

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE –
PMOC PARA OS CONDICIONADORES DE AR DE UM ESTABELECIMENTO
COMERCIAL, LOCALIZADO NA CIDADE DE MANAUS**

MANAUS

2018

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE –
PMOC PARA OS CONDICIONADORES DE AR DE UM ESTABELECIMENTO
COMERCIAL, LOCALIZADO NA CIDADE DE MANAUS**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do professor: Msc Carlos Baptista Machado.

MANAUS

2018

F187e Faleiros, Paulo Roberto Viana.

Elaboração de um plano de manutenção, operação e controle – PMOC para os condicionadores de ar de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Manaus. / Paulo Roberto Viana Faleiros. – 2018.
65 f.; il.

Monografia (Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2018.
Orientador: Prof. Me. Carlos Baptista Machado.

1. Engenharia mecânica. 2. Manutenção preventiva. 3. Qualidade do ar.
I. Machado, Carlos Baptista. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 621

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE –
PMOC PARA OS CONDICIONADORES DE AR DE UM ESTABELECIMENTO
COMERCIAL, LOCALIZADO NA CIDADE DE MANAUS**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do professor: Msc Carlos Baptista Machado.

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof(a): Msc Carlos Baptista Machado
Nome da Instituição: IFAM

Prof(a): Msc Claudio Marcelo
Nome da Instituição: IFAM

Prof(a): Sidney Assis Chagas
Nome da Instituição: IFAM

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as adversidades da vida.

Aos meus pais, pelos valores de dignidade e honestidade a mim ensinados, pelo carinho e amor que sempre demonstraram por mim, e por sempre terem acreditado no meu potencial, me apoiando e incentivando na realização dos meus sonhos.

A minha namorada pelo apoio, amor, carinho e compreensão.

Aos meus amigos de turma pela incondicional e fundamental ajuda nos diversos momentos dessa caminhada.

Ao meu orientador pela amizade, compreensão, aprendizado e confiança em mim depositados.

Ao IFAM, pela oportunidade e a todos os meus professores por todo o ensinamento e conhecimento adquirido.

RESUMO

O condicionador de ar, hoje está presente em diversos ambientes, como residências, escritórios, hospitais, empresas e outras instalações, e apesar de sua importância, principalmente no conforto que proporciona, devemos considerar suas condições de uso e os riscos que ele pode trazer. Logo, o projeto, a instalação e a correta manutenção do sistema de climatização, além da renovação do ar, não podem ser desprezados em favor da utópica economia de custos. Este trabalho tem como objetivo a elaboração de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para os condicionadores de ar de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Manaus, através da análise e levantamento dos mesmos, propondo assim a adequada manutenção de todo o sistema de condicionadores de ar do estabelecimento, e obedecendo às legislações vigentes, especialmente o decreto 3.523/98 de 28 de agosto de 1998, que instituiu o PMOC, e a lei 13.589/2018, que o tornou obrigatório, em todos os edifícios de uso público e coletivo em que a capacidade do sistema de climatização seja igual ou superior a 5 TR's (60.000 BTU/h). Em decorrência do objetivo geral, os objetivos específicos foram: realizar o inventário dos condicionadores de ar do estabelecimento, caracterizar as ações legais e profissionais necessárias para a elaborar o PMOC, elaboração e aplicação do PMOC, além de calcular e especificar um aparelho para a renovação do ar do ambiente. Visando assim uma melhoria na qualidade do ar no interior do ambiente climatizado, além de preservar os equipamentos, reduzir custos de energia e minimizar a probabilidade de falhas em todo o sistema de condicionadores de ar, pois trata – se também de uma manutenção preventiva. Nesse sentido o trabalho se inicia com uma revisão bibliográfica do tema, continua descrevendo as normas, leis e decretos que serão usadas como base no plano de manutenção, o conhecimento sobre PMOC, e conclui-se com a apresentação e aplicação do PMOC elaborado para o estabelecimento, além de calcular e especificar um equipamento para a renovação do ar do ambiente;

Palavras-chaves: Ar condicionado; Renovação do ar; Qualidade do ar; PMOC.

ABSTRACT

The air conditioner is now present in many environments, such as homes, offices, hospitals, companies and other facilities, and despite its importance, especially in the comfort it provides, we must consider its conditions of use and the risks that it can bring. Therefore, the design, installation and correct maintenance of the air conditioning system, besides the renovation of the air, can not be neglected in favor of utopian cost savings. This work aims at the elaboration of a Maintenance, Operation and Control Plan – PMOC for the air conditioners of a commercial establishment, located in the city of Manaus, through the analysis and survey of them, thus proposing the adequate maintenance of all the system of air conditioners of the establishment, and obeying the current legislation, especially decree 3.523 / 98 of August 28, 1998, which established the PMOC, and law 13,589 / 2018, which made it compulsory in all buildings of use public and collective in which the capacity of the air conditioning system is equal to or greater than 5 TR's (60,000 BTU / h). As a result of the general objective, the specific objectives were: to carry out an inventory of the air conditioners of the establishment, to characterize the legal and professional actions necessary to prepare the PMOC, to elaborate and execute the PMOC, and to calculate and specify equipment for the renovation of ambient air. Aiming at improving air quality inside the air - conditioned environment, in addition to preserving equipment, reducing energy costs and minimizing the likelihood of failures in the entire air conditioner system, it is also a preventive maintenance. In this sense, the work starts with a bibliographical review of the theme, continues to describe the norms, laws and decrees that will be used as basis in the maintenance plan, the knowledge about PMOC, and concludes with the presentation and application of the PMOC prepared for the establish and specify equipment for the renewal of ambient air;

Keywords: Air conditioning; Air renewal; Air quality; PMOC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Carta Psicrométrica.....	19
Figura 2 – Ar condicionado tipo janela.....	21
Figura 3 – Tipos de ar condicionado modelos splits.....	22
Figura 4 – Aparelho Self Contained.....	23
Figura 5 – Aparelho Chiller.....	24
Figura 6 - Gráfico da capacidade térmica instalada por tipo de aparelho (Btu/h).....	47
Figura 7 – Gráfico do número absoluto de aparelhos por tipo.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condições internas de conforto para residências e escritórios.....	20
Tabela 2 – Capacidade instalada no ambiente (Btu/h).....	47
Tabela 3 – Distância mínima de possíveis fontes de poluição.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	–	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	–	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ANVISA	–	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ART	–	Anotação de Responsabilidade Técnica
BTU	–	British Thermal Unit (ou Unidade Térmica Britânica)
CONFEA	–	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	–	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
NBR	–	Norma Regulamentadora Brasileira
PMOC	–	Plano de Manutenção, Operação e Controle
QAI	–	Qualidade do Ar de Interiores
SED	–	Síndrome do Edifício Doente
TAE	–	Tomada de Ar Externo
TR	–	Tonelada de Refrigeração

1 TR é a medida de potência de refrigeração que fornece a quantidade de calor necessária para derreter uma tonelada de gelo em 24 horas.

Conversões: 1 TR = 12.000 BTU/h = 3.024 kcal/h = 3.516,8 W

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA	13
3. PROBLEMA.....	14
4. OBJETIVOS.....	15
4.1 Objetivo geral.....	15
4.2 Objetivos específicos.....	15
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
5.1 Transferência de Calor.....	16
5.2 Climatização.....	17
5.2.1 <i>Umidade relativa do ar</i>	18
5.2.2 <i>Temperatura</i>	18
5.2.3 <i>Carta psicrométrica</i>	19
5.2.4 <i>Carga térmica em climatização</i>	19
5.3 Condicionadores de ar.....	20
5.3.1 <i>Sistemas de expansão direta</i>	20
5.3.2 <i>Sistemas de expansão indireta</i>	23
6. PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE – PMOC.....	25
6.1 Síndrome do Edifício Doente – SED.....	26
6.2 Legislação Aplicável.....	27
6.2.1 <i>Lei 13.589/2018</i>	27
6.2.2 <i>Portaria 3523/98</i>	28
6.2.3 <i>Resolução nº 9, de janeiro de 2003</i>	28
6.2.4 <i>Norma ABNT 16401</i>	29
6.3 Manutenção.....	30
6.3.1 <i>Tipos de Manutenção</i>	31
6.3.1.1 <i>Manutenção Corretiva</i>	32
6.3.1.2 <i>Manutenção Preventiva</i>	33
6.3.1.3 <i>Manutenção Preditiva</i>	33
6.4 Responsabilidade Técnica.....	33
6.5 Ficha PMOC (Padrão ANVISA)	35
7. METODOLOGIA.....	44
8. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	46

8.1 Descrição do Ambiente.....	46
8.2 Inventário.....	46
8.2.1 Capacidade Térmica dos Aparelhos.....	46
8.2.2 Quantidade de Aparelhos por Tipo.....	47
8.3 Elaboração do PMOC.....	48
8.4 Aplicação do PMOC.....	54
8.5 Renovação do Ar.....	60
8.5.1 Cálculo e Especificação do Aparelho para Renovação do Ar.....	61
9. CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS.....	64

1. INTRODUÇÃO

Por interferir na circulação e qualidade do ar dos ambientes onde se encontra, o condicionador de ar precisa estar sempre limpo e em boas condições de uso, para que não afete a saúde daqueles que o utilizam. Utilizado em más condições, o condicionador de ar pode provocar diversas doenças, entre elas a pneumonia, isso porque pode trazer em suas tubulações, fungos e bactérias, que são disseminados no ar.

