recirculação - ver conjunto nº 8, componente nº 1		
4	2		Umidificadores de ar com gerador de vapor elétrico incorporado		
4	2	1	Verificar a existência de sujeiras, danos e corrosão	X	
4	2	2	Limpar os elementos	X	
4	2	3	Eliminar focos de corrosão		X
4	2	4	Filtros de água - ver conjunto nº 8, componente nº 3	X	
4	2	5	Verificar o funcionamento do sistema de alimentação e o nível de água	X	
4	2	6	Verificar o funcionamento do extravasor e do sistema de drenagem de água	X	
4	2	7	Verificar o funcionamento dos bicos injetores pulverizadores e do sistema de distribuição do vapor	X	
4	2	8	Verificar o funcionamento das válvulas solenóides	X	
4	2	9	Verificar vazamentos e danos nas linhas de vapor e condensado	X	
4	2	10	Medir e registrar a tensão e corrente elétrica de entrada	X	
4	2	11	Verificar a operação dos dispositivos de segurança	X	
4	2	12	Medir e registrar o isolamento dos elementos elétricos	X	
4	2	13	Verificar a existência de aterramento dos elementos elétricos	X	
4	3		Umidificadores de ar com vapor de rede externa		
4	3	1	Verificar a existência de sujeira, sedimentos, danos e corrosão	X	
4	3	2	Limpar os elementos	X	
4	3	3	Eliminar focos de corrosão		X
4	3	4	Verificar o funcionamento dos bicos injetores	X	
4	3	5	Verificar o funcionamento das linhas de distribuição do vapor e condensado	X	
4	3	6	Verificar vazamentos e danos nas linhas de vapor e condensado	X	
4	3	7	Verificar o filtro de vapor	X	
4	3	8	Limpar o filtro de vapor		X
4	3	9	Verificar o funcionamento da válvula de controle	X	
4	3	10	Verificar a existência de danos na isolamento térmica das linhas de vapor (inspeção visual)	X	
4	3	11	Medir e registrar a pressão do vapor antes e depois da válvula de controle	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

NBR 13971:1997

Cópia não autorizada

9

Tabela 6 (conclusão)

		Geradores de vapor			
4	4	1	Verificar a existência de sujeira, sedimentos, danos e corrosão	X	
4	4	2	Limpar os elementos	X	
4	4	3	Eliminar focos de corrosão		X
4	4	4	Verificar o funcionamento de todas as válvulas	X	
4	4	5	Medir e registrar a pressão e temperatura do vapor	X	
4	4	6	Verificar o funcionamento do sistema de aquecimento e seus elementos	X	
4	4	7	Verificar o funcionamento dos sistemas de alimentação de água e controle do nível de água	X	
4	4	8	Verificar o funcionamento dos dispositivos de medição, controle e segurança, de acordo com a NR-13 do Ministério do Trabalho e ASME Boiler and Pressure Vessel Code - sections IV, V, VII	X	
		Eliminadores de gotas e direcionadores de ar			
4	5	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão, e a fixação	X	
4	5	2	Limpar os elementos	X	
4	5	3	Eliminar focos de corrosão		X

Tabela 7 - Componentes de distribuição e difusão de ar

		Componentes de distribuição e difusão de ar		P	S
		Venezianas, grelhas e difusores			
5	1	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
5	1	2	Limpar os elementos	X	
5	1	3	Eliminar focos de corrosão		X
5	1	4	Ajustar para restabelecimento das condições de referência		X
5	1	5	Verificar funcionamento mecânico	X	
5	1	6	Lubrificar mancais de acionamento		X
		Registro corta-fogo			
5	2	1	Verificar a existência de sujeira nos elementos de fechamento, trava e reabertura	X	
5	2	2	Limpar os elementos de fechamento, trava e reabertura	X	
5	2	3	Verificar o funcionamento mecânico	X	
5	2	4	Verificar o posicionamento do indicador de posição	X	
		Dispositivos para controle de vazão			
5	3	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
5	3	2	Limpar os elementos	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

10

Cópia não autorizada

NBR 13971:1997

Tabela 7 (conclusão)

5	3	3	Eliminar focos de corrosão		X
5	3	4	Verificar o funcionamento mecânico	X	
5	3	5	Lubrificar mancais de acionamento	X	
5	4		Dutos e câmara plenum para ar		
5	4	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão interna e externamente, onde for acessível	X	
5	4	2	Limpar o conjunto, onde for acessível	X	
5	4	3	Eliminar focos de corrosão		X
5	4	4	Limpar o sistema de drenagem	X	
5	4	5	Verificar a vedação das portas de inspeção	X	
5	4	6	Verificar a existência de danos na isolamento térmica (inspeção visual)	X	
5	4	7	Verificar a vedação das conexões	X	
5	5		Unidades de indução		
5	5	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
5	5	2	Verificar o funcionamento dos injetores de indução	X	
5	5	3	Limpar o conjunto	X	
5	5	4	Eliminar focos de corrosão		X
5	5	5	Ajustar os injetores de indução		X
5	5	6	Verificar a existência de danos na isolamento térmica (inspeção visual)	X	
5	5	7	Verificar a estanqueidade das conexões	X	
5	5	8	Limpar a câmara plenum	X	
5	5	9	Substituir os filtros		X
5	6		Dispositivos para expansão e mistura		
5	6	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
5	6	2	Limpar os elementos	X	
5	6	3	Eliminar focos de corrosão		X
5	6	4	Verificar o funcionamento dos controladores de vazão	X	

Tabela 8 - Sistemas e quadros elétricos

6			Sistemas e quadros elétricos	P	S
6	1		Sistemas elétricos e eletrônicos		
6	1	1	Verificar a instalação e suas condições locais	X	
6	1	2	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
6	1	3	Limpar os elementos e eliminar pontos de corrosão	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

NBR 13971:1997 Cópia não autorizada

11

Tabela 8 (conclusão)

