

DIAGNÓSTICO E ELABORAÇÃO DO PMOC - PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA – UFBA.

Maria Carolina Albuquerque de Souza Santos⁽¹⁾ (mcarolina.souzas@gmail.com), Vinicius da Paixão Lima⁽²⁾ (mecanismoseng442@gmail.com), Paula Frassinetti Cavalcante⁽³⁾ (pfc@ufba.br), Josiane Maria de Macedo Fernandes⁽⁴⁾ (josiane.macedo@ufba.br)

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ Universidade Federal da Bahia (UFBA); Departamento de Engenharia Mecânica

RESUMO: Atualmente, a climatização se tornou uma necessidade básica da população para garantia do conforto térmico em interiores, pois estima-se que devido as altas jornadas de trabalho, atividades acadêmicas e laborais, o indivíduo passa certa de 87% do seu tempo diário em ambientes fechados. Esse fluxo de ar artificial gerado pelos equipamentos de ar condicionado precisa ser capaz de regular a qualidade do ar no interior destes ambientes, possibilitando o controle de temperatura, umidade e impurezas e consequente qualidade de vida de todos os seus usuários. No Brasil, a portaria 3.523/98 de 28 de agosto de 1998 da ANVISA estabelece padrões referentes a qualidade do ar e também instaura a criação de um PMOC (Plano de Manutenção, Controle e Operação) para sistemas de climatização. Este artigo tem como objetivo o estudo dos equipamentos de ar condicionado instalados na Escola Politécnica da UFBA e, em seguida, com base nos dados levantados, desenvolver um PMOC para a unidade acadêmica. Assim, a partir da quantificação e caracterização dos aparelhos e equipamentos da unidade foi elaborado um modelo personalizado de manutenção preventiva que atendesse satisfatoriamente às necessidades tanto do ponto de vista financeiro quanto da qualidade do serviço prestado.

PALAVRAS-CHAVE: PMOC, climatização, ar condicionado, manutenção, universidade

MAINTENANCE, OPERATION AND CONTROL PLAN - PMOC - APPLIED TO THE AIR CONDITIONING SYSTEMS OF FEDERAL UNIVERSITY OF BAHIA.

ABSTRACT: Air conditioning has become a basic need of the population to guarantee thermal comfort in interiors, as it is estimated that due to long working hours, academic and work activities, the individual spends 87% of their daily time indoors. This artificial air flow generated by the air conditioning equipment needs to be able to regulate the air quality inside these environments, enabling the control of temperature, humidity and impurities and consequent quality of life for all its users. In Brazil, the ANVISA governmental agency establishes standards regarding air quality and also establishes the creation of a PMOC (Maintenance, Control and Operation Plan) for air conditioning systems. This article aims to study the air conditioning equipment installed at the Polytechnic School of Federal University of Bahia and then, based on the data collected, develop a PMOC for the academic school. Thus, based on the quantification and characterization of the unit's devices and equipment, a customized model of preventive maintenance was elaborated that satisfactorily met the needs both from the financial point of view and the quality of the service provided.

KEYWORDS: PMOC, air conditioning, maintenance, university, air quality



“A atuação das Engenharias Humanitárias para o desenvolvimento sustentável do Agro à Indústria 4.0 contribuindo para políticas públicas do Brasil”



1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, grande parte da população passa seu tempo em ambientes climatizados, cerca de 87% do tempo médio diário de um habitante urbano, os quais estão sujeitos a contaminantes de origem interna e externa a esses ambientes (FAKHOURY, 2017). A qualidade do ar possui um papel importante na qualidade de vida das pessoas, visto que a má qualidade pode provocar doenças respiratórias crônicas, com sintomas como tosse seca, cansaço e ardência nos olhos.

Além da contaminação por partículas de poluição advindas do ar externo, existem fatores responsáveis pela contaminação do ar internamente (ANVISA, 2013), como a execução de atividades internas (equipamentos, pessoas) e a eficiência do sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC). A Organização Mundial da Saúde, em 1979, expôs a preocupação com a Síndrome do Edifício Doente, onde inúmeros problemas de saúde surgem nos usuários de ambientes fechados originados da má ventilação, umidade e temperatura (STERLING; COLLETT; RUMEL, 1991). A baixa qualidade do ar nos ambientes internos afeta também a produtividade de trabalhadores e estudantes.