O importante fato, ocorrido em 1998, abriu os olhos de nossos governantes para os riscos dos condicionadores de ar. Foi a morte do Ministro de Comunicações, Sergio Motta, que já sofria com problemas pulmonares, e ao contrair a bactéria *Legionella pneumophila*, agravou seu estado de saúde, o que o levou a falecer. Essa é uma das bactérias encontradas nas tubulações do ar condicionado. A sua morte incentivou a criação da portaria MS 3.523/1998.

A portaria MS 3.523/1998 estabelece procedimentos para a verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades e manutenção do estado de integridade e eficiência dos sistemas de climatização. Um importante ponto, estabelecido nesta norma, e que trataremos neste trabalho é o Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC.

A Lei 13.589/2018, sancionada em janeiro último, tornou obrigatório, em todos os edifícios de uso público e coletivo, o PMOC em sistemas de climatização. A mudança fez com que as legislações sobre o tema (Portaria 3.523 e Resolução 9 da Anvisa), assim como as normas da ABNT, ganhem força e passem a ser mandatórias.

A nova lei aumenta a conscientização e fiscalização sobre condutas na manutenção em sistemas de climatização. A promulgação da norma eleva a discussão sobre os benefícios de uma qualidade do ar satisfatória e sobre os riscos de um sistema em condições inadequadas para a saúde dos ocupantes.

Visando garantir a saúde e o bem-estar dos seus funcionários e clientes, e a necessidade de atender às legislações vigentes, o presente trabalho, tem por objetivo, a elaboração e aplicação de um PMOC para os condicionadores de ar de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Manaus/AM, além de calcular e especificar um aparelho para a renovação do ar do ambiente. O estabelecimento conta com 3 condicionadores de ar, sendo 2 modelos do tipo janela e 1 do tipo Split piso teto. Esses aparelhos estão distribuídos em um ambiente de 100 m².

O PMOC busca obter uma melhoria na qualidade do ar no interior do ambiente climatizado, além de preservar os equipamentos, reduzir custos de energia e minimizar a

probabilidade de falhas em todo o sistema de condicionadores de ar, pois trata – se também de uma manutenção preventiva.

O Capítulo 2, abordará a justificativa para realização deste trabalho. O Capítulo 3, os problemas encontrados no estabelecimento referentes ao PMOC. O Capítulo 4, abordará tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos necessários para resolver os problemas encontrados. O Capítulo 5, abordará uma revisão bibliográfica para uma melhor compreensão do assunto. O Capítulo 6, abordará sobre o PMOC, as legislações aplicáveis e os tipos de manutenções utilizadas para elaboração e aplicação do mesmo. O Capítulo 7, abordará a metodologia utilizada. O Capítulo 8, será a apresentação e análise dos resultados. E o Capítulo 9, a conclusão, seguida pelas referências bibliográficas.

2. JUSTIFICATIVA

Elaboração e aplicação do PMOC, justifica – se pela necessidade de o estabelecimento atender às legislações vigentes, evitando multas e ações judiciais, além de garantir a saúde e o bem-estar dos seus funcionários e clientes. Justifica – se ainda, pela melhoria na qualidade do ar no interior do ambiente climatizado, além de preservar os equipamentos, reduzir custos de energia e minimizar a probabilidade de falhas em todo o sistema de condicionadores de ar, pois trata – se também de uma manutenção preventiva.

3. PROBLEMA

Não conformidade com as legislações vigentes e a inexistência de um plano de manutenção programada para os condicionadores de ar do estabelecimento, ocasionando elevados custos com manutenções corretivas não planejadas, além dos riscos de doenças respiratórias aos funcionários e clientes do estabelecimento.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Elaborar um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para os condicionadores de ar de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Manaus, através da análise e levantamento dos mesmos, propondo assim a adequada manutenção de todo o sistema de condicionadores de ar do estabelecimento, atendendo e obedecendo às legislações vigentes, especialmente o decreto 3.523/98 de 28 de agosto de 1998, que instituiu o PMOC, e a lei 13.589 / 2018, que o tornou obrigatório, em todos os edifícios de uso público e coletivo em que a capacidade do sistema de climatização seja igual ou superior a 5 TR's (60 mil BTU's).

4.2 Objetivos específicos

- Realizar o inventário dos condicionadores de ar do estabelecimento.
- Caracterizar as ações legais e profissionais necessárias para elaborar o PMOC.
- Elaboração e aplicação do PMOC.
- Calcular e especificar um aparelho para a renovação do ar do ambiente.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Transferência de Calor

A transferência de calor é definida como a transmissão de energia de uma região a outra, sendo resultado de uma diferença de temperatura entre elas. A temperatura da substância mais quente irá diminuir e a temperatura da substância mais fria, vai elevar-se (se não houver mudança de fase) e, em um determinado período, os corpos passam a ter a mesma temperatura, atingindo o equilíbrio térmico. O corpo que apresentava maior temperatura perde energia térmica, enquanto o outro ganha energia e tem a temperatura elevada. (INCROPERA, 2003; KREITH E BOHN, 2001).

De acordo com Schmidt et al. (1996), quando a transferência de energia resulta apenas da diferença de temperatura, sem a realização de trabalho, então esta transferência de energia recebe o nome de transferência de calor.

Conforme Alberico (2003) o calor é uma forma de energia, pois pode ser convertido em qualquer outra das formas de energia e estas também podem ser convertidas em calor.

Termodinamicamente o calor é definido como a energia em trânsito devido à diferença de temperaturas e que não está associada com a transferência de massa e sem a realização de trabalho. (SCHIMDT, 1996; TAVEIRA, 2008).

Os processos pelos quais ocorre a transferência de calor são: Condução, Convecção e Radiação.

A condução é a transferência de energia através de uma substância, um sólido ou um fluido, como resultado da presença de uma diferença de temperatura dentro da substância ou entre corpos em contato térmico. Na região mais quente as partículas têm mais energia e vibram com mais intensidade e essa vibração se transmite de molécula a molécula até o extremo oposto, espalhando calor pelo corpo inteiro (SCHIMDT et al., 1996; TAVEIRA, 2008).

Para Incropera (2003) e Schmidt (1996), a condução de calor é um processo que exige a presença de um meio material para se propagar e depende da área do corpo e da resistência térmica oferecida pelo material.

Já a convecção é a transferência de energia dentro do fluido devido ao movimento do mesmo de uma posição para outra. Portanto, convecção é um movimento de massas de fluido, trocando de posição entre si (SCHIMDT, 1996; TAVEIRA, 2008).

Todavia, a convecção refere-se ao movimento do fluido originado a partir da diferença de densidade e causada por variações de temperatura deste fluido.

A radiação ocorre quando dois corpos são mantidos a diferentes temperaturas e estão separados entre si por um vácuo perfeito, sem intervenção da matéria, sendo a troca de calor feita por radiação térmica (FILHO, 2012).

Por outro lado, o ganho de calor é a medida que demonstra a quantidade de calor trocado, e se houve “ganho” ou não de calor. Conforme Pena (2002) a quantidade de calor é resultado de grandezas físicas como o calor sensível e calor latente.

De acordo com Pena (2002), toda vez que alteramos o calor (introduzimos ou removemos) num corpo, variando sua temperatura sem alterar seu estado, alteramos o calor sensível desse corpo. Portanto, calor sensível pode ser entendido como o calor que provoca alteração na temperatura sem que haja mudança de fase. (INCROPERA, 2003, SCHMIDT et al., 1996).

Pena (2002), descreve o calor latente de um corpo como o calor que alteramos em um corpo que causa o início da mudança de fase desse corpo. Ou seja:

Toda vez que há troca de calor com mudança de temperatura, sem mudança de estado físico, o calor cedido ou removido é dito Sensível. No momento em que a troca de calor acarreta mudança de estado físico, sem ser acompanhado por mudança de temperatura, dizemos que houve troca de Calor Latente (PENA, 2002, pg. 14).

5.2 Climatização

De acordo com Pena (2002) e Bryant (2001), a climatização ou condicionamento do ar refere-se ao tratamento do ar em um recinto, com ajuste de temperatura, pressão interna, pureza, movimentação e umidade relativa. A finalidade da climatização e a aplicação do condicionamento de ar é o conforto térmico, que pode ser ambiental ou industrial.

O artigo 4º da Portaria 3523/98, cita algumas definições, como a climatização:

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

a) ambientes climatizados: ambientes submetidos ao processo de climatização.

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 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

A transmissão do calor é o fenômeno, conforme Alberico (2003), que permite o condicionamento do ar de fora para dentro ou de dentro para fora de ambientes fechados.

Os sistemas de climatização são empregados no intuito de melhorar o conforto em um ambiente fechado, além de aumentar a produtividade e preservar os elementos de construção ao longo do tempo, eles têm como principal função manter os níveis de umidade do ar e também controlar a temperatura ambiente. O frio ou calor em excesso podem causar superaquecimento em máquinas e a umidade elevada gera mofo e outros inconvenientes.

5.2.1 *Umidade relativa do ar*

Para Kuwakino (2009), a umidade absoluta do ar é muito importante para a climatização dos ambientes. A umidade relativa é a relação aproximada entre as massas do vapor d'água presentes em um volume e a massa de vapor que saturaria aquele volume, com a mesma temperatura e pressão total (PENA, 2002). A umidade do ar é medida com psicrômetros, com termômetros, um de bulbo seco e outro úmido, cujas medidas resultam na Carta Psicrométrica.

5.2.2 *Temperatura*

De acordo com Pena (2002), a temperatura é uma propriedade da matéria, a medida do nível energético de um corpo. Dessa forma, um corpo com alto índice energético tem uma alta temperatura, e dizemos que ele está quente. Ela é expressa em Kelvin (K) no Sistema Internacional de Unidade.