6	1	4	Eliminar os focos de corrosão		X
6	1	5	Verificar os elementos quanto ao funcionamento eletromecânico e fixação	X	
6	1	6	Reapertar os terminais, barramentos e elementos de fixação	X	
6	1	7	Medir e registrar tensão e corrente elétricas dos equipamentos ligados ao quadro	X	
6	1	8	Regular os elementos de proteção, operação e controle conforme as condições de referência	X	
6	1	9	Verificar o funcionamento dos alarmes visuais e sonoros	X	
6	1	10	Verificar a operação nas funções manual, automática e remota	X	
6	1	11	Verificar fiações, barramentos e sistema de aterramento	X	
6	1	12	Medir e registrar as tensões de entrada no quadro elétrico	X	
			NOTA - As atividades-padrão para os componentes eletrônicos devem ser estabelecidas em função de cada instalação e condições de operação		
6	2		Sistemas de comando pneumático		
6	2	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
6	2	2	Limpar os elementos	X	
6	2	3	Eliminar focos de corrosão		X
6	2	4	Verificar o sistema de geração e/ou alimentação de ar comprimido	X	
6	2	5	Verificar os dispositivos de controle e segurança	X	
6	2	6	Regular os dispositivos de controle e segurança		X
6	2	7	Limpar o sistema de drenagem	X	
6	2	8	Drenar o reservatório de ar comprimido	X	
6	2	9	Verificar os elementos filtrantes	X	
6	2	10	Limpar os elementos filtrantes	X	
6	2	11	Substituir os elementos filtrantes		X
			NOTA - Para os reservatórios de ar comprimido devem ser observadas a NR-13 do Ministério do Trabalho e ASME Boiler and Pressure Vessel Code - seções IV, V, VII		

Tabela 9 - Elementos de acionamento/transmissão mecânica

7			Elementos de acionamento/transmissão mecânica	P	S
7	1		Motores elétricos		
7	1	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão, e a fixação	X	
7	1	2	Limpar os elementos	X	
7	1	3	Eliminar os focos de corrosão	X	
7	1	4	Verificar o sentido de rotação	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

12

Cópia não autorizada

NBR 13971:1997

Tabela 9 (continuação)

7	1	5	Verificar vibrações e ruídos anormais	X	
7	1	6	Lubrificar os mancais	X	
7	1	7	Verificar a instalação e fixação dos protetores	X	
7	1	8	Medir e registrar tensão e corrente elétrica	X	
7	1	9	Medir e registrar o isolamento elétrico	X	
7	1	10	Verificar o aterramento elétrico	X	
7	2		Polias e correias		
7	2	1	Verificar a existência de sujeira, danos e desgaste	X	
7	2	2	Limpar os elementos	X	
7	2	3	Verificar a tensão de esticamento e o alinhamento	X	
7	2	4	Substituir o jogo de correias		X
7	2	5	Ajustar o conjunto		X
7	2	6	Verificar a fixação das polias	X	
7	2	7	Verificar a instalação e fixação dos protetores	X	
7	3		Acoplamentos		
7	3	1	Verificar a existência de sujeira, danos e fixação	X	
7	3	2	Limpar os elementos	X	
7	3	3	Verificar o alinhamento	X	
7	3	4	Alinhar		X
7	3	5	Verificar vibrações e ruídos anormais	X	
7	3	6	Substituir o lubrificante	X	
7	3	7	Verificar a instalação e fixação do protetor	X	
7	3	8	Verificar os elementos de interligação	X	
7	3	9	Substituir os elementos de interligação		X
7	4		Correntes e rodas dentadas		
7	4	1	Verificar a existência de sujeira, danos e desgaste	X	
7	4	2	Limpar os elementos	X	
7	4	3	Verificar a tensão de esticamento e alinhamento	X	
7	4	4	Ajustar o conjunto		X
7	4	5	Lubrificar o conjunto	X	
7	4	6	Verificar a instalação e fixação das rodas dentadas	X	
7	4	7	Verificar a instalação e fixação dos protetores	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

NBR 13971:1997

Cópia não autorizada

13

Tabela 9 (conclusão)

7	5		Redutores		
7	5	1	Verificar a existência de sujeira, danos e fixação	X	
7	5	2	Limpar os elementos	X	
7	5	3	Verificar vibrações e ruídos anormais	X	
7	5	4	Substituir o óleo e limpar internamente	X	
7	5	5	Verificar a existência de vazamento de lubrificante	X	

Tabela 10 - Sistemas hidráulicos

8			Sistemas hidráulicos	P	S
8	1		Bombas		
8	1	1	Verificar a existência de sujeira, danos, corrosão externa e fixação	X	
8	1	2	Limpar externamente	X	
8	1	3	Eliminar focos de corrosão		X
8	1	4	Verificar vibrações e ruídos anormais	X	
8	1	5	Verificar a vedação do selo mecânico	X	
8	1	6	Ajustar o prensa-gaxeta	X	
8	1	7	Verificar o nível de óleo		X
8	1	8	Completar o nível de óleo		X
8	1	9	Substituir o lubrificante (óleo ou graxa)	X	
8	1	10	Medir e registrar as pressões de trabalho	X	
8	1	11	Limpar o sistema de drenagem		X
8	1	12	Elementos de acionamento/transmissão mecânica - ver conjunto nº 7		
8	2		Válvulas de controle e bloqueio		
8	2	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	X	
8	2	2	Limpar externamente	X	
8	2	3	Eliminar focos de corrosão		X
8	2	4	Verificar vibrações e ruídos anormais	X	
8	2	5	Verificar a existência de vazamentos (inspeção visual)		X
8	2	6	Ajustar ou substituir elementos de vedação		X
8	2	7	Lubrificar o mecanismo de acionamento	X	
8	2	8	Verificar a atuação das válvulas	X	
8	3		Filtros		
8	3	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

14

Cópia não autorizada

NBR 13971:1997

Tabela 10 (conclusão)