No ano de 2020, por causa da pandemia da COVID-19 (doença respiratória de linhagem viral do vírus SARS-CoV-2), os sistemas de climatização merecem uma atenção ainda mais especial. A transmissão desse vírus ocorre de forma aerossol, portanto, a renovação e o tratamento do ar em ambientes fechados se mostra de uma importância crítica para a segurança de todos seus usuários (CAMPOS, ERICK C.; GUEDES, 2020).

Para garantir um condicionamento de ar adequado deve-se considerar as seguintes variáveis: temperatura, umidade relativa, velocidade e pureza (CREDER, 2004). Velocidade e pureza aqui sendo destacadas porque estas proporcionam a movimentação do ar e sua circulação e traz um conceito de qualidade do ar.

Os parâmetros básicos para instalações de ar condicionado no Brasil são definidos pela NBR 6401 (instalações centrais de ar condicionado para conforto), que determinam as bases para elaboração de projetos, suas especificações e garantias. Além disso, visando aos parâmetros de conforto térmico, qualidade e renovação do ar e manutenção dos equipamentos, a Portaria Nº 3.523/1998 determina a criação de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) para todos os sistemas de climatização de edifícios na qual a capacidade térmica total dos equipamentos é superior a 60.000 Btu/h ou 5 TR (BRASIL, 1998).

O PMOC é responsável pela execução da manutenção mecânica do sistema de refrigeração e análise da qualidade do ar. Os padrões de qualidade se encontram na Resolução Nº 9/2003 da



“A atuação das Engenharias Humanitárias para o desenvolvimento sustentável do Agro à Indústria 4.0 contribuindo para políticas públicas do Brasil”



ANVISA – “Padrões referenciais de qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo”, com parâmetros definidos da quantidade de CO₂, material particulado, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar presentes em ambientes climatizados.

É importante destacar que a criação das portarias ocorreram pelo caso de infecção bacteriana causado pela *Legionella pneumophila* sofrida pelo ministro das Comunicações em 1998, Sergio Motta, que contraiu tal bactéria pela inalação de gotículas de água contaminadas que estavam presentes dos dutos de ar condicionado do seu gabinete e veio a óbito (GARCIA, 2018).

Em 2018, com a criação da Lei Nº 13.589, tornou-se obrigatório a elaboração do PMOC para todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem em seu interior ambientes climatizados artificialmente, “visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.” (BRASIL, 2018).

A Universidade Federal da Bahia (UFBA) está localizada em Salvador, capital do estado da Bahia. A cidade de Salvador tem clima tropical e úmido, apresentando uma temperatura mínima média de 21°C no inverno e máxima média de 31°C no verão, com índices de umidade relativa em torno de 79-83,1%. Tal condição climática acaba por promover um estresse térmico positivo durante o ano (NERY; ANDRADE; LIRA, 2003). Esse fato é comprovado por meio do índice de conforto térmico PET (*Physiological Equivalent Temperature* °C), que na cidade de Salvador, apresenta valores de até 46° C, quando seu limite superior de conforto térmico recomendado é de 24°C (MOURA *et al.*, 2004).

Visando a importância do PMOC para a saúde, conforto térmico e produtividade de todos os usuários de ambientes fechados, este trabalho apresenta um estudo da viabilidade de elaboração de um PMOC na Escola Politécnica da UFBA.

1.1 Objetivos

Analisar a viabilidade de elaboração de um PMOC para a Escola Politécnica da UFBA, buscando atender as portarias Nº 3.523/1998 e Nº 9/2003 do Ministério da Saúde e ANVISA, respectivamente, assim como a Lei Nº 13.589/2018.

1.1.1 Objetivos Específicos

- I. Coletar dados dos equipamentos localizados na Escola Politécnica-UFBA;



“A atuação das Engenharias Humanitárias para o desenvolvimento sustentável do Agro à Indústria 4.0 contribuindo para políticas públicas do Brasil”



- II. Diagnosticar o estado geral dos equipamentos de condicionamento de ar da Escola Politécnica-UFBA)
- III. Elaborar um PMOC.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho visa o estudo da viabilidade e criação de um PMOC para os equipamentos de climatização de um dos andares da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (EPUFBA). Para sua execução, uma pesquisa exploratória, baseada em Vergara (2005), foi realizada através da observação, análise, classificação e interpretação dos dados coletados.