Temperatura de bulbo seco do ar. É a temperatura indicada por um termômetro para uma mistura ar-vapor com a mesma temperatura (PENA, 2002).

Temperatura de bulbo úmido do ar. É a temperatura indicada por um termômetro com seu bulbo envolto em uma gaze molhada, quando exposto a uma corrente de ar até que ocorra o equilíbrio da temperatura ar-vapor, quando a temperatura para de baixar. Segundo Pena (2002), é inferior à temperatura de bulbo seco.

5.2.3 Carta psicrométrica

A carta psicrométrica consiste em um diagrama onde são representadas as propriedades termodinâmicas do ar, representando grandezas como: temperatura de bulbo seco (BS), temperatura de bulbo úmido (BU), umidade relativa do ar (UR), umidade absoluta do ar (W), volume específico e entalpia.

Pode se dizer que a carta é um importante instrumento para se obter as propriedades físicas do ar, onde através de apenas duas propriedades físicas conhecidas, consegue-se através do diagrama psicrométrico, determinar as demais propriedades. Vale salientar que cada carta psicrométrica é específica para determinada pressão atmosférica.

Na Figura 1 descreve-se um modelo de carta psicrométrica.

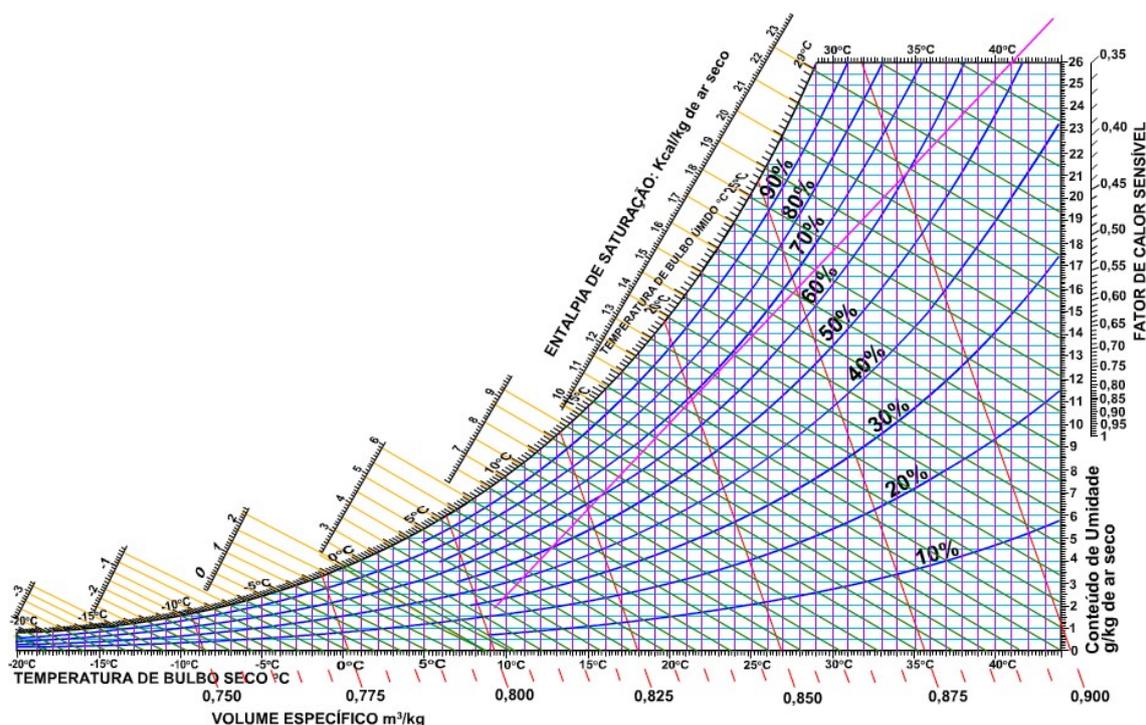


Figura 1 – Carta Psicrométrica. Fonte: Waldri, 2013.

5.2.4 Carga térmica em climatização

De acordo com Bryant (2001) e Pena (2002), é a primeira etapa para o dimensionamento de um sistema de ar condicionado, sendo definida como o “fluxo de

calor que deve ser continuamente transferido de/ou para o ambiente, por um equipamento, de modo atender as condições de conforto ou de processo”.

A carga térmica é a quantidade de calor sensível e latente, que deve ser retirada (resfriamento) ou colocada (aquecimento) no recinto a fim de proporcionar as condições de conforto desejadas ou manter as condições ambientes adequadas para a conservação de um produto ou para realização de um processo de fabricação. O conhecimento da carga térmica é básico para: - dimensionar a instalação; - selecionar equipamentos; - avaliar o funcionamento de equipamentos existentes ou a serem adquiridos; - avaliar as alterações necessárias ao sistema que beneficia ambientes, cuja finalidade venha ser alterada (MATOS, 2015, pg. 48).

A temperatura interna de conforto é considerada na NB 10 – Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto ABNT (1978), apresentadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – condições internas de conforto para residências e escritórios

	Temp. de Bulbo Seco (°C)	Umidade Relativa (%)
Verão	23 a 25	40 a 60
Inverno	20 a 22	35 a 65

Fonte: Bryant, 2001.

5.3 Condicionadores de ar

De acordo com Alberico (2003), o condicionador de ar é um aparelho projetado com o objetivo de tratar o ar de um ambiente, proporcionando condições de temperatura e umidade confortáveis para o ser humano. Eles usam a evaporação de um fluido refrigerante para fornecer refrigeração e desumidificação com circulação e filtragem do ar. Podem também incluir renovação do ar e aquecimento. Os condicionadores de ar podem ser de expansão direta e indireta.

5.3.1 Sistemas de expansão direta

Conforme Alberico (2003) e Pena (2002), um sistema é considerado de expansão direta quando o ar é refrigerado pelo fluido refrigerante (“freon”), ou seja, o fluido troca calor diretamente com o ar insuflado no ambiente. São os aparelhos dos tipos: aparelhos de janela, Splits, e Self Contained.

a) Aparelhos do tipo janela (ACJ)

Os condicionadores do tipo janela (Figura 2) também são conhecidos como

modelo de parede ou individual, sendo utilizados para baixas capacidades.



Figura 2 – Condicionado de ar tipo janela. Fonte: Springer Carrier, 2018.

O condicionador de ar (ACJ) de janela incorpora a unidade evaporadora (onde há a sucção do ar quente do ambiente e devolução do ar refrigerado) e a unidade condensadora (onde se localiza o compressor, onde o ar quente do condensador é eliminado para o ambiente externo) em um único gabinete (BRYANT, 2001; ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

Conforme Antonovicz e Weber (2013), é “possível encontrar no mercado modelos de baixa potência, de 7000 Btu/h, até os mais potentes, no máximo a 30000 Btu/h”, sendo as principais vantagens desse aparelho o valor mais baixo, o modelo mais compacto, e a facilidade de instalação, e a desvantagem de maior nível de ruído.

b) Aparelhos Splits:

Os aparelhos Splits são versáteis e projetados para pequenos, médios e grandes ambientes, apresentando grande eficiência e baixo consumo de energia. Segundo Bryant (2001) a principal característica desse modelo é a instalação das partes ruidosas (condensadora) em áreas externas, deixando apenas a unidade evaporadora no interior do ambiente. São de diversos tipos, sendo os mais citados (Figura 3):

- Hi-Wall (X): permite a instalação na parede, por isso ele também é chamado de “parede”.

- Cassete (Y): modelo de ar-condicionado que possui até quatro vias para a saída do ar e pode ser instalado no teto ou no forro. O cassete é indicado para ambientes de médio porte, residenciais ou comerciais. Uma das principais vantagens desse tipo de split

é que ele fica embutido no teto, sem contar que é possível controlar o fluxo de ar em cada aleta, individualmente (dependendo do fabricante).

Piso-teto (Z): esse modelo que traz a possibilidade de ser instalado no piso ou no teto e conta com um forte desempenho para refrigeração. A capacidade de refrigeração do ar condicionado piso teto pode variar de 18.000 Btu/h a 80.000 Btu/h. Sua principal característica é o bom aproveitamento de espaço e permite que a instalação seja versátil, ou seja, instalado nas posições: sobre o piso (também chamado de console), na parede e no teto, liberando um espaço maior para o tráfego de pessoas ou objetos (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).



Figura 3 – Tipos de ar condicionado modelos splits. Fonte: Antonovicz e Weber, 2013.

c) Aparelhos Self Contained:

Os condicionadores de ar dessa configuração têm como característica básica a operação de todos os componentes do ciclo de refrigeração dentro de um único gabinete (BRYANT, 2001). Eles podem ser de insuflação direta, que ficam dentro do próprio ambiente, ou dutados, ficam instalados em salas de máquinas e fazem o transporte do ar gelado através de uma rede de dutos, sendo acionado manualmente ou por controle remoto, conforme (Figura 4).



Figura 4 – Aparelho Self Contained. Fonte: Springer Carrier, 2018.

Segundo Filho (2012), o sistema Self Contained é um modelo que reúne todas as unidades dentro de um aparelho apenas, sendo o mais eficaz dos modelos e podendo resfriar um andar inteiro. “É possível encontrar aparelhos self contained a partir de 3 TRs (equivalente a 36 mil BTUs), podendo atingir até 60 TRs” (FILHO, 2012). Também podem ser encontrados Selfs com dois tipos de gases refrigerantes: o R22 ou R407C (gás ecológico). Além disso, existem dois tipos de Self Contained: com condensador à água que requer uma torre de resfriamento e com condensador a ar, podendo esse último ainda ser na própria Self ou ser um condensador remoto. Esses aparelhos não possuem ciclo reverso, ou seja, só resfriam.