8	3	2	Limpar externamente	X	
8	3	3	Eliminar focos de corrosão		X
8	3	4	Limpar o elemento filtrante	X	
8	3	5	Verificar danos no elemento filtrante	X	
8	3	6	Substituir o elemento filtrante		X
8	4		Tubulações, tanques e acessórios		
8	4	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	X	
8	4	2	Eliminar os focos de corrosão externos		X
8	4	3	Limpar externamente e eliminar os focos de corrosão externos		X
8	4	4	Verificar a existência de vazamentos e fixação	X	
8	4	5	Limpar os tanques internamente	X	
8	4	6	Verificar isolamento (inspeção visual)	X	
8	4	7	Verificar juntas de expansão (inspeção visual)	X	
8	4	8	Verificar o nível de líquido no tanque de expansão	X	
8	4	9	Ajustar o nível de líquido no tanque de expansão		X
8	4	10	Verificar o funcionamento dos dispositivos de controle e segurança	X	
8	4	11	Purgar o ar		X
8	4	12	Drenar para eliminação de sujeira		X

Tabela 11 - Compressores

9	1		Compressores (alternativo, parafuso e centrífugo)	P	S
9	1	1	Verificar a existência de sujeira externa, danos e corrosão	X	
9	1	2	Limpar externamente	X	
9	1	3	Eliminar focos de corrosão		X
9	1	4	Verificar vibrações, ruídos anormais e fixação	X	
9	1	5	Medir e registrar a pressão de sucção junto ao compressor	X	
9	1	6	Medir e registrar a temperatura do gás de sucção junto ao compressor	X	
9	1	7	Medir e registrar a pressão de descarga junto ao compressor	X	
9	1	8	Medir e registrar a temperatura de descarga junto ao compressor	X	
9	1	9	Verificar o nível do óleo no visor	X	
9	1	10	Completar o nível de óleo	X	
9	1	11	Verificar o teor de acidez do óleo	X	
9	1	12	Trocar o óleo	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

NBR 13971:1997

Cópia não autorizada

15

Tabela 11 (conclusão)

9	1	13	Medir e registrar a pressão do óleo	X	
9	1	14	Ajustar a pressão do óleo nas unidades centrifugas		X
9	1	15	Medir e registrar a temperatura do óleo antes e depois do resfriador do óleo	X	
9	1	16	Medir e registrar a temperatura do fluido refrigerante antes e depois do resfriador de óleo	X	
9	1	17	Verificar o funcionamento do separador de óleo	X	
9	1	18	Medições elétricas - ver conjunto nº 7, componente nº 1		
9	1	19	Elementos de acionamento e transmissão mecânica - ver conjunto nº 7, componentes nº 2, 3 e 5		
9	1	20	Verificar o funcionamento do aquecedor de óleo	X	
9	1	21	Verificar a operação, durante a partida, do dispositivo de redução de capacidade	X	
9	1	22	Verificar a hermeticidade do selo de vedação do eixo	X	
9	1	23	Verificar o funcionamento das válvulas de serviço	X	
9	1	24	Verificar a temperatura dos mancais do compressor centrifugo	X	
9	1	25	Executar teste de vazamento	X	
9	1	26	Verificar o funcionamento dos dispositivos de segurança	X	

Tabela 12 - Componentes do sistema - Circuito refrigerante

10			Componentes do sistema - Circuito refrigerante	P	S
10	1		Tubulações		
10	1	1	Verificar a existência de danos, corrosão externa e fixação	X	
10	1	2	Eliminar focos de corrosão		X
10	1	3	Verificar a existência de danos no isolamento	X	
10	1	4	Verificar a existência de danos externos nos compensadores de vibração	X	
10	1	5	Verificar a existência de vazamento	X	
10	1	6	Reapertar as conexões		X
10	2		Válvulas		
10	2	1	Verificar a existência de sujeira danos e corrosão externa	X	
10	2	2	Limpar externamente	X	
10	2	3	Eliminar focos de corrosão		X
10	2	4	Verificar a operação das válvulas solenóides de bóia de alimentação, de reversão de ciclo, pressostática, termostática, retenção, inspeção e bloqueio	X	
10	2	5	Ajustar os parâmetros de operação		X
10	2	6	Verificar a existência de vazamento	X	

## ANEXO B – NBR 13971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de ar e Ventilação – Manutenção Programada (Continuação)

16

Cópia não autorizada

NBR 13971:1997

Tabela 12 (conclusão)

			Acessórios		
10	3				
10	3	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão, externa	X	
10	3	2	Limpar externamente	X	
10	3	3	Eliminar focos de corrosão		X
10	3	4	Verificar a operação	X	
10	3	5	Verificar existência de vazamento	X	

Tabela 13 - Torres de resfriamento

			Torres de resfriamento	P	S
11	1				
11	1	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	X	
11	1	2	Limpar externamente	X	
11	1	3	Limpar e revisar os elementos internos	X	
11	1	4	Eliminar focos de corrosão		X
11	1	5	Ventilador - ver conjunto nº 1		
11	1	6	Verificar a alimentação e distribuição de água	X	
11	1	7	Verificar o nível de água na bacia	X	
11	1	8	Ajustar o controlador do nível de água		X
11	1	9	Verificar o sistema de purga	X	
11	1	10	Ajustar o volume de purga conforme recomendações técnicas definidas pela análise da água		X
11	1	11	Limpar o sistema de drenagem	X	
11	1	12	Limpar o filtro	X	
11	1	13	Verificar o funcionamento do dispositivo de acionamento dos ventiladores	X	
11	1	14	Verificar o funcionamento do termostato	X	
11	1	15	Ajustar a regulação do dispositivo de acionamento dos ventiladores		X
11	1	16	Bomba de recirculação - ver conjunto nº 8, componente n° 1		

Tabela 14 - Instrumentação

			Instrumentação	P	S
12	1				
12	1	1	Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	X	
12	1	2	Limpar externamente	X	
12	1	3	Eliminar focos de corrosão		X
12	1	4	Verificar se o instrumento está fornecendo informação sobre a grandeza que está medindo	X	
12	1	5	Verificar e registrar a validade do período de calibração do instrumento, através de etiqueta, selo ou certificado	X	
12	1	6	Registrar e informar quais os instrumentos necessitam de calibração ou substituição		X

ANEXO C – Resolução nº 9, de 16 de Janeiro de 2003



DIRETORIA DE GESTÃO

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 2, DE 16 DE JANEIRO DE 2003

Altera a redação da alínea III, do Art. 3º da Instrução Normativa nº 1, de 10 de junho de 2002, da Diretoria de Gestão.