O estudo dos seus equipamentos e a implementação de um PMOC se mostra de grande importância para o conforto de seus usuários, como também para garantir o aumento da eficiência dos sistemas de climatização, por isso a importância de iniciar sua implementação e assim, fortalecer a cultura de implementar o PMOC nas unidades .

2.1 Descrição do problema

A escola Politécnica da Ufba (EPUFBA) está localizada na cidade de Salvador, no bairro da Federação. A unidade é local de estudo e trabalho de uma média de 5.500 pessoas. Por ser um espaço multidisciplinar, existem ambientes destinados a atividades diversas, desde serviços de administração até de espaços que devem possuir pressão e temperatura controlados para o exercício de atividades laboratoriais.

De acordo com o último levantamento¹ do quantitativo de equipamentos instalados no prédio da EPUFBA, existem 349 aparelhos de ar-condicionado ativos. Ao considerar seus anexos, como CIENAM I² e II, este quantitativo pode chegar a 498 equipamentos instalados sob responsabilidade da escola.

Na estrutura burocrática da Universidade, a gestão e manutenção dos equipamentos de ar condicionado fica a cargo da Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI). Os serviços de manutenção são realizados pela abertura de chamados das Unidades para o setor de manutenção.

¹ Em 2018 foi realizado um projeto que teve como objetivo a coleta de dados de todos os equipamentos ativos e inativos presentes na Universidade.

²Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente

Com dados obtidos entre janeiro e junho do ano de 2016, é possível perceber a maior tendência da Escola Politécnica em abrir solicitações de serviços de manutenção corretiva, conforme indicado na FIGURA 1. Isso mostra a falta de ações preventivas nos equipamentos e consequente diminuição de disponibilidade operacional dos mesmos, visto que só são executadas ações corretivas. Com isto, torna-se necessário a elaboração de um maior plano de manutenção destes equipamentos.

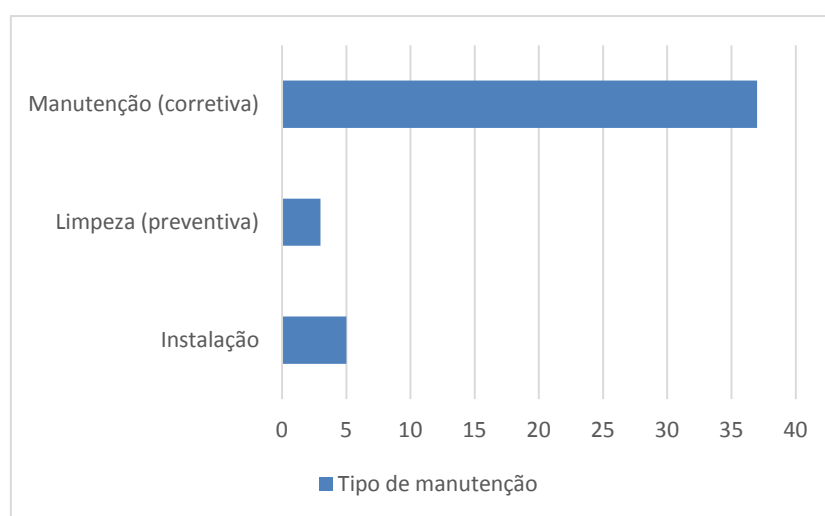


FIGURA 1. Quantidade por tipos de requisições de serviço de climatização da EPUFBA no ano de 2016. Fonte: Lima (2016)

2.2 Elaboração do PMOC

Para a criação de PMOC e cumprimento da lei, a instituição ou estabelecimento em questão deve-se dedicar a duas etapas: uma química, para análise do ar do ambiente, buscando atingir os parâmetros determinados pela ANVISA e uma etapa mecânica, que é responsável pela elaboração do plano de manutenção do sistema de climatização. O presente trabalho tem seu foco na parte mecânica e esta pode ser dividida em cinco partes para execução (CAMPOS, 2018).