5.3.2. *Sistemas de expansão indireta*

De acordo com Alberico (2003) e Pena (2002), um sistema é considerado de expansão indireta quando o ar é refrigerado por água, sendo esta resfriada em um circuito de compressão por um “chiller”. Ou seja, nesse sistema utiliza-se resfriadores de líquidos.

a) Chiller

Os Chillers (Figura 5) são resfriadores de água, ou seja, produzem água gelada com o objetivo de resfriar o ar, produtos ou equipamentos. Também conhecidos como

Central de Água Gelada, esse sistema de condicionamento de ar tem uma unidade do tipo fancoil em cada ambiente a ser condicionado. Esses ambientes possuem sensores de temperatura que transmitem um sinal elétrico para o atuador da válvula instalada na tubulação de retorno da unidade condicionadora de ar (ALBERICO, 2003).



Figura 5 – Aparelho Chiller. Fonte: Springer Carrier, 2018.

Conforme o Alberico (2003) e Filho (2012), fancoil é o componente do sistema provido de serpentina e ventilador, em que o ventilador força a passagem do ar através da serpentina, onde acontece a refrigeração do ar, sendo então encaminhado aos ambientes através das redes de dutos.

6. PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE – PMOC

De acordo com Dantas (1999) muito se fala em higienização de dutos de ar condicionado, porém, a manutenção de sistema de ar condicionado não se resume apenas em higienização dos dutos. É um contexto muito maior. A portaria 3.523/98 estabelece que os responsáveis pelos sistemas de climatização devem implantar e manter um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC, contendo a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade das mesmas e as recomendações a serem adotadas em situações de falha dos equipamentos.

O objetivo do PMOC é principalmente estabelecer as atividades a serem desenvolvidas, como limpeza e manutenção, 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. Deve conter ainda o número de ocupantes dos ambientes climatizados, carga térmica dos equipamentos, dentre outras especificações presentes no Anexo I da Portaria MS 3.523/98.

No entanto, não é qualquer local que possua ar condicionado que estará obrigado a elaborar o PMOC. Conforme determinado pelo artigo 6º, inciso “a” da Portaria MS 3.523/98, deverão implantar o PMOC os proprietários, locatários e prepostos, responsáveis por sistemas de climatização com capacidade acima de 5 TR (15.000 Kcal/h = 60.000 BTU/h).

Importante salientar que a capacidade de 5 TR não se limita a cada ar condicionado, mas sim a todo sistema de climatização, ou seja, se houver em um estabelecimento mais de um aparelho de ar condicionado, que se encontrem em ambientes que se comuniquem, as suas capacidades deverão ser somadas, e caso ultrapassem os 5 TR's estabelecidos na norma, estará sujeito ao PMOC. Para que possa considerar que os ambientes se comuniquem basta que estes estejam interligados, seja através de janelas, portas ou corredores que os liguem.

As instruções normativas descritas na Resolução-RE N° 09, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, do Ministério da Saúde de 16 de janeiro de 2003, Brasil (2003) estabelece critérios e metodologias de monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos do ar interior para avaliar a contaminação do sistema. Esse tipo de monitoramento serve para complementar às exigências da Portaria nº 3.523/98, de 28 de agosto de 1998, Brasil (1998) que orienta a implantação do Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC). Contemplando medidas que garantam a

qualidade dos ambientes, tais como limpeza dos sistemas, renovação de ar, gestão com profissional devidamente habilitado, equipamentos bem dimensionados entre outros (JUNG, 2015).

O Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC para sistemas de climatização é, um planejamento voltado para garantir que a manutenção e operação dos sistemas de ar condicionado estejam dentro das melhores condições. Isto significa que os equipamentos estarão operando de acordo com padrões estabelecidos pelos fabricantes através da Resolução ANVISA RE-09 de 2003, que dita os parâmetros de aceitabilidade da QAI – Qualidade do Ar de Interiores, e que seus componentes estarão limpos e adequados para o uso contínuo, preservando desta forma o meio ambiente e diretamente a saúde dos ocupantes dos ambientes atendidos.

6.1 Síndrome do Edifício Doente – SED

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (1999), as doenças relacionadas com a qualidade do ar de interiores são classificadas como “síndrome do edifício doente” (SED) descreve uma condição médica em que 20% dos ocupantes de um determinado edifício sofrem de sintomas de doenças, ou se sentem mal, sem haver um motivo aparente para isto. Os sintomas tendem a se tornar mais fortes enquanto a pessoa está dentro do edifício e tendem a diminuir e até desaparecer quando esta pessoa está longe deste ambiente.

A SED resulta numa diminuição substancial do desempenho no trabalho e nas relações interpessoais, além de uma perda considerável de produtividade (COHEN, 2004). O Ministério da Saúde, por meio da Portaria 3.523 de 28 de agosto de 1998, estabelece que todos os sistemas de climatização devem estar em condições adequadas de limpeza, manutenção, operação e controle, exigindo verificações e limpezas periódicas nos componentes tais como: bandejas, serpentinas, umidificadores, ventiladores, filtros e dutos (BRASIL, 1998).

O artigo 4º da Portaria 3523/98, cita a definição de SED:

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

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

(MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

6.2 Legislação Aplicável

De acordo com a ABNT, a definição de Norma é “o documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, diretrizes ou características mínimas para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto”.

Diz ainda, “A norma é, por princípio, de uso voluntário, mas quase sempre é usada por representar o consenso sobre o estado da arte de determinado assunto, obtido entre especialistas das partes interessadas”.

No Brasil, esse organismo reconhecido é a própria ABNT, e as NBRs se encontram dentro dessas normas técnicas. Como foi falado no parágrafo anterior, as normas são de uso voluntário, mas quando são mencionadas em alguma Lei ou Decreto de órgãos do poder público, o seu cumprimento se torna obrigatório.

NR é a sigla de Norma Regulamentadora estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, com caráter obrigatório.

Em uma sociedade, a função das leis é controlar os comportamentos e ações dos indivíduos de acordo com os princípios daquela sociedade.

São muitas as Normas e Leis que podem e devem ser consideradas para o estudo de sistemas de climatização, e em específico sobre o PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle sendo as mais relevantes e seus pontos principais citados nos tópicos seguintes.

6.2.1 Lei 13.589/2018

Essa lei tornou obrigatório, em todos os edifícios de uso público e coletivo, o PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle em sistemas de ar condicionado. A mudança faz com que as legislações sobre o tema (Portaria 3523 e Resolução 9 da Anvisa), assim como as normas da ABNT, ganhem força e passem a ser mandatórias.

A nova lei aumenta a conscientização e fiscalização sobre condutas na manutenção em sistemas de ar condicionado.

A promulgação da norma eleva a discussão sobre os benefícios de uma qualidade do ar satisfatória e sobre os riscos de um sistema em condições inadequadas para a saúde dos ocupantes.

6.2.2 Portaria 3523/98

Conforme definido em seus Art. 1º e 2º:

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

Art. 2º Determinar que serão objeto de Regulamento Técnico a ser elaborado por este Ministério, medidas específicas referentes a padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados, no que diz respeito a definição de parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, a identificação dos poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, bem como pré-requisitos de projetos de instalação e de execução de sistemas de climatização (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

Do Ministério da Saúde, regulamenta medidas específicas para o padrão de qualidade do ar em ambientes climatizados (parâmetros físicos e composição química).

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

f. garantir a adequada renovação do ar de interior dos ambientes climatizados, ou seja no mínimo de 27 m³/h/pessoa (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

Portanto, entre outras medidas, essa Portaria determina a Taxa de Renovação de Ar Interno em 27 m³ por hora para cada pessoa.

6.2.3 Resolução nº 9, de janeiro de 2003

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), essa resolução determina padrões de Qualidade do Ar Interior (QAI) em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Os pontos mais importantes são:

- 2 – Os Valores Máximos Recomendáveis para contaminação química são: [...]
- 2.1 - 1000 ppm de dióxido de carbono - (CO₂) , como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar.[...]
- 3.1 - a faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para verão, deverá variar de 23°C a 26°C [...]. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da 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% [...]. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da 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 menos 0,25 m/s.
- 3.4 - a Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m³/hora/pessoa, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas (ANVISA, 2003).

Portanto, é dessa Resolução que resulta o padrão exigido de renovação de ar, com a taxa de 27 m³ a cada hora para cada pessoa, assim como a Umidade Relativa para ambientes internos (40 a 65% no verão e 35 a 65% no inverno). Também nessa resolução é estabelecido o limite de Dióxido de carbono como indicador da renovação do ar interno.

Importante ressaltar que o monitoramento da qualidade do ar, previsto nessa Resolução, deverá ser efetuado em todo ambiente da empresa em que houver mais de uma pessoa trabalhando e, obviamente, tal local possuir um ou mais aparelhos de ar condicionado. Não podendo confundir a obrigação de elaborar o PMOC, que é voltado apenas aos locais onde contém um sistema de climatização com capacidade igual ou superior a 5 TR's (15.000 Kcal/h = 60.000 BTU/h).

6.2.4 Norma ABNT 16401

Esta é uma norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas que trata das instalações de ar condicionado e possui três partes:

1 - Projeto das instalações: estabelece parâmetros básicos e requisitos mínimos para sistemas de ar condicionado centrais e unitários, acima de 10 kW.

2 - Parâmetros de conforto térmico: especifica parâmetros do ambiente interno que proporcionem conforto aos ocupantes do recinto (uma maioria de 80% das pessoas de um grupo homogêneo em termos de atividade física e tipo de roupa usada).