O Secretário-Executivo, em substituição ao Diretor responsável pela Diretoria de Gestão - DAGES, no uso da competência atribuída pelo art. 6º, combinado com o § 2º do art. 61, ambos do regulamento aprovado pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 92, de 30 de janeiro de 2002, e em conformidade com a Resolução Normativa - RN nº 4, de 19 de abril de 2002, com a redação dada pela RN nº 18, de 19 de novembro de 2002, resolve:

Art. 1º A alínea III, do art. 3º, da Instrução Normativa nº 1, de 10 de junho de 2002, passa a vigorar com a seguinte redação:

III - A operação deverá indicar no RPD o número de partículas e o respectivo valor para a qualidade dos seus dimitos, observados o valor mínimo de cada parâmetro, nos termos do art. 14 da RN nº 4, de 2002, e o limite máximo de amostra por amostragem mensal e sazonal; (V) Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

VERA LÚCIA OSTAPCZUK UNGARETTE

(OE EL nº 260)

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA DIRETORIA COLEGIADA

RESOLUÇÃO-RE 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 Regulamento Interno aprovado pela Portaria nº 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000;

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

considerando o interesse sanitário na divulgação de orientações;

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 nº 3.523, de 25 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 da Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, em anexo.

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

CLÁUDIO MAZURKOWICZ PESSANHA HENRIQUES

ANEXO

ORIENTAÇÃO TÉCNICA ELABORADA POR GRUPO TÉCNICO ACESSOR SOBRE PADRÕES REFERENCIAIS DE QUALIDADE DO AR INTERIOR EM AMBIENTES CLIMATIZADOS ARTIFICIALMENTE DE USO PÚBLICO E COLETIVO

I - HISTÓRICO

O Grupo Técnico Assessor de estudos sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados

artificialmente de uso público e coletivo, foi constituído pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, no âmbito da Comissão Geral de Serviços da Diretoria de Serviços e Consultas e instituído por membros das seguintes instituições:

Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e de Qualidade do Ar de Interiores (SABRINDOOR), Laboratório Noel Nutini Instituto de Química da UFRI, Ministério do Meio Ambiente, Faculdade de Medicina da USP, Organização Panamericana de Saúde (OPAS), Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ), Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO (FMT), Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), Associação Paulista de Estudos e Controle de Infecção Hospitalar (APFECIH) e, Serviço de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (RSI, Instituto de Ciências Biomédicas - ICB/USP e Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Realizou-se na cidade de Brasília/DF, durante o ano de 1999 e primeiro semestre de 2000, tendo como metas:

1. estabelecer critérios que informem a população sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, cujo desequilíbrio poderá causar agravos à saúde dos seus ocupantes;
2. instrumentalizar os equipes profissionais envolvidas no controle de qualidade do ar interior, no planejamento, elaboração, análise e execução de projetos físicos e nas ações de inspeção de ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.

Realizou-se na cidade de Brasília/DF, durante o ano de 2002, tendo como metas:

1. Promover processo de revisão na Resolução ANVISA - RE 176/00
2. Atualizar a frente a realidade do conhecimento no país.
3. Disponibilizar informações sobre o conhecimento e a experiência adquirida nos dois primeiros anos de vigência da RE 176.

II - ABRANGÊNCIA  
O Grupo Técnico Assessor elaborou a seguinte Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, no que diz respeito a definição de valores máximos recomendáveis para contaminação biológica, química e parâmetros físicos de ar interior, a identificação das fontes poluentes de natureza biológica, química e física, métodos analíticos ( Normas Técnicas 001, 002, 003 e 004 ) e as recomendações para controle ( Quadros I e II ).

Recomendou que os padrões referenciais adotados por esta Orientação Técnica sejam aplicados aos ambientes climatizados de uso público e coletivo já existentes e aqueles a serem instalados. Para os ambientes climatizados de uso público, com origem de filtros abertos ou instalações especiais, tal como os que atendem a processos produtivos, instalações hospitalares e outras, sejam aplicadas as normas e regulamentos específicos.

III - DEFINIÇÕES  
Para fins desta Orientação Técnica são adotadas as seguintes definições, complementares às adotadas na Portaria GM/MS nº 3.523/98:

- a) Aerodispersíveis: sistema disperso, em um meio gasoso, composto de partículas sólidas e/ou líquidas. O mesmo que aerossol ou aerosol.
- b) ambiente sanitário: ambiente livre de contaminantes em concentrações potencialmente perigosas à saúde dos ocupantes ou que apresentem um mínimo de 10% dos ocupantes destes ambientes sem queixas ou sintomatologia de desconforto\*
- c) ambientes climatizados: são os espaços fisicamente delimitados e caracterizados por dimensões e instalações próprias, submetidos ao processo de climatização, através de equipamentos.
- d) ambiente de uso público e coletivo: espaço fisicamente delimitado e aberto à utilização de muitas pessoas.
- e) ar condicionado: é o processo de tratamento do ar, destinado a manter os requerimentos de Qualidade do Ar Interior do espaço condicionado, controlando variáveis como a temperatura, umidade, velocidade, material particulado, partículas biológicas e taxa de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- f) Padrão Referencial de Qualidade do Ar Interior: marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como referência para determinar a necessidade da busca das fontes poluentes ou das intervenções ambientais.
- g) Qualidade do Ar Ambiental Interior: condição do ar ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial.
- h) Valor Máximo Recomendável: Valor limite recomendável que separa as condições de ausência e de presença do risco de agravos à saúde humana.

IV - PADRÕES REFERENCIAIS

Recomenda os seguintes Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo.