1. Cadastro de equipamentos:

Se caracteriza pela coleta de dados de todos os equipamentos presentes na unidade e organização. Recomenda-se também a criação de um sistema de tagueamento desses aparelhos para facilitar o controle dos serviços de manutenção e elaboração do PMOC. O uso de códigos



“A atuação das Engenharias Humanitárias para o desenvolvimento sustentável do Agro à Indústria 4.0 contribuindo para políticas públicas do Brasil”



padronizados é importante para memorização, amplitude e facilidade de criar uma relação entre o equipamento, os locais de instalação e o controle dos mesmos (FILHO, 2008).

2. Estudo de cada equipamento:

Nesta etapa são verificadas as informações de cada equipamento, como sua situação de funcionamento atual, histórico de falhas, regime de operação e manuais. Estes dados são empregados na determinação da periodicidade das ações de manutenção e na elaboração do plano.

Durante o estudo dos equipamentos, verificar se o mesmo está superdimensionado ou subdimensionado é um passo importante para analisar a eficiência do sistema de refrigeração. Um sistema subdimensionado implica num maior consumo de energia, pois o equipamento irá sempre trabalhar em sua capacidade máxima para tentar suprir a necessidade de refrigeração do espaço. No superdimensionamento ocorre o contrário, a capacidade térmica é superior ao necessário e o equipamento consome muita energia para um ambiente que necessita de menores refrigerações.

Para determinar tais condições, deve-se estudar os seguintes parâmetros:

- I. Área do ambiente;
- II. Tipo de parede;
- III. Se existem janelas e as metragens;
- IV. Número de pessoas no ambiente;
- V. Número de eletrônicos;
- VI. Quantidade de luz;
- VII. Irradiação solar;
- VIII. Renovação do ar.

De forma mais genérica, podemos dimensionar um ambiente de acordo com o seguinte cálculo: Carga térmica ideal = medida do ambiente (m²) x 600 Btu/h + 600 Btu/h x número de pessoas que frequentam o ambiente e seus aparelhos eletrônicos (MERLIN, 2019).

Vale destacar a importância de algumas informações na confecção do PMOC: identificação do ambiente (nome do edifício, endereço, telefone), identificação do proprietário (razão social, CNPJ, endereço e telefone), identificação do responsável técnico (nome, endereço, registro de



**“A atuação das Engenharias Humanitárias
para o desenvolvimento sustentável do
Agro à Indústria 4.0 contribuindo para
políticas públicas do Brasil”**



classe e ART³), relação dos ambientes climatizados (número de ocupantes, tipo de atividade, área climatizada e carga térmica) e plano de manutenção e controle, conforme indicado na FIGURA 2.

PROGRAMA DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE - PMOC			
DADOS DO EMPREENDIMENTO			
Odontologia Ltda Cnpj: 10.101.333/0001-00 Rua Celso Ramos, 123 - Tatuapé - São Paulo/SP - Cep: 01015-320 Tel: (11) 3355-1010 E-mail: odontologia@gmail.com Responsável: Solange			
DADOS DO RESP. TÉCNICO			
Refrigeração Ltda - Me CNPJ: 13.488.588/0001-01 Rua Barão de Limeira, 900 - Centro - São Paulo, SP - CEP Responsável: Fernando Souza CREA: 1000.0000.00			
RELAÇÃO DOS AMBIENTES CLIMATIZADOS			
IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE	RECEPÇÃO		
OCUPANTES (FIXOS / VARIÁVEIS)	1/4		
ÁREA CLIMATIZADA	10 M2		
CARGA TÉRMICA	11.200 BTU/H		
EQUIPAMENTO	SPLIT HI WALL LG 12.000 BTU/H S/N: 10XFR33100		
TAG	SR		
ATIVIDADES (MENSAL / TRIMESTRAL / SEMESTRAL)			
Efetuar a limpeza dos filtros de ar e/ou substituir por novos caso necessário			M
			T
			S
			X

FIGURA 2. Exemplo genérico de um PMOC. Fonte: Easyserv (2018).

3. Implementação:

Nessa fase os equipamentos são adesivados com códigos de identificação e insere-se o PMOC na rotina da manutenção da empresa responsável pelo serviço. Na implementação, é recomendado também o acompanhamento de atividades da manutenção para verificar qual seria o melhor dia para execução das ações nos equipamentos.