3 - Qualidade do ar interior: especifica parâmetros básicos e requisitos mínimos para a obtenção da qualidade aceitável de ar interior para conforto.

É uma atualização da ABNT 6401 e apresenta tabelas de todo o planejamento e

estudo do sistema de climatização, resultantes de experimentos e cálculos. As principais tabelas são:

- TABELA 1. Condições internas para verão;
- TABELA 2. Condições internas para inverno;
- TABELA 3. Recomendações para aplicações de filtros de ar;
- TABELA 4. Ar exterior para renovação;
- TABELA 5. Níveis de ruído permissíveis;
- TABELA 6. Condições externas para verão;
- TABELA 7. Condições externas para inverno;
- TABELA 8. Infiltração de ar;
- TABELA 9. Valores para ocupação dos recintos;
- TABELA 10. Energia dissipada pelas luminárias;
- TABELA 11. Calor liberado por fonte diversas;
- TABELA 12. Calor liberado por pessoas;
- TABELA 13. Velocidades recomendadas e máximas para dutos de ar e equipamentos de sistema de baixa pressão;
- TABELA 14. Bitolas de chapas para a fabricação de dutos rígidos e sistemas de baixa pressão;
- TABELA 15. Parâmetros máximos para seleção da tubulação de água.

6.3 Manutenção

De acordo com MONCHY (1987, p. 3), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. KARDEC & NASCIF (2009, p. 23) define o ato de manter ou a manutenção industrial como “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

Em 1975, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela norma TB-116, definiu o termo manutenção como sendo o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição desejada. Anos mais tarde, em 1994, a NBR-5462 trazia uma revisão do termo como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas,

incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 1994).

Existem diversas definições e conceitos apresentados para a manutenção, a maioria com enfoque nos aspectos preventivos, conservativos e corretivos da atividade; mas é interessante observar a mudança, mais recente, que incluiu nas definições os aspectos humanos, de custos e de confiabilidade da função manutenção, como consequência do aumento da importância e responsabilidades do setor dentro das organizações.

Apesar de existirem na indústria pessoas responsáveis pela manutenção, estes ainda eram subordinados à função operação e executavam manutenção corretiva emergencial, o que implicava em conserto após falha e eventual indisponibilidade de máquina. Apenas com a II Guerra Mundial, no final da década de 30, e com a necessidade de produções cada vez maiores e mais enxutas, é que se começou a praticar o monitoramento de máquinas e equipamentos com base no tempo, caracterizando o que hoje se conhece por manutenção preventiva. Assim, a função manutenção, corretiva e preventiva, viria a assumir dentro da indústria posição hierárquica igual à da função produção (FILHO, 2008).

O artigo 4º da Portaria 3523/98, cita a definição de manutenção:

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

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 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

6.3.1 Tipos de Manutenção

Os tipos de manutenção são caracterizados pela maneira como é feita a intervenção no sistema. Neste trabalho, serão descritas algumas práticas básicas de manutenção, consideradas como principais por diversos autores. São elas: manutenção corretiva planejada e não – planejada, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

6.3.1.1 *Manutenção Corretiva*

É a forma mais simples e mais primitiva de manutenção. De acordo com SLACK et al. (2002, p. 625) “significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido [...]”. Apesar de esta definição apontar para uma manutenção simplesmente entregue ao acaso, essa abordagem ainda se subdivide em duas categorias: planejada e não-planejada.

- Manutenção corretiva não-planejada: a correção da falha ou do desempenho abaixo do esperado é realizada sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior, aleatoriamente. Implica em altos custos e baixa confiabilidade de produção, já que gera ociosidade e danos maiores aos equipamentos, muitas vezes irreversíveis (OTANI & MACHADO, 2008).

- Manutenção corretiva planejada: quando a manutenção é preparada. Ocorre, por exemplo, pela decisão gerencial de operar até a falha ou em função de um acompanhamento preditivo. OTANI & MACHADO (2008, p. 4) apontam que “pelo seu próprio nome planejado, indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido”.

De acordo com ALMEIDA (2000, p. 2) “poucas plantas industriais usam uma filosofia verdadeira de gerência por manutenção corretiva. Em quase todos os casos, as plantas industriais realizam tarefas preventivas básicas, como lubrificação e ajustes da máquina, mesmo em um ambiente de manutenção corretiva.” Entretanto, o mais importante, segundo ALMEIDA (2000), é que ao adotar esse tipo de filosofia, as máquinas e equipamentos da planta não são revisados e não passam por grandes reparos até a falha. Esse tipo de gerência de manutenção, apesar de simples, pode requerer custos altíssimos, associados a: estoque de peças sobressalentes, trabalho extra, custo ociosidade de máquina e baixa disponibilidade de produção (ALMEIDA, 2000). E os custos tendem a aumentar ainda mais caso o tempo de reação se prolongue, seja por falha da equipe de manutenção, seja por falta de peça de reposição. Segundo ALMEIDA (2000, p. 2) “(...) O resultado líquido deste tipo reativo de gerência de manutenção é o maior custo de manutenção e menor disponibilidade de maquinaria de processo. A análise dos custos de manutenção indica que um reparo realizado no modo corretivo-reativo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo.”

6.3.1.2 Manutenção Preventiva

É a manutenção voltada para evitar que a falha ocorra, através de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos. Segundo SLACK et al. (2002, p. 645), “visa eliminar ou reduzir a probabilidade de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré – planejados”.

De acordo com ALMEIDA (2000, p.3) “todos os programas de gerência de manutenção preventiva assumem que as máquinas degradarão com um quadro típico de sua classificação em particular”. Ou seja, os reparos e recondiçõamentos de máquinas, na maioria das empresas, são planejados a partir de estatísticas, sendo a mais largamente usada a curva do tempo médio para falha – CTMF (ALMEIDA, 2000).

6.3.1.3 Manutenção Preditiva

É a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, visando definir o instante correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo (OTANI & MACHADO, 2008).

Segundo ALMEIDA (2000, p. 4): “(...) trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, e a efetividade global de nossas plantas industriais de manufatura e de produção”. Isso porque tal abordagem se utiliza de ferramentas mais efetivas para obter a condição operativa real dos sistemas produtivos, ou seja, consegue fornecer dados sobre a condição mecânica de cada máquina, determinando o tempo médio real para falha. Portanto, todas as atividades de manutenção são programadas em uma base “conforme necessário”.

6.4 Responsabilidade Técnica

A responsabilidade pela qualidade do ar dos ambientes climatizados é do proprietário ou locatário do imóvel. Este deverá contratar um responsável técnico, legalmente habilitado, para assumir esta função de maneira formal e legal, para eventualmente ser responsabilizado perante a lei, caso as exigências contidas na legislação específica não sejam cumpridas.

O responsável técnico legalmente habilitado é o engenheiro mecânico, o qual tem o dever de elaborar, implementar e manter o PMOC dentro de suas premissas legais.

Caso não exista o responsável técnico, então o proprietário ou locatário será responsabilizado.

De acordo com o artigo 6º da Portaria 3523/98 é citada a obrigatoriedade de manter um responsável técnico habilitado:

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

- a) implantar e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC, adotado para o sistema de climatização. Este Plano deve conter a identificação do estabelecimento que possui ambientes climatizados, a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade das mesmas, as recomendações a serem adotadas em situações de falha do equipamento e de emergência, para garantia de segurança do sistema de climatização e outros de interesse, conforme especificações contidas no Anexo I deste Regulamento Técnico e NBR 13971/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.
- b) garantir a aplicação do PMOC por intermédio da execução contínua direta ou indireta deste serviço.
- c) manter disponível o registro da execução dos procedimentos estabelecidos no PMOC.
- d) divulgar os procedimentos e resultados das atividades de manutenção, operação e controle aos ocupantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

O PMOC não pode ser assinado por técnicos de nível médio. Entretanto, os mesmos podem prestar serviços de assistência técnica, assessoria no estudo, pesquisa e coleta de dados, além da aplicação de normas técnicas e regulagem de aparelhos e instrumentos concernentes aos serviços de manutenção e fiscalização da qualidade do ar nos ambientes climatizados.

Pela nova lei (13.589/2018), os engenheiros são responsáveis e podem ser penalizados, em decorrência da má utilização do plano de manutenção; as falhas ocorridas após a instalação do sistema de climatização são de responsabilidade do engenheiro. Mas, segundo a Portaria 3523, Artigo 6º, do Ministério da Saúde, o proprietário, o preposto e o locatário também podem ser responsabilizados.

A responsabilidade profissional é determinada pela Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), instituída pela Lei nº 6.496/77, e que caracteriza legalmente os direitos e obrigações entre profissionais do Sistema Confea/Crea e contratantes de seus serviços técnicos.

O recolhimento da ART, nesse caso, é muito importante, pois é preciso que o responsável possa deixar o processo todo por escrito, inclusive sobre as demandas não atendidas, por exemplo, solicitar a troca de filtros se a empresa não autorizar a compra.

O Ministério da Justiça e Segurança Pública vetou o parágrafo 2º do Artigo 1º da Lei 13.589, que atribuía a responsabilidade do PMOC ao engenheiro mecânico. As entidades de classe tentam reverter o veto, mas, enquanto isso não acontece, a ABRAVA recomenda seguir as determinações do CONFEA e do CREA, definindo o engenheiro mecânico como responsável técnico pela manutenção do sistema de ar condicionado.

Os responsáveis técnicos devem ainda garantir a aplicação do Plano de Manutenção por intermédio da execução contínua desse serviço, manter disponível o registro da execução dos procedimentos estabelecidos no plano e divulgar os procedimentos e resultados das atividades de manutenção, operação e controle. A definição mais específica e operacional para a manutenção consiste no conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem a um estado específico ou, ainda, assegurar um determinado serviço.