1 - O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser  $\leq 750$  ufc/m<sup>3</sup> de fungos, para a relação UE x 1,5, onde U é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

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

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

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

2 - Os Valores Máximos Recomendáveis para contaminação química são:

- 2.1 -  $\leq 1000$  ppm de dióxido de carbono - (CO<sub>2</sub>), como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar\*.
- 2.2 -  $\leq 10$  ppm<sup>3</sup> de aerodispersíveis totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado\*.

NOTA: Pela falta de dados epidemiológicos brasileiros é mantida a recomendação como indicador da renovação do ar o valor = 1000 ppm de Dióxido de Carbono - CO<sub>2</sub>.

3 - Os valores recomendáveis para os parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, deverão estar de acordo com a NBR 6401 - Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto - Parâmetros Básicos do Projeto da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas\*.

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

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

3.3 - o Valor Máximo Recomendável - VMR de operação da Velocidade do Ar, no nível de 1,5m do piso, na região de influência da distribuição do ar é de no máximo 0,25 m/s.

3.4 - a Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m<sup>3</sup>/homem/hora, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas. Nestes casos a Taxa de Renovação do Ar mínima será de 17 m<sup>3</sup>/homem/hora, não sendo admitido em qualquer situação que os ambientes possuam uma concentração de CO<sub>2</sub> maior ou igual a estabelecida em IV-2.1, desta Orientação Técnica.

3.5 - a utilização de filtros de classe G1 é obrigatória no captador de ar exterior. O Grau de Pureza do Ar nos ambientes climatizados será obtido utilizando-se, no mínimo, filtros de classe G-3 nos condicionadores de sistemas centrais, minimizando o acúmulo de sujidades nos dutos, assim como reduzindo os níveis de material particulado no ar insuflado\*.

Os padrões referenciais adotados complementam as medidas básicas definidas na Portaria GM/MS nº 3.523/98, de 25 de agosto de 1998, para efeito de monitoramento, avaliação e controle da Qualidade do Ar Interior nos ambientes climatizados. Deixa sendo possível subsidiar as decisões do responsável técnico pelo gerenciamento do sistema de climatização, quanto a definição de periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema, desde que asseguradas as condições mínimas para os seguintes componentes, considerados como reservatórios, amplificadores e disseminadores de poluentes:

V - FONTES POLUENTES

Recomenda que sejam adotadas para fins de pesquisa e com o propósito de levantar dados sobre a realidade brasileira, assim como para avaliação e correção das situações encontradas, as possíveis fontes de poluentes informadas nos Quadros I e II.

QUADRO I

Possíveis fontes de poluentes biológicos

Componente	Periodicidade
Temperatura do ar externo	Limpeza mensal ou quando descontrolar até sua obrigatoriedade (máximo 3 meses)
Umidade relativa	Limpeza mensal ou quando descontrolar até sua obrigatoriedade (máximo 3 meses)
Bandejas de condensado	Mensal*
Reservatório de aquecimento	Descontaminação sazonal e limpeza trimestral
Reservatório de resfriamento	Descontaminação sazonal e limpeza trimestral
Desidratador	Descontaminação sazonal e limpeza trimestral
Humidificador	Sazonal
Canais de distribuição de ar	Mensal

\* - Tratando-se na vigência de tratamento químico contínuo que passa a respeitar a periodicidade indicada pelo fabricante do produto utilizado.

Agente biológico	Principais fontes em ambientes interiores	Principais Medidas de correção em ambientes interiores
Bactérias	Reservatórios com água estagnada, filtros de resfriamento, bandejas de condensado, desumidificadores.	Realizar a limpeza e a conservação das fontes de resfriamento, higienizar os reservatórios e bandejas de condensado

ANEXO C – Resolução nº 9, de 16 de Janeiro de 2003 (Continuação)



	umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e molhadas.	ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar as infiltrações; higienizar as superfícies.
Fungos	Ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fúngica, como materiais porosos orgânicos úmidos, forras, paredes e isolamento úmido; ar estagnado, interior de condicionadores e dutos sem manutenção, vasos de terra com plantas.	Corrigir a umidade ambiental; manter sob controle rígido vazamentos, infiltrações e condensação de água; higienizar os ambientes e componentes do sistema de climatização ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar materiais porosos contaminados; eliminar ou restringir vazos de plantas com cultivo em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidroponia); utilizar filtros G-1 na renovação do ar externo.
Protozoários	Reservatórios de água contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção.	Higienizar os reservatórios ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Vírus	Hospedeiro humano.	Adequar o número de ocupantes por m <sup>2</sup> de área com aumento da renovação de ar; evitar a presença de pessoas infectadas nos ambientes climatizados.
Algas	Terras de reffumante e bandejas de condensado.	Higienizar os reservatórios e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Pólen	Ar externo.	Manter filtragem de acordo com NBR-6402 da ABNT.
Artrópodos	Peças carnis.	Higienizar as superfícies fixas e móveis, especialmente os revestidos com tecido e tapetes; restringir ou eliminar o uso dessas revestimentos.
Animais	Rodentia, morcegos e aves.	Restringir o acesso, controlar os roedores, os morcegos, ninhos de aves e repositores sanitários.