4. Execução:

A execução do PMOC ocorre efetivamente nesta etapa, sendo efetuados os serviços pelos técnicos em mecânica ou refrigeração.

5. Acompanhamento:

A última etapa é responsável pela avaliação do PMOC nos equipamentos e quais melhorias

³ ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

podem ser feitas caso seja verificada alguma ineficiência na performance dos equipamentos. É um trabalho conjunto entre técnicos e elaboradores do PMOC, estes sendo habilitados pelos órgãos de responsabilidade técnica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo as etapas estabelecidas na seção anterior, foram coletados os dados obtidos com o quantitativo de equipamentos presente na Escola Politécnica. O código criado para cada equipamento consistiu simplesmente de uma numeração de 4 dígitos, iniciando em 0001 e aumentando de forma crescente, conforme indicado na FIGURA 3.

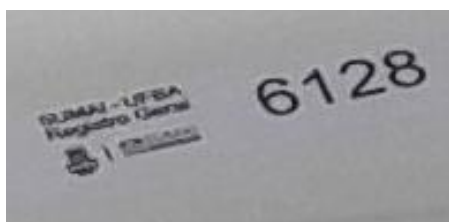


FIGURA 3. Registro geral (TAG) dos equipamentos de ar condicionado. Fonte: Autor (2019).

Em relação ao tagueamento, a contagem e inserção das tags não ocorreu de forma linear e por isso o número de certos equipamentos não condiz com o quantitativo total de equipamentos. Atualmente, existe um total de 5.601 equipamentos ativos em todas as unidades.

Com os dados obtidos, foi possível determinar a quantidade de equipamentos instalados na EPUFBA, como também a capacidade térmica total conforme indicado na TABELA 1. Analisando os dados obtidos, percebe-se a necessidade de elaboração de um PMOC, pois a capacidade térmica total do espaço é de 7.407.550 Btu/h, muito superior ao valor mínimo estabelecido pela Portaria, de valor 60.000 Btu/h.

TABELA 1. Quantitativo de equipamentos da EPUFBA.

Quantidade de equipamentos e carga térmica

Tipo	Quantidade	Capacidade térmica (Btu/h)
Split Hi-Wall	215	3.580.000
Split Piso-Teto	63	2.784.000
Cassete	1	30.000
Janela	69	1.013.500
Total	348	7.407.550

Fonte: Autor (2020).

A FIGURA 4 mostra a distribuição dos equipamentos na unidade em termos de porcentagem. É possível verificar que os aparelhos do tipo Split Hi-Wall representam a maior parte dos equipamentos da unidade. Essa informação é relevante para determinar as atividades de manutenção. Por exemplo, neste tipo de aparelho a manutenção deve ocorrer tanto na unidade interna, evaporadora, como na externa, condensadora.

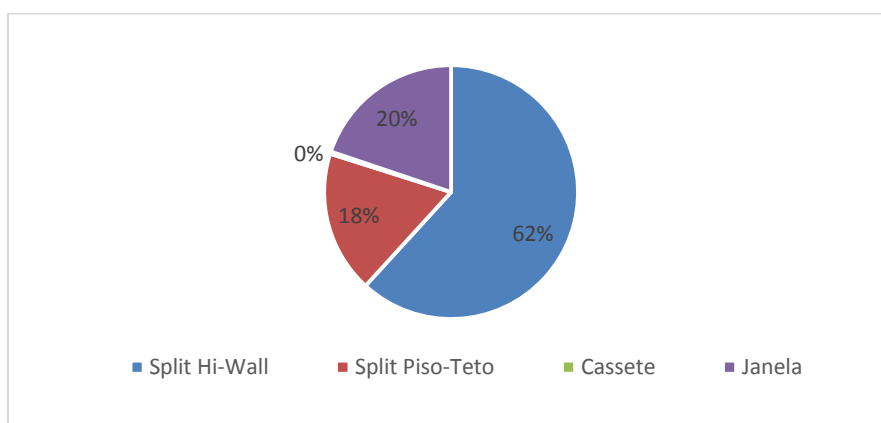


FIGURA 4. Distribuição da quantidade de equipamentos. Fonte: Autor (2020).