6.5 Ficha PMOC (Padrão ANVISA)

ANEXO I

PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE - PMOC

1 – Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes:

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

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

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

3 – Identificação do Responsável Técnico:

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

*ART = Anotação de Responsabilidade Técnica

4 – Relação dos Ambientes Climatizados:

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

NOTA: anexar Projeto de instalação do sistema de climatização.

5 - Plano de Manutenção e Controle

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

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

acústico (se está preservado e se não contém bolor);				
verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	-	-	-	-
levar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;				
limpar o gabinete do condicionador;	-	-	-	-
verificar os filtros de ar.	-	-	-	-
- filtros de ar	-	-	-	-
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar e eliminar as frestas dos filtros;	-	-	-	-
limpar o elemento filtrante.	-	-	-	-
c) Ventiladores				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
verificar a fixação;	-	-	-	-
verificar o ruído dos mancais;	-	-	-	-
lubrificar os mancais;	-	-	-	-
verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento;	-	-	-	-
verificar vazamentos nas ligações flexíveis;	-	-	-	-
verificar a operação dos amortecedores de vibração;	-	-	-	-
verificar a instalação dos protetores de polias e correias;	-	-	-	-
verificar a operação dos controles de vazão;	-	-	-	-

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

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

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

g) Torre de Resfriamento				
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	-	-	-	-
Notas:				
<p>1) As práticas de manutenção acima devem ser aplicadas em conjunto com as recomendações de manutenção mecânica da NBR 13.971 - Sistemas de Refrigeração. Condicionamento de Ar e Ventilação - Manutenção Programada da ABNT, assim como aos edifícios da Administração Pública Federal o disposto no capítulo Práticas de Manutenção, Anexo 3, itens 2.6.3 e 2.6.4 da Portaria nº 2.296/97, de 23 de julho de 1997, Práticas de Projeto, Construção e Manutenção dos Edifícios Públicos Federais, do Ministério da Administração Federal e Reformas de Estado - MARE. O somatório das práticas de manutenção para garantia do ar e manutenção programada visando o bom funcionamento e desempenho térmico dos sistemas, permitirá o correto controle dos ajustes das variáveis de manutenção e controle dos poluentes dos ambientes.</p> <p>2) Todos os produtos utilizados na limpeza dos componentes dos sistemas de climatização, devem ser biodegradáveis e estarem devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.</p> <p>Toda verificação deve ser seguida dos procedimentos necessários para o funcionamento correto do sistema de climatização.</p>				

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

Descrição:
-
-
-
-
-
-
-
-

ANEXO II

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

Classe de filtro	Eficiência (%)	
Grossos	G0	30-59
-	G1	60-74
-	G2	75-84

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

Notas:

1) métodos de ensaio:

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

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

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

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

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

3) SBCC - Sociedade Brasileira de Controle da Contaminação.

7. METODOLOGIA

Conforme Lakatos e Marconi (2006), quando submetemos o conhecimento empírico a algum método científico o transformamos em conhecimento científico. Portanto, é fundamental a descrição do método de realização da pesquisa para a validação da mesma. A presente pesquisa apresenta investigações de natureza aplicada, sendo esta considerada uma pesquisa exploratória, com realização de um estudo de caso em um estabelecimento comercial.

Pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito e seu objetivo principal é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. (GIL 2002, p. 41)

De acordo com Steffenello (2012), a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de buscar conhecimentos para aplicação de seus resultados, com objetivo de construir para fins práticos e visando a solução imediata do problema encontrado na realidade.

Primeiramente foi realizado um estudo utilizando a técnica de pesquisa bibliográfica que, de acordo com Lakatos e Marconi (2007), é feita através de dados secundários, ou seja, através de conteúdos já publicados, com objetivo de obter informações quanto aos requisitos mínimos de projeto, normas, portarias e resoluções vigentes no que se refere à climatização, qualidade do ar e conforto térmico para ocupação humana, com posterior levantamento de dados, visando o conhecimento do atual sistema de climatização e qual o melhor de plano de manutenção a ser elaborado.

No entanto, a primeira etapa do levantamento de dados, realizou-se pela conceituação e definição do referencial teórico, buscando caracterizar os equipamentos de climatização instalados no estabelecimento em estudo.

Dando seguimento a parte prática do estudo, foi realizado levantamento de dados, visando o conhecimento do atual sistema de climatização do estabelecimento em termos de capacidade térmica dos aparelhos, além da limpeza e manutenção dos mesmos.

Por fim, após a referida coleta de dados, foi elaborado e aplicado o Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC, 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 do sistema de climatização. Além de ter sido calculado e especificado um

aparelho para a renovação do ar, levando – se em consideração os requisitos legais de acordo com as normas e legislações vigentes.

Portanto, o procedimento utilizado foi o estudo de caso, que, de acordo com Yin (2005), é o tipo de estratégia de pesquisa que visa contribuir com o conhecimento dos fenômenos individuais, onde o pesquisador não controla os fenômenos, sendo estes da vida real.

8. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse trabalho, estão apresentados os resultados da aplicação da metodologia estabelecida, o estudo tanto do sistema de climatização, quanto das normas e legislações necessárias para a elaboração e aplicação do PMOC, bem como o cálculo e especificação de um aparelho para a renovação do ar do ambiente

8.1 Descrição do Ambiente

O ambiente onde realizou – se o estudo de caso consiste em um estabelecimento comercial, localizado na rua Teresópolis, nº 1740, bairro Redenção, na cidade de Manaus, o qual fica alocado no piso térreo de um edifício de 3 andares.

O estabelecimento possui altura de 2,70 m, e a área total da construção do mesmo é de aproximadamente 100 m², sendo sua utilização para atividade comercial. O mesmo é ocupado por 3 funcionários fixos, porém com moderada rotatividade de clientes.

8.2 Inventário

Atualmente, estão instalados no ambiente 3 aparelhos de climatização e todos de expansão direta, sendo 1 Split do tipo piso teto, marca Pioneer com capacidade térmica de 48.000 Btu/h, e 2 do tipo janela, marca Springer e ambos com capacidade térmica de 30.000 Btu/h.

8.2.1 Capacidade Térmica dos Aparelhos

Na Tabela 2 estão listados os aparelhos instalados e a capacidade de refrigeração de cada equipamento, somando as cargas térmicas de climatização individuais, tem se um total de 108.000 BTU/h, ou transformando para TR uma capacidade de aproximadamente 9TR.

Tabela 2 – Capacidade instalada no ambiente (Btu/h)

LOCALIZAÇÃO	AMBIENTE CLIMATIZADO	TIPO	MODELO	MARCA	CAPACIDADE (Btu/h)
MERCADINHO FALEIROS	Setor de Bebidas	Split	Piso-teto	Pionner	48.000
	Setor Produtos de Limpeza	Janela	ACJ	Springer	30.000
	Setor do Caixa e Estivas	Janela	ACJ	Springer	30.000
TOTAL					108.000

Na figura 6 o gráfico demonstra a capacidade térmica instalada por tipo de aparelho em Btu/h, cuja a capacidade total dos aparelhos tipo janela (ACJ) é 60.000 Btu/h e a capacidade do aparelho Split é 48.000 Btu/h.

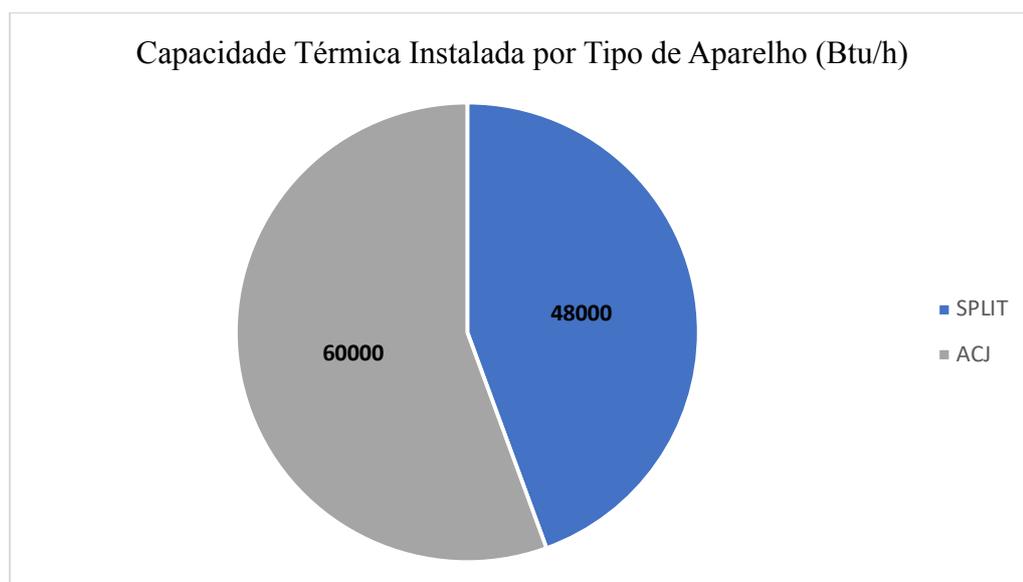


Figura 6 – Gráfico da capacidade térmica instalada por tipo de aparelho (Btu/h)

8.2.2 Quantidade de Aparelhos por Tipo

Na figura 7 observa – se o número de total de aparelhos instalados no estabelecimento, divididos por tipo e demonstrados através do gráfico de colunas.