QUADRO II  
Principais fontes de poluentes químicos <sup>7</sup>

Agentes químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
CO	Combustão (cigarros, queimaduras de fogões e veículos automotores).	Manter a captação de ar exterior com baixa concentração de poluentes; restringir as fontes de combustão; manter a ventilação em áreas em que ocorre combustão; eliminar a infiltração de CO proveniente de fontes externas; restringir ou tabagismo em áreas fechadas.
CO <sub>2</sub>	Produtos de metabolismo humano e combustão.	Aumentar a renovação de ar externo; restringir as fontes de combustão e o tabagismo em áreas fechadas; eliminar a infiltração de fontes externas.
NO <sub>x</sub>	Combustão.	Restringir as fontes de combustão; manter a ventilação em áreas em que ocorre combustão; impedir a infiltração de NO <sub>x</sub> proveniente de fontes externas; restringir ou tabagismo em áreas fechadas.
O <sub>3</sub>	Máquinas copiadoras e impressoras a laser.	Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores, com ênfase no ambiente de trabalho ou encarceramento em locais exclusivos para os equipamentos que apresentem grande capacidade de produção de O <sub>3</sub> .
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, colas, produtos de limpeza domésticos.	Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário que possuam ou emitam menos formaldeído; usar produtos domésticos que não contendo formaldeído.
Material particulado	Pólen e fibras.	Manter filtragem de acordo com NBR-6402 da ABNT; evitar isolamento termo-acústico que possa emitir fibras minerais, orgânicas ou sintéticas para o ambiente climatizado; restringir as fontes internas e externas; higienizar as superfícies fixas e móveis sem o uso de vassouras, sacos ou separadores; selecionar os materiais de construção e acabamento com menor permeabilidade; adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores (vide biológicos); restringir ou tabagismo em áreas fechadas.
Fumo de tabaco	Queima de cigarro, charuto, cachimbo, etc.	Aumentar a quantidade de ar exterior admitido para renovação além do necessário; restringir ou tabagismo em áreas fechadas.

COV	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza e domésticos, solventes, material de revestimento, tintas, colas, etc.	Selecionar os materiais de construção, acabamento, mobiliário; usar produtos de limpeza e domésticos que não contendo COV ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade.
CO <sub>2</sub> -V	Queima de combustíveis e utilização de pesticidas.	Eliminar a contaminação por fontes pontuais, inseticidas e a queima de combustíveis; manter a captação de ar exterior adequada da poluentes.

COV - Compostos Orgânicos Voláteis.  
CO<sub>2</sub>-V - Compostos Orgânicos Semi-Voláteis.  
Observações - Os poluentes indicados são aqueles de maior ocorrência nos ambientes de interior, de efeitos conhecidos na saúde humana e de mais fácil detecção pela estrutura laboratorial existente no país. Outros poluentes que venham a ser considerados importantes serão incorporados aos indicados, desde que atendam ao disposto no parágrafo anterior.

VI - AVALIAÇÃO E CONTROLE

Recomenda-se sejam adotadas para fins de avaliação e controle do ar ambiental interior dos ambientes climatizados de uso coletivo, as seguintes Normas Técnicas 001, 002, 003 e 004.  
Na elaboração de relatórios técnicos sobre qualidade do ar interior, é recomendada a NBR-10.719 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.  
<sup>1</sup> World Health Organization. Indoor air quality: biological contaminants; Copenhagen, Denmark, 1983 (European Series nº 31).  
<sup>2</sup> American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 62 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, 2001.  
<sup>3</sup> Kuhnle Neto, F. & Siqueira, L.F.G. Padrões Referenciais para Análises de Resultados de Qualidade Microbiológica do Ar em Interiores Usando a Sonda Pública no Brasil - Revista de Tradução: 2 (10): 4-21, 1999.  
<sup>4</sup> Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Resolução nº 03 de 28/06 / 1990.  
<sup>5</sup> ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6401 - Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto - Parâmetros Básicos de Projeto, 1980.  
<sup>6</sup> Siqueira, L.F.G. & Duarte, E.B.M. Organização e Método no Processo de Avaliação da Qualidade do Ar de Interiores - Revista da Tradução: 3 (1): 19-26, 1999.  
<sup>7</sup> Aquino Neto, F.R.; Brédas, L.S.R. Padrões Referenciais para Análises de Resultados de Qualidade Físico-química do Ar de Interiores Usando a Sonda Pública. Revista da Tradução: 3(2):4-15, 1999.

NORMA TÉCNICA 001

Qualidade do Ar Ambiental Interior: Método de Amostragem e Análise de Biorresposta em Ambientes Internos.

MÉTODO ANALÍTICO

OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle ambiental da possível colonização, multiplicação e disseminação de fungos no ar ambiente interior.

DEFINIÇÕES:

Biorresposta: Suspensão de microorganismos (organismos vivos) dispersos no ar.  
Monitor epidemiológico: Elemento aplicado à pesquisa, que determina a qualidade do ar ambiente.

APLICABILIDADE: Ambientes de interior climatizados, de uso coletivo, destinados a ocupações comuns (não especiais).

MARCADOR EPIDEMIOLÓGICO: Fungos vivos.

MÉTODO DE AMOSTRAGEM: Amostrador de ar por impactoção com aculeares lineares.

PERIODICIDADE: Semestral.

FICHA TÉCNICA DO AMOSTRADOR:

Amostrador: Impactador de 1, 2 ou 6 estágios.  
Meio de Cultivo: Agar Estrato de Malta, Agar Sabouraud Dextrose a 4%, Agar Dattas Dextrose ou outro, desde que cientificamente validado.  
Taxa de Vazão: fixa entre 25 a 35 l/min, sendo recomendada 28,3 l/min.  
Tempo de Amostragem: de 5 a 15 minutos, dependendo das especificações do amostrador. Volume Mínimo: 140 l.  
Volume Máximo: 500 l.  
Embalagem: Rotina de embalagem para proteção da amostra com nível de biosegurança 2 (recipientes lacrados, devidamente identificados com símbolo de risco biológico).  
Transporte: Rotina de embalagem para proteção da amostra com nível de biosegurança 2 (recipientes lacrados, devidamente identificados com símbolo de risco biológico).  
Nota: Em áreas altamente contaminadas, pode ser recomendável usar amostragem com tempo e volume maiores.  
Atenuação: Semestral. Frequência: 2 000 l/min.  
Precisão: ± 20-30 %.

ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

a) selecionar 01 amostra de ar exterior localizada fora da estrutura predial na altura de 1,50 m do nível do mar.  
b) Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e matriz social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	2
2.000 a 3.000	3
3.000 a 4.000	4
4.000 a 5.000	5
5.000 a 10.000	7
10.000 a 15.000	10
15.000 a 20.000	13
20.000 a 30.000	17
Acima de 30.000	25

\* as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.  
\* as zonas amostradas deverão ser distribuídas uniformemente e coletadas com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

**ANEXO C – Resolução nº 9, de 16 de Janeiro de 2003 (Continuação)**



**PROCEDIMENTO LABORATORIAL:** Método de cultivo e quantificação segundo noma- tizações universalizadas. Tempo mínimo de incubação de 7 dias a 25°C, permitindo o total crescimento dos fungos.