Além disso, pode-se perceber que, apesar de ser 18% do quantitativo total de equipamentos instalados, os Split Piso-Teto são responsáveis por 37% da capacidade térmica de toda a unidade. Isso indica a alta potência destes equipamentos e consequente gasto de energia.

Para definir o andar escolhido para elaboração do PMOC, analisou-se a capacidade térmica de cada andar, conforme indicado na FIGURA 5. É possível notar que as maiores cargas térmicas se encontram do quarto ao sexto andar. Estes andares possuem a maior parte dos laboratórios de

informática e de equipamentos de precisão. Além disso, detêm toda a área administrativa da unidade, justificando assim essa maior carga térmica.

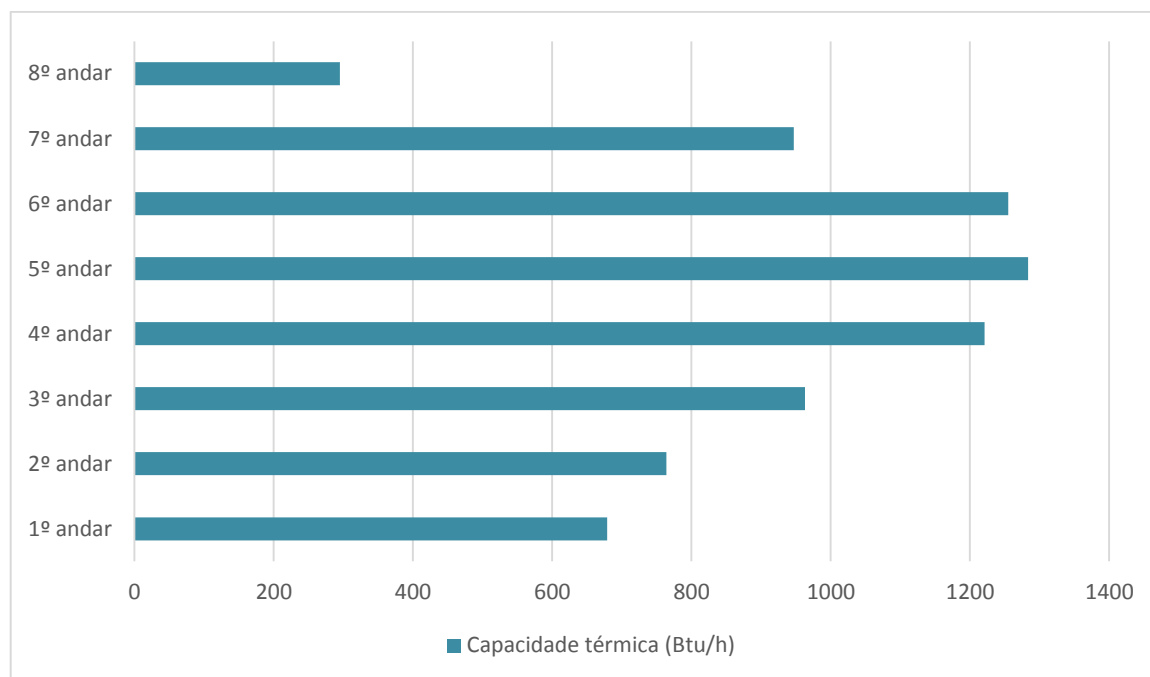


FIGURA 5. Capacidade térmica por andar da EPUFB A. Fonte: Autor (2020).

A partir destes dados, foi criado o plano de manutenção dos equipamentos do oitavo andar da Escola Politécnica, afim de determinar se os aparelhos se dispõem nas condições adequadas de dimensionamento. Pelo quantitativo elevado de equipamentos, foi escolhido um andar apenas para atender os requisitos deste trabalho. De forma sintética, as atividades realizadas no PMOC consistem em manutenções corretivas e preventivas, planejadas periodicamente e respeitando os passos determinados pela fase de implementação e rotina da empresa.

A TABELA 2 apresenta as informações necessárias dos ambientes para elaboração do PMOC. Calculando a carga térmica recomendada para os ambientes, percebe-se como todos os equipamentos se encontram num estado de subdimensionamento, e consequentemente, trabalhando em sua capacidade máxima para refrigerar e gerar conforto térmico aos usuários dos espaços. Este subdimensionamento ocorre por falhas na gestão dos equipamentos e, principalmente, pela falta de um plano de manutenção. O setor de manutenção e de compra da universidade adquire os equipamentos e os distribuem entre todas as unidades acadêmicas da universidade de maneira arbitrária e sem considerar o quantitativo térmico de cada unidade.

TABELA 2. Dados dos espaços climatizados do oitavo andar da EPUFBA.

	Área (≈ m ²)	Qtde. de pessoas	Qtde de eqpt. eletrônicos	Capacidade dos eqpt. (Btuh/h x 1000)	Capacidade recomendada (≈ Btu/h x1000)
1	28	25	2	30	33
2	50	45	2	18	58
3	50	45	2	30	58
4	50	45	2	18	58
5	50	45	2	30	58
6	50	45	2	18	58
7	14	25	2	18	24
8	14	25	2	24	24
9	19	25	2	24	27
10	30	3	6	22	23
11	19	1	2	9	13
12	30	3	4	12	22
13	30	3	4	18	22
14	40	10	8	30	34

Fonte: Autor (2020).

Os dados coletados revelam também a importância do PMOC para conhecimento não só da quantidade, mas da qualidade dos equipamentos presentes na unidade. Alguns condicionadores de ar, principalmente os de janela, encontram-se em condições precárias de operação. Para isso, de acordo com as recomendações da Portaria da ANVISA e manual dos fabricantes, os seguintes componentes devem ser contemplados no plano de manutenção:

- I. Filtros de ar;
- II. Evaporadores;
- III. Condensadores;
- IV. Ventiladores e/ou turbinas e motores elétricos;
- V. Compressores;
- VI. Circuito refrigerante;
- VII. Medições;
- VIII. Circuito elétrico.



**“A atuação das Engenharias Humanitárias
para o desenvolvimento sustentável do
Agro à Indústria 4.0 contribuindo para
políticas públicas do Brasil”**



Com base nos itens nos tópicos I, II, III e VI citados anteriormente, neste trabalho sugere-se que parte do PMOC, tenha a seguinte periodicidade (P): mensal, (M), trimestral (T), semestral (S) e anual (A), conforme indicado no QUADRO 1.

QUADRO 1. Sugestão de PMOC parcial.

Serviço	P	Data de execução	Executado por	Aprovado por
FILTROS DE AR				
Limpar todos os elementos filtrantes	M			
Limpar filtro de carvão ativado	M			
Substituir o filtro de carvão ativado	T			
Verificar danos e corrosões no suporte	T			
EVAPORADORES				
Verificar a operação de drenagem do condensado da bandeja	M			
Limpeza exterior da carcaça	M			
Limpeza da serpentina	T			
Desincrustação da serpentina	S			
Verificar botoeiras, etc e repor, se necessário	M			
Verificar e corrigir danos e corrosão na carcaça, suporte e chassi.	T			
Conferir circuito elétrico do controle remoto	S			
CONDENSADORES				
Limpeza externa da carcaça	M			
Limpeza da serpentina	T			



**“A atuação das Engenharias Humanitárias
para o desenvolvimento sustentável do
Agro à Indústria 4.0 contribuindo para
políticas públicas do Brasil”**



Desincrustação da serpentina	S			
Verificar a vedação dos painéis de fechamento, fixação e danos, corrigindo se necessário	M			
Verificar e eliminar ruídos e vibrações anormais	M			
Verificar danos e corrosão na carcaça	T			
CIRCUITO REFRIGERANTE				
Verificar fixação, danos e corrosão das tubulações	S			
Verificar isolamento térmico	T			
Verificar e corrigir possíveis vazamentos de gás	M			
Reapertar conexões	S			

Fonte: Autor (2020).