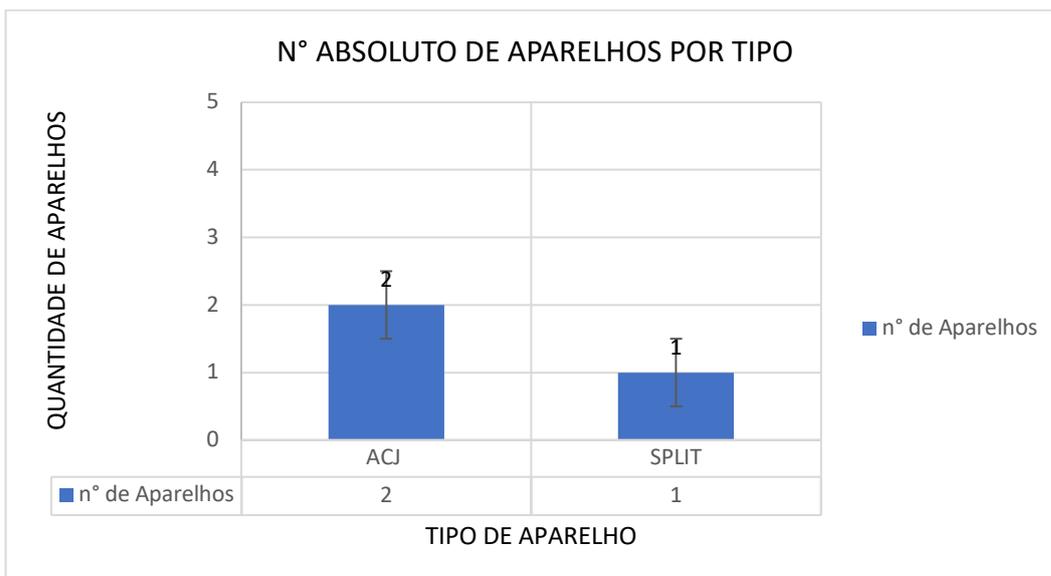


Figura 7 – Gráfico do número absoluto de aparelhos por tipo.

8.3 Elaboração do PMOC

Após análise e levantamento dos aparelhos instalados no estabelecimento e principalmente com base na portaria n° 3523/98 e resolução RE 9 da ANVISA, elaborou – se o Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC, que é um planejamento voltado para garantir que a manutenção e operação dos sistemas de climatização estejam dentro das melhores condições possíveis. Nesse plano de manutenção estabeleceu – se atividades a serem desenvolvidas, como: levantamento quantitativo dos equipamentos instalados e sua localização; análise das instalações dos equipamentos, cronograma de manutenção programada para cada tipo de aparelho de climatização e recomendações de segurança em situações de falhas dos equipamentos.

A elaboração do PMOC desenvolveu – se em planilhas do Excel, sendo que para cada condicionador de ar do estabelecimento foi elaborado um PMOC específico, totalizando 4 planilhas distintas. Das quais, a primeira refere – se às manutenções programadas do condicionador de ar do tipo Split, a segunda e a terceira referem – se às manutenções dos condicionadores de ar do tipo janela (ACJ), e a quarta planilha é o cronograma geral das manutenções programadas para os condicionadores de ar do estabelecimento.

Na primeira parte do plano, constam os dados do responsável técnico, do cliente e da localização dos equipamentos, além dos ambientes climatizados pelos mesmos, assim como suas características técnicas.

Na segunda parte do plano, constam os itens e atividades a serem realizadas, bem como suas frequências e os meses do ano representados por números de 1 a 12 que são referentes a cada manutenção prevista durante o decorrer do ano.

Os itens destacados em vermelho correspondem aos procedimentos que constam nas legislações e são obrigatórios, sendo os demais realizados além da legislação, porém em conformidade com a ABNT e os fabricantes dos equipamentos.

A frequência ou periodicidade das manutenções está representada pelas cores amarelo, azul, verde e vermelho. Que significam respectivamente, manutenções mensais (amarelo), trimestrais (azul), semestrais (verde) e anuais (vermelho).

Na continuação do plano, referente aos serviços executados, constam os campos para preenchimento da data de execução, horas trabalhadas, nome e assinatura do executante, engenheiro mecânico responsável e funcionário da manutenção respectivamente, além do número das ordens de serviço. campos para descrever um eventual problema, como também da O.S. para correção do mesmo, além é claro do campo para a assinatura do engenheiro mecânico responsável e seu respectivo CREA.

Na parte final do plano, consta uma legenda com as seguintes siglas e seus significados, a serem usadas para preencher o PMOC durante as manutenções:

N – Item normal nada a relatar ou realizar

AN – Item com necessidade de manutenção

NA – Não aplicável

Logo após a legenda, constam os campos para descrever um eventual problema, bem como sua data, O.S para correção e o nome do executante da mesma.

PLANO DE MANUTENÇÃO - MERCADINHO FALEIROS - ANO: 2018

LOCAL: MERCADINHO FALEIROS MANUTENÇÃO PREVENTIVA RESPONSÁVEL: PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS

EQUIPAMENTO			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
LOCAL	IT. Nº EQUIPAMENTO	TIPO MARCA	52 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52											
MERCADINHO FALEIROS	01	SPLIT PIONNER	CARACTERÍSTICA											
			AMBIENTE CLIMATIZADO											
			SETOR DE BEBIDAS	48.000 BTU'S										
	01	ACJ SPRINGER	SETOR PRODUTOS DE LIMPEZA	30.000 BTU'S										
	02	ACJ SPRINGER	SETOR DO CAIXA E ESTIVAS	30.000 BTU'S										

LEGENDAS:

1) FREQÜÊNCIA

3) PROGRAMAÇÃO E ACOMPANHAMENTO:

- MANUTENÇÃO MENSAL
- MANUTENÇÃO TRIMESTRAL
- MANUTENÇÃO SEMESTRAL
- MANUTENÇÃO ANUAL

ELABORADO POR:
Engº PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS

APROVADO POR :
Engº PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS

MANAUS 31 DE MAIO DE 2018

8.4 Aplicação do PMOC

Após a elaboração dos PMOC's para os condicionadores de ar do estabelecimento comercial e uma primeira análise das instalações dos equipamentos, os mesmos foram implantados e aplicados inicialmente no mês de junho de 2018.

A execução das atividades relacionadas ao mês de junho, restringiram – se aos itens de número 1 ao número 11, referentes às manutenções programadas mensais e trimestrais, representadas respectivamente pelos campos em amarelo e azul.

Para o correto preenchimento do plano de manutenção, fez – se necessário o uso da seguinte legenda, já mencionada anteriormente:

N – Item normal nada a relatar ou realizar

AN – Item com necessidade de manutenção

NA – Não aplicável

O primeiro PMOC aplicado foi referente ao condicionador de ar do tipo Split, ativo 1 da marca Pionner e capacidade térmica de 48.000 Btu's. E o seu preenchimento iniciou – se pelos campos da coluna de número 6 das manutenções, referente ao mês de junho de 2018, sendo a sigla **N** usada para todas as atividades representadas pelos 11 primeiros itens, não havendo nenhum problema ou necessidade de manutenção além dos procedimentos já descritos nos 11 itens do plano de manutenção.

A aplicação do segundo e o terceiro PMOC foi referente aos condicionadores de ar do tipo janela (ACJ), ativos 1 e 2 da marca Springer e ambos com capacidade térmica de 30.000 Btu's. Assim como no PMOC do Split, os campos preenchidos inicialmente foram os da coluna de número 6 das manutenções referentes ao mês de junho de 2018. Porém, diferente do primeiro PMOC, os campos referentes aos itens de número 4 (Eliminar vazamento nos registros e válvulas), 10 (Verif. Isolamento térmico das tubulações, corrigindo) e 11 (Lavar condensadora e evaporadora se necessário) foram preenchidos com a sigla **NA**, pois os mesmos não são aplicáveis aos condicionadores do tipo janela (ACJ) e os campos referentes aos itens restantes 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9 foram preenchidos com a sigla **N**, não havendo também nenhum problema ou necessidade de manutenção além dos referentes procedimentos já preenchidos com a sigla **N** e descritos no plano de manutenção.

Na parte final do plano foram preenchidos os campos referentes a data de execução do serviço e horas trabalhadas, bem como os campos das assinaturas dos

responsáveis pelo serviço, sendo esses, o executante do serviço, o engenheiro responsável e o funcionário do estabelecimento onde foi aplicado o PMOC.

PLANO DE MANUTENÇÃO - MERCADINHO FALEIROS - ANO: 2018

LOCAL: MERCADINHO FALEIROS MANUTENÇÃO PREVENTIVA RESPONSÁVEL: PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS

EQUIPAMENTO		Mês											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez
1	SPLIT PIONNER -	48.000 BTUS											
2	ACJ SPRINGER -	30.000 BTUS											
3	ACJ SPRINGER -	30.000 BTUS											

LEGENDAS:

1) FREQUÊNCIA

- MANUTENÇÃO MENSAL
- MANUTENÇÃO TRIMESTRAL
- MANUTENÇÃO SEMESTRAL
- MANUTENÇÃO ANUAL

2) PROGRAMAÇÃO E ACOMPANHAMENTO:

ELABORADO POR:
Engº PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS
Paulo Roberto Viana Faleiros

APROVADO POR:
Engº PAULO ROBERTO VIANA FALEIROS
Paulo Roberto Viana Faleiros
MANAUS 31 DE MAIO DE 2018

8.5 Renovação do ar

Todo o ar externo inserido no sistema de ar condicionado deve ser previamente filtrado através da TAE – Tomada de Ar Externo. O grau de filtragem depende de alguns fatores, como o tipo de ambiente, a estrutura de dutos, os poluentes encontrados no ambiente externo, entre outros. A própria Resolução 09, da Anvisa, determina frequência mínima de limpeza para a TAE de 30 dias. Demais componentes do sistema de ar externo devem seguir orientações da Portaria 3523 e normas brasileiras, como a NBR 16.401.