**BIBLIOGRAFIA:** "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", 17 th ed. APHA, AWWA, WPCF, "The United States Pharmacopeia". USP, XXIII ed, NF XVII, 1985.

**NORMAS:** National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), TOXAEROSOL SAMPLING (Indoor Air) 0800, Fourth Edition. IRSST - Institute de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail du Québec, Canada, 1994. Member of the Technical Advisory Committee on Indoor Air Quality, Commission of Public Health Ministry of the Environment - Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises, Singapore.

**NORMA TÉCNICA 002**  
Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem e Análise de Concentração de Dióxido de Carbono em Ambientes Interiores.

**METODO ANALITICO**  
OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle do processo de renovação de ar em ambientes climatizados.

**APLICABILIDADE:** Ambientes interiores climatizados, de uso coletivo.  
**MARCADOR EPIDEMIOLOGICO:** Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).  
**METODO DE AMOSTRAGEM:** Equipamento de leitura direta.  
**PERIODICIDADE:** Semestral.

**FICHA TÉCNICA DOS AMOSTRADORES:**

**Amostrador:** Letra Dista por meio de sensor infravermelho não dispersivo ou célula eletrolítica.  
**Calibração:** Anual ou de acordo com as especificações do fabricante. Faixa: de 0 a 5.000 ppm. Precisão: ± 50 ppm + 2% do valor medido.

**ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:**  
• Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e núcleo social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	2
2.000 a 3.000	3
3.000 a 5.000	4
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

• as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.

• os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

**PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM:** As medições deverão ser realizadas em horários de pico de utilização do ambiente.

**NORMA TÉCNICA 003**  
Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem. Determinação da Temperatura, Umidade e Velocidade do Ar em Ambientes Interiores.

**METODO ANALITICO**  
OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle do processo de climatização de ar em ambientes climatizados.

**APLICABILIDADE:** Ambientes interiores climatizados, de uso coletivo.  
**MARCADORES:** Temperatura do ar (°C)  
Umidade do ar (%)  
Velocidade do ar (m/s).

**METODO DE AMOSTRAGEM:** Equipamentos de leitura direta. Termo-higrômetro e Anemômetro.  
**PERIODICIDADE:** Semestral.

**FICHA TÉCNICA DOS AMOSTRADORES:**

**Amostrador:** Letra Dista - Termo-higrômetro.  
**Princípio de operação:** Sensor de temperatura do tipo termo-resistência. Sensor de umidade do tipo capacitivo ou por condutividade elétrica.  
**Calibração:** Anual. Faixa: 0° C a 70° C de temperatura. 5% a 95 % de umidade. Precisão: ± 0,3 ° C de temperatura. ± 2% de valor medido de umidade.

• as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.  
• os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.  
**PROCEDIMENTO DE COLETA:** MB-3422 da AINT.  
**PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO DAS BOMBAS:** NBR- 10.562 da AINT.  
**PROCEDIMENTO LABORATORIAL:** NBR 17 da FUNDACENTRO  
**VII - INSPEÇÃO**  
Recomenda que os órgãos competentes da Vigilância Sanitária com o apoio de outros órgãos governamentais, organizações representativas da comunidade e dos ocupantes dos ambientes climatizados, utilizem esta Orientação Técnica como instrumento técnico referencial, na realização de inspeções e de outras ações pertinentes aos ambientes climatizados de uso público e coletivo.

**VIII - RESPONSABILIDADE TÉCNICA**  
Recomenda que os proprietários, locatários e responsáveis de estabelecimentos com ambientes ou conjunto de ambientes dotados de sistemas de climatização com capacidade igual ou superior a 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 BTU/h), devam manter um responsável técnico credenciado ao determinado na Portaria GM/MS nº 3.223/98, além de desenvolver as seguintes atribuições:  
a) providenciar a avaliação biológica, química e física das condições do ar interior dos ambientes climatizados;  
b) promover a correção das condições encontradas, quando necessária, para que estas atendam ao estabelecido no Art. 4º desta Resolução;  
c) manter disponível o registro das avaliações e cópias das mesmas realizadas;  
d) divulgar aos ocupantes dos ambientes climatizados os procedimentos e resultados das atividades de avaliação, correção e manutenção realizadas.  
Em relação aos procedimentos de amostragem, medições e análises laboratoriais, considera-se como responsável técnico, o pro-

fissional que tem competência legal para exercer as atividades descritas, sendo profissional de nível superior com habilitação na área de química (Engenheiro químico, Químico e Farmacêutico) e na área de biologia (Biólogo, Farmacêutico e Bioquímico) em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país e comprovação de Responsabilidade Técnica - RT, expedida pelo Órgão de Classe.  
As análises laboratoriais e sua responsabilidade técnica devem obrigatoriamente estar desvinculadas das atividades de limpeza, manutenção e comercialização de produtos destinados ao sistema de climatização. (Of. EI. nº 20)

**RESOLUÇÃO-RE Nº 11, DE 17 DE JANEIRO DE 2003**

O Diretor de Districia 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,

**Amostrador:** Letra Dista - Anemômetro.  
**Princípio de operação:** Profissionalmente de sensor de velocidade do ar do tipo fio aquecido ou fio térmico.  
**Calibração:** Anual. Faixa: de 0 a 10 m/s. Precisão: ± 0,1 m/s ± 4% do valor medido.

**ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:**

• Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e núcleo social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	2
2.000 a 3.000	3
3.000 a 5.000	4
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

• as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.

• os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada, para o Termo-higrômetro e no espectro de ação do difusor para o Anemômetro.

Norma Técnica 004

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem e Análise de Concentração de Aerodispersóides em Ambientes Interiores.

**METODO ANALITICO**  
OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle de aerodispersóides totais em ambientes interiores climatizados.