Além da execução de tais ações de manutenção, é importante o acompanhamento destas atividades de maneira periódica para se averiguar a eficiência do PMOC. Deve-se também examinar se as ações têm se dado de maneira preventiva ou corretiva. Conforme já sinalizado pelo setor de manutenção, a maioria dos serviços solicitados pela unidade são de intervenções corretivas, e constantemente se verifica a queda de performance dos equipamentos. Com a aplicação e acompanhamento do plano PMOC, pode-se garantir uma maior disponibilidade e desempenho dos equipamentos.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade da elaboração de um PMOC dos equipamentos condicionadores de ar localizados no oitavo andar da Escola Politécnica da UFBA. A partir deste estudo, foi possível verificar a importância dos sistemas de climatização e como a manutenção dos mesmos é fundamental para o bem-estar de todos seus usuários. Para a



“A atuação das Engenharias Humanitárias para o desenvolvimento sustentável do Agro à Indústria 4.0 contribuindo para políticas públicas do Brasil”



elaboração das ações a serem tomadas pelos serviços de manutenção, foi necessário coletar e interpretar todos os dados obtidos dos equipamentos. Os dados obtidos sobre quantidade e capacidade térmica foram cruciais para analisar se os equipamentos da unidade estavam dimensionados corretamente. Foi verificado, no entanto, que a maior parte dos equipamentos estavam subdimensionados, o que indicou a necessidade de criar um plano de ação efetiva para manutenção destes aparelhos. Com os resultados da análise, pode-se concluir qual a melhor abordagem e ações, bem como a periodicidade da manutenção, produziria uma maior disponibilidade e vida útil dos equipamentos ativos da unidade. A partir do quantitativo de equipamentos levantados, também foi possível desenvolver um PMOC dinâmico e de fácil entendimento, que pode ter aplicação imediata na instituição, trazendo o benefício de melhorar a qualidade do ar nos ambientes coletivos para os usuários desses espaços.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Sistemas de Tratamento de Ar. Brasília, Ministério da Saúde, 2013.
- ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 55-2013: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2013.
- BRASIL. Lei N° 13.589. Brasília, Presidência da República, 2018.
- BRASIL. Portaria N° 3.523. Brasília, Ministério da Saúde, 1998.
- CAMPOS, Erick C.; GUEDES, Bruno Augusto Maciel. Impactos da Pandemia de COVID-19 sobre Sistemas de Ar Condicionado e Climatização. Governador Valadares, UFJR, 2020.
- CAMPOS, Lucas. Como fazer um PMOC: veja as 5 etapas. (Fórum) Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/projetos-mecanicos/fazer-um-pmoc/>>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- CREDER, Hélio. Instalações de ar condicionado. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004.
- FAKHOURY, Nicolas Alexandre. Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais. 2017. USP, 2017.
- FILHO, Gil Branco. A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. Manual de Conforto Térmico. 5. ed. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- GARCIA, Lúcia. Como surgiu a lei 13.589 que deu origem ao PMOC. (Notícia) Disponível em:



**“A atuação das Engenharias Humanitárias
para o desenvolvimento sustentável do
Agro à Indústria 4.0 contribuindo para
políticas públicas do Brasil”**



<<http://www.iclass.com.br/blog/climatizacao/como-surgiu-a-lei-13-589-que-deu-origem-ao-pmoc/>> Acesso em 14 ago. 2020.

LIMA, Vinicius da Paixão. *Diagnóstico e elaboração do PMOC – Plano de manutenção operação e controle dos sistemas de climatização da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia*. 2016. UFBA, 2016.

MERLIN, Leroy. Saiba como fazer o cálculo de BTUs do ar condicionado. Disponível em: <<https://www.leroymerlin.com.br/dicas/aprenda-a-calculas-os-btus-do-ar-condicionado>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

MOURA, Tereza *et al.* Mapeando as condições de conforto térmico em Salvador. *Revista de Urbanismo y Arquitectura*, v. 7, n. 1, p. 44–49, 2004.

NERY, J.; ANDRADE, T.; LIRA, I. Temperatura do ar e padrões de ocupação em Salvador. VII Encontro de conforto no ambiente construído. 2003. 124–128 f. FAUFBA/LACAM-ANTAC, Curitiba, 2003.

STERLING, T. D.; COLLETT, C.; RUMEL, D. A epidemiologia dos “edifícios doentes”. *Revista de Saude Publica*, v. 25, n. 1, p. 56–63, 1991.

TEIXEIRA, Dimas *et al.* Síndrome dos Edifícios Doentes em Recintos com Ventilação e Climatização Artificiais: Revisão de Literatura. *Acervo Digital Inmetro*, n. 21, p. 47–2752, 2015.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa científica em administração*. São Paulo: Atlas, 2005.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura da Universidade Federal da Bahia – SUMAI pelo apoio à pesquisa realizada.