Tabela 3 – Distância mínima de possíveis fontes de poluição

Entrada de garagens estacionamentos ou "drive-in"	5 m
Docas de carga e descarga estacionamento de ônibus	7,5 m
Estradas, ruas com pouco movimento	1,5 m
Estradas, ruas com tráfego pesado	7,5 m
Telhados, lajes, jardins ou outra superfície horizontal	1,5 m
Depósitos de lixo e área de colocação de caçambas	5 m
Locais reservados a fumantes (fumódromos)	4 m
Torres de resfriamento	10 m

Fonte – Adaptada da ANSI/ASHRAE 62.1:2004

Pena (2002) descreve o ar de ventilação como o utilizado para renovar o ambiente interno, que está sempre sendo depreciado pela queima no metabolismo humano e pela agregação dos poluentes internos. Esse ar, que vem da parte externa do ambiente, é fundamental para diluir os odores produzidos nos recintos.

Ambientes fechados são obrigados a garantir adequada renovação do ar de interior dos ambientes climatizados, ou seja, no mínimo de 27 m³/h/pessoa e no caso de sistemas com capacidade acima de 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 Btu/h), deverão manter um responsável técnico habilitado. Cabe registrar que profissionais autônomos podem assinar ART e PMOC dentro de suas especificidades, isto é não precisam, necessariamente, ter vínculo com uma empresa. Conforme estudos, ambientes fechados são até 10 vezes mais poluídos que o ar externo, podendo chegar até 100 vezes (ANTONOVICZ E WEBER, 2013, pg. 26).

O artigo 4º da Portaria 3523/98, cita algumas definições, como ar de renovação:

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

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 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

O artigo 5º da Portaria 3523/98, cita a adequada renovação do ar:

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

f. garantir a adequada renovação do ar de interior dos ambientes climatizados, ou seja no mínimo de 27 m³/h/pessoa (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

Além dessa portaria, a Resolução nº 9 também reafirma o padrão exigido de renovação de ar, com a taxa de 27 m³ a cada hora para cada pessoa, assim como a Umidade Relativa para ambientes internos (40 a 65% no verão e 35 a 65% no inverno). Também nessa resolução é estabelecido o limite de Dióxido de carbono como indicador da renovação do ar interno

3.4 - a Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m³/hora/pessoa, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas (ANVISA, 2003).

Para o bom funcionamento das unidades de tratamento do ar externo, a tomada de ar externo deve ser limpa mensalmente e seus filtros, quando descartáveis, substituídos quando atingirem a sua perda de carga recomendável, por tempo de utilização, obedecendo a troca a cada três meses, no máximo. A bandeja de condensado também deve ser limpa mensalmente, e as serpentinas de aquecimento e resfriamento, bem como o umidificador, devem passar por uma *desincrustação* semestral e limpeza trimestral, além da revisão do ventilador que deve ser semestral.

8.5.1 Cálculo e Especificação do Aparelho para Renovação do Ar

Levando – se em consideração os requisitos legais e de acordo com as normas e legislações vigentes, foi calculado e especificado o aparelho para a renovação do ar do ambiente climatizado.

O método usado para calcular a TAE – Tomada de Ar Externo necessária para a renovação do ar do ambiente, foi o método de cubagem. Que leva – se em consideração as dimensões do ambiente, como a área total em m² e a altura do estabelecimento.

Sabendo – se que a área total do estabelecimento é de 100 m² e a altura do mesmo equivale a 2,70 m, pode – se calcular a TAE.

$$TAE = A \times h$$

$$TAE = 100 \text{ m}^2 \times 2,70 \text{ m}$$

$$TAE = 270 \text{ m}^3/\text{h}$$

Essa captação de ar exterior deve obrigatoriamente ser na parte externa da edificação, de forma a possibilitar sua verificação a qualquer momento, de forma rápida, pela equipe de manutenção ou fiscalização.

Conclui – se que o aparelho para a renovação do ar do estabelecimento deve ser um motor/ventilador, com capacidade de TAE – Tomada de Ar Externo de 270 m³/h, que acarretará em 270 m³/h de ar limpo no ambiente climatizado. E deve ser provido ainda, de Filtro Grosso Classe G4, com a finalidade de reter partículas grossas e evitar o ingresso de insetos, fumos e outras sujidades em geral para o ambiente.

9. CONCLUSÃO

Através das pesquisas bibliográficas que foram realizadas para o desenvolvimento deste trabalho, concluiu-se que a literatura específica do PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle, é em sua grande maioria constituída de normas, resoluções e instruções técnicas.

Como conclusão da pesquisa, foi elaborado e aplicado um PMOC – Plano de Manutenção Operação e Controle para os condicionadores de ar do estabelecimento, com medidas que deverão proporcionar: melhor eficiência energética e distribuição de ar; temperaturas dentro dos padrões de conforto térmico em todos os pontos do estabelecimento; renovação de ar; além de atender às legislações e diminuir gastos com manutenção.

A elaboração e aplicação desse PMOC, justifica – se também pela necessidade de o estabelecimento atender às legislações vigentes, visando uma melhoria na qualidade do ar no interior do ambiente climatizado, preservar os equipamentos, e minimizar a probabilidade de falhas em todo o sistema de condicionadores de ar, pois trata – se também de uma manutenção preventiva. Atendendo às legislações, o estabelecimento evitará ainda multas e ações judiciais, além de garantir a saúde e o bem-estar dos seus funcionários e clientes.

Conclui – se ainda, que o aparelho para a renovação do ar do estabelecimento deve ser um motor/ventilador, com capacidade de TAE – Tomada de Ar Externo de 270 m³/h, que acarretará em 270 m³/h de ar limpo no ambiente climatizado. E deve ser provido ainda, de Filtro Grosso Classe G4, com a finalidade de reter partículas grossas e evitar o ingresso de insetos, fumos e outras sujidades em geral para o ambiente.

Por fim, pode-se dizer que este trabalho contribuiu para a adequação do estabelecimento às legislações vigentes e para uma proposta de melhoria do sistema de climatização do ambiente. Também permitiu a reflexão sobre o quanto a análise e a busca detalhada de informações, juntamente com a pesquisa acadêmica, pode alcançar e apontar melhorias no cotidiano de uma empresa, atingindo e melhorando não apenas quesitos técnicos e financeiros, como também a integridade física e mental de seus ocupantes.

Pois o conforto térmico é condição essencial para a saúde, segurança e produtividade dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 16401:2008**. Instalações de ar-condicionado: sistemas centrais e unitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ALBERICO, A. **Visão geral do condicionamento de ar**. Apostila Ansett Tecnologia e Engenharia. São Paulo: 2003.
- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em 22/05/2018.
- ANTONOVICZ, D; WEBER, R. G. B. **Inventário e PMOC: plano de manutenção operação e controle nos condicionadores de ar do campus medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira: 2013.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RE/ANVISA n ° 9, de 16 de janeiro de 2003**. Dispõe sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior, em ambientes de uso público e coletivo. Brasília: Diário Oficial da União, 2003.
- BRYANT, A. **O ar condicionado na climatização de ambientes**. Apostila Bryant A United Technologies Company. São Paulo: 2001.
- FILHO, J. E. **Tudo sobre ar condicionado Self Contained**. Disponível em: <<http://www.webarcondicionado.com.br/ar-condicionado-self-contained>>. Acesso em: 20/05/2018.
- FILHO, R. A. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC**. Programa de Atualização Técnica 2008 – Sistema FIRJAN - SESI/SENAI – Rio de Janeiro[Online]. Disponível em <<http://manutencao.net/v2/uploads/article/file/Artigo24AGO2008.pdf>> Acesso em 22/05/2018
- GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- INCROPERA, Frank P.; Dewitt, David P. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- JUNG, C. C. et al. **Indoor air quality varies with ventilation types and working areas in hospitals**. Building and Environment, v. 85, p. 190-195, 2015.
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.
- KREITH, F.; BOHN, M. S. **Princípios de transferência de calor**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 4 ed. 3. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

_____. **Fundamentos de metodologia científica**. 6 ed. 5. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

MATOS, R. S. Climatização. **Refrigeração e Climatização**. Setor de Tecnologia. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Paraná.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 3.523**, de 28 de agosto de 1998. Dispõe sobre Ar Condicionado. Brasília: Diário Oficial da União, 1998, Seção I, P40-42.

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

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

PENA, S. M. **Sistemas de ar condicionado e refrigeração**. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Eletrobrás/Procel: CEPEL, 2002

SCHMIDT, F. W.; HENDERSON, R. E.; WOLGEMUTH C. H. **Introdução às ciências térmicas**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

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

SPRINGER CARRIER. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.springer.com.br/pt/produtos>>. Acesso em: 20/05/2018.

STEFENELLO, M. **Análise situacional, dimensionamento e proposta alternativa de novo sistema de refrigeração**. Trabalho final de curso. Curso de Engenharia Mecânica. Faculdade Horizontina – FAHOR. Horizontina, 2012.

TAVEIRA, S. B. **Sistema de ventilação com resfriador de ar experimental**. Monografia de conclusão do curso de engenharia de computação. Brasília: UniCEUB, 2008.

WALDRI. **Tabela psicométrica**. Mecatronica – FASB, 2013. Disponível em: <<http://mecatronica-fasb.blogspot.com.br/2012/12/tabela-psicometrica.html>>. Acesso em: 18/05/2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. Ed. São Paulo: Bookman, 2005.