**APLICABILIDADE:** Ambientes de interior climatizados, de uso coletivo, destinados a ocupações comuns (uso especial).

**MARCADOR EPIDEMIOLOGICO:** Poeira Total (µg/m<sup>3</sup>).  
**METODO DE AMOSTRAGEM:** Coleta de aerodispersóides por filtração (MB-3422 da AINT).

**PERIODICIDADE:** Semestral.

**FICHA TÉCNICA DO AMOSTRADOR:**

**Amostrador:** Unidade de captação construída por filtros de PVC, diâmetro de 37 mm e porosidade de 5 µm de diâmetro de poro específico para poeira total a ser coletada; Suporte de filtro em disco de celulose; Porta-filtro em plástico transparente com diâmetro de 37 mm.  
**Apresentação:** Bomba de amostragem, que mantém ao longo do período de coleta, a vazão inicial de calibração com variação de 5%.  
**Taxa de Vazão:** 1,0 a 3,0 l/min, recomendado 2,0 l/min.  
**Volume Mínimo:** 50 l  
**Volume Máximo:** 400 l  
**Tempo de Amostragem:** relação entre o volume captado e a taxa de vazão utilizada.  
**Calibração:** Realizada.  
**Calibração:** Em cada procedimento de coleta se operado com bomba de calibração. Precisão: ± 5% do valor medido.

**ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:**

• Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e núcleo social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	2
2.000 a 3.000	3
3.000 a 5.000	4
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

## ANEXO D – Portaria n° 3.523, 28 de Agosto de 1998

Portaria n° 3.523/GM

Em, 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 n.º 8080, 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 absentismo 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 Interior 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 às exigências de 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 Técnico, no que couber.

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 sujidades 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:

---

## ANEXO D – Portaria nº 3.523, 28 de Agosto de 1998 (Continuação)

- 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 27 m<sup>3</sup>/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 outras 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 n.º 6.437, de 20 de agosto de 1977, sem prejuízo de outras penalidades previstas em legislação específica.

Art. 10º Este Regulamento Técnico entra em vigor na data da sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

JOSÉ SERRA

## 6.0 REFERÊNCIAS

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A..Termodinâmica. São Paulo: Mc Graw Hill, 1998

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401 (partes 1, 2 e3): Instalações de Ar Condicionado – Sistemas centrais e unitários. Rio de Janeiro,2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13971: Sistemas deRefrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento – Manutenção programada. Rio de Janeiro, 2014.

ACGIH, 2001 – TLVs BEIs, Limites de exposição (TLVs) para SubstânciasQuímicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de exposição (BEIs) – AmericanConference of Governmental Industrial Hygienists – Tradução autorizada para oportuguês feita pela Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais – ABHO)

NORMA REGULAMENTADORA. NR 15: Atividades e Operações Insalubres

LEI Nº 13589/18

De Carvalho, Carlos Roberto Ribeiro. Ventilação Mecânica. Princípios e Aplicação, 2015

<<http://www.planalto.gov.br>> (Acesso 25/04/2019 – 20:00)

<<https://www.dw.com/pt-br/1976-eclode-doen%C3%A7a-dos-legion%C3%A1rios/a-320233?maca=bra-uol-all-1387-xml-uol>> (acesso 14/03/19 – 19:00)

<<http://www.ngi.com.br/novidades/como-surgiu-o-pmoc/>> (acesso 14/03/19 – 13:00)

<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523\\_28\\_08\\_1998.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523_28_08_1998.html)> (acesso 14/03/19 – 18:00)

<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/anexo/anexo\\_prt3523\\_28\\_08\\_1998.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/anexo/anexo_prt3523_28_08_1998.pdf)> (acesso 12/02/19 – 08:00)

<[https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S141381232011000900026&script=sci\\_arttext&lng=en](https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S141381232011000900026&script=sci_arttext&lng=en)> (acesso 05/01/19 – 08:30)

CREDER, H. **Instalações de Ar Condicionado**. Joao Pessoa: Editora LTC, 6 Ed., 2004.

AR CONDICIONADO. **Dúvidas sobre ar condicionado**.

<<http://www.arcondicionado.com.br/duvidas-de-ar-arcondicionado>> (Acesso 27/04/2019 – 19:00)

AR CONDICIONADO. **História da refrigeração e do ar condicionado.**

<[http://www.arcondicionado.ind.br/historia\\_ar\\_condicionado.asp](http://www.arcondicionado.ind.br/historia_ar_condicionado.asp)> (Acesso 27/04/2019 – 21:00)

FROTA, A.; SCHIFFER, S. **Manual do conforto térmico: Arquitetura, Urbanismo.**

5. Ed, São Paulo: Studio Nobel, 2001. (Acesso 28/04/2019 – 19:00)

FERRAZ, F.; GOMES, M. **Apostila de Refrigeração, 2008.** Disponível em:

<http://fabioferrazdr.files.wordpress.com/2008/08/refl.pdf>> (Acesso 28/04/2019 – 16:00)

PORTAL DA REFRIGERAÇÃO. Disponível em:

<[http://www.refrigeraçao.net/Topicos/historia\\_refri.htm](http://www.refrigeraçao.net/Topicos/historia_refri.htm)>. (Acesso 28/04/2019 – 21:00)

PROCEL. **Sistemas de ar condicionado e refrigeração.** Disponível em:

<[http://arquivosportaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/manual\\_ar\\_condicionado.pdf](http://arquivosportaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/manual_ar_condicionado.pdf)>. (Acesso 01/05/2019 – 13:00)

RPA EDITORIAL LDTA. **Climatização**, Número 41, São Paulo, 2004.

SILVA, J. **Introdução à tecnologia da refrigeração e da climatização.** Editora

Artliber, 1 Ed., 2004.

SOUZA, S.; GUELLI U., **Apostila do Curso de Engenharia de Segurança 58 do**

**Trabalho – Sobrecarga Térmica e Temperaturas Baixas.** Florianópolis:

Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

TECHTUDO. Disponível em:

<<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/05/como-funciona-o-ar-condicionado-convencional-e-o-modelo-split.html>>. (Acesso 01/05/2019 – 16:00)