

Qualidade do ar em ambientes internos: Aplicação da “LEI DO PMOC” em evidência mediante a um levantamento em prestadoras de serviços de Minas Gerais

Indoor air quality: Application of the “MOCP LAW” in evidence through a survey of Minas Gerais service providers

Calidad del aire interior: Aplicación de la "LEY PMOC" en evidencia a través de una encuesta a proveedores de servicios de Minas Gerais

Recebido: 16/05/2022 | Revisado: 09/06/2022 | Aceito: 12/06/2022 | Publicado: 13/06/2022

Marlon Francis Medeiros de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8063-4393>

Instituto Federal Minas Gerais, Brasil

E-mail: marlon_toti@hotmail.com

Fabício Carvalho Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9363-8841>

Instituto Federal Minas Gerais, Brasil

E-mail: fabicio.soares@ifmg.edu.br

Resumo

Este estudo, por uma metodologia descritiva e exploratória objetiva realizar um diagnóstico em empresas prestadoras de serviços de sistemas de climatização, acordando a aplicação da lei nº 13.589 de 2018 e da portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998, legislações brasileiras que se encontram em vigor e trata principalmente da obrigatoriedade de possuir um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) em edificações públicas e coletivas, que dispõe de ambientes climatizados artificialmente, o fito também é proferir a importância do PMOC como uma forma de controle de contaminantes para obter uma boa qualidade do ar em ambientes internos (QAAI), essa que se tornou uma temática de importância mundial, principalmente devido à capacidade de proporcionar aos usuários danos físicos e mentais, é também sobreposto a resolução nº 9/2003, norma criada pela Agência nacional de vigilância Sanitária, a ANVISA, que promove parâmetros de controle que configura como requisitos aceitáveis de concentração de matérias nocivas expostas no ar dos ambientes internos. Para o diagnóstico, adotou-se a técnica *Survey*, sendo que, na etapa de coleta de dados utilizou-se um questionário baseado em consultas as legislações e referenciais bibliográficos. Como resultado, foi possível mensurar que existem organizações, os contratantes, que não cumpri o PMOC e que algumas dúvidas ainda são desprendidas de aplicar as legislações. Deste modo, essas inconformidades carecem a possibilidade de criar planos de ações para conscientizar, esclarecer e auxiliar as prestadoras e organizações a se adequar aos parâmetros legais.

Palavras-chave: Contaminantes; Legislações brasileiras; PMOC; QAAI; Sistema de climatização.

Abstract

This study, through a descriptive and exploratory methodology, aims to carry out a diagnosis in companies that provide services of air conditioning systems, agreeing on the application of Law No. 13,589 of 2018 and of Ordinance No. 3,523 of August 28th, 1998, Brazilian legislation that is in force and deals mainly with the obligation to have a Maintenance, Operation and Control Plan (MOCP) in public and collective buildings, which have artificially air-conditioned environments, the aim is also to proffer the importance of MOCP as a way of controlling contaminants to achieve good indoor air quality (IAQ), which has become a topic of global importance, mainly due to its ability to provide users with physical and mental damage, this is also superimposed on Resolution No. 9/2003, a rule created by the National Health Surveillance Agency, (ANVISA), which promotes control parameters that configures as acceptable requirements for the concentration of harmful substances exposed in the air of indoor environments. For the diagnosis, the Survey technique was adopted, and, in the data collection stage, a questionnaire was used based on consultations with legislation and bibliographic references. As a result, it was possible to measure that there are organizations, the contractors, that do not comply with the MOCP and that some doubts still arise from applying the legislation. Thus, these nonconformities lack the possibility of creating action plans to raise awareness, clarify and help providers and organizations to adapt to legal parameters.

Keywords: Contaminants; Brazilian legislation; MOCP; IAQ; Climatization system.

Resumen

Este estudio, mediante una metodología descriptiva y exploratoria tiene como objetivo realizar un diagnóstico en las empresas que prestan servicios de sistemas de climatización, acordando la aplicación de la ley nº 13.589 de 2018 y la

ordenanza nº 3.523, del 28 de agosto de 1998, la legislación brasileña que está en vigor y se ocupa principalmente de la obligación de tener un Plan de Mantenimiento, Operación y Control (PMOC) en edificios públicos y colectivos, que tienen ambientes aclimatados artificialmente, el objetivo también la pronuncia la importancia del PMOC como una forma de control de contaminantes para obtener una buena calidad del aire en ambientes interiores (AAQ), que se ha convertido en un tema de importancia mundial, principalmente debido a la capacidad de proporcionar a los usuarios daños físicos y mentales, también se superpone la resolución nº 9/2003, norma creada por la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, ANVISA, que promueve parámetros de control que configura como requisitos aceptables para la concentración de materiales nocivos expuestos en el aire de ambientes interiores. Para el diagnóstico se adoptó la técnica de la Encuesta, y en la etapa de recolección de datos se utilizó un cuestionario basado en consultas, la legislación y referencias bibliográficas. Como resultado, se pudo medir que hay organizaciones, los contratistas, que no cumplieron con el PMOC y que aún se liberan algunas dudas de la aplicación de las leyes. Así, estas no conformidades carecen de la posibilidad de producir planes de acción para concienciar, aclarar y ayudar a los proveedores y organizaciones a adaptarse a los parámetros legales.

Palabras clave: Contaminantes; Legislación brasileña; PMOC; QAAI; Sistema climatización.

1. Introdução

Durante muito tempo, os aspectos de impermeabilização, energéticos, ambientais e de climatização eram deixados de lado nos empreendimentos, os projetistas tinham como conceitos empregar funcionalidade e estética as suas edificações (Basto, 2007 & Cavalcanti et al., 2015), com isso, muitas adversidades surgiram, entre elas problemas relacionados a má qualidade do ar em ambientes internos (QAAI).

Eventualmente, junto as adversidades vieram às consequências para os usuários expostos nessas dependências internas das edificações, visto que, aspectos negativos como desconforto térmico e a má qualidade do ar favorece ao desenvolvimento de consequências para a saúde, como riscos físicos e mentais (temperatura inadequada, inalação de substâncias no ar poluído, estresse e outros), tais fenômenos consequentemente impacta no desempenho das atividades dos usuários (Roelofsen, 2002). Seguindo a mesma linha Teixeira et al. (2015) descreve que em ambientes como os de trabalho, esses aspectos vão provocar mudanças graduais no comportamento, avocando um aumento do “índice de absenteísmo, queda da produtividade, insatisfação e etc”.

Sabe se que, a QAAI se tornou uma temática de preocupação global (Graudenz et al., 2004), a saber que o nível de poluição em espaços confinados que propicia as edificações é frequentemente superior ao ar que se respira nos ambientes exteriores (Gomes; Faria & Gomes, 2013). A apreensão se justifica também pelo fato dos usuários possuírem jornadas e incumbências exaustivas nesses ambientes (Sundell, 2004), o que proporciona, portanto, muitas horas expostas a agentes nocivos. O tempo em ambientes fechados (casas e nos trabalhos) pode chegar entre 80% – 90% (Lee & Awbi, 2004). Inclusive a Organização Mundial da Saúde (OMS), reconhece essa exposição como uma grande ameaça à saúde pública (Moraes, 2006).

Embora, o uso dos sistemas de climatização nesses ambientes internos tenha se tornado crescente e muito comum, até uma necessidade, por trazer benefícios como conforto térmico e filtragem do ar, como qualquer mecanismo, se mal projetado ou se os componentes não passarem por manutenções e limpezas periódicas estarão propícias a um desempenho irregular e a falhas que contribuiram para o aumento da taxa de concentração dos contaminantes (Teixeira et al., 2015). Sem essas adequações, os sistemas de climatizações trouxeram um novo problema, até então despercebido pelos usuários e fabricantes, a proliferação de enfermidades nos ambientes através do próprio sistema (Ribeiro et al., 2004), conforme estudo de Niosh, cerca de 52% das causas relacionadas a Qualidade do ar interno (QAI) estão ligadas aos sistemas de climatizações (Basto, 2007 apud Niosh, 1987) acresce que, o custo é um meio que negligenciado pode facilitar a gradação de substâncias nocivas, como, contaminantes de origem biológicas e não biológicas (Schimer et al., 2011).

Conforme inúmeros riscos e predisposição o termo “Síndrome do Edifício Doente”, a SED, é empregado em locais com má QAAI, por proporcionar enfermidades transitórias aos usuários (Carmo & Prado, 1999). De acordo com Pimenta (2021) em uma notícia no portal da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

(ABRAVA) a OMS define a SED como “um conjunto de doenças causadas ou estimuladas pela poluição do ar em espaços fechados”.

No Brasil, devido à preocupação com as questões supracitadas foram adotados critérios pelos órgãos competentes para combater tais fenômenos, tendo um marco importante com criação da portaria nº 3.523 (P3523) em 28 de agosto de 1998, ela deu respaldo as normas brasileiras (NBR) existentes, como a NBR 13971/1997 e trouxe também pela primeira vez a ferramenta de Planejamento, manutenção, operação e controle (PMOC), a qual se estabeleceu como uma necessidade de implantação em locais com sistemas de climatização (Ministério da saúde; 1998). Graças a essa portaria e a necessidade de criar padrões, a temática se tornou alvo de pesquisas de outras instituições no Brasil como a ANVISA, ela criou a então revisada e atualizada Resolução nº 9, criada em 16 de janeiro de 2003, nela foi indicado parâmetros para avaliações das concentrações de agentes nocivos à saúde como os aerodispersóides, bactérias, fungos, dióxido de carbono, velocidade do ar, temperatura, umidade relativa e outros, ela também acabou por se tornou o órgão fiscalizador (Ministério da saúde, 2003; Sarra & Mülfarth, 2021).

Ainda com uma necessidade de ser mais rígido e dar mais força a legislações vigentes foi sancionado a lei federal nº 13.589 (L13589), com cinco artigos, sendo o primeiro responsável por repercutir a obrigatoriedade do PMOC em todas as edificações climatizadas artificialmente, tal lei fortaleceu principalmente os aspectos a ser adotados para manutenção das instalações e as verificações das concentrações, trazendo respaldo as NBR associadas e a resolução 09/2003 (Brasil, 2018). Segundo Abrava (2021) essa lei é “também conhecida como Lei do PMOC”. É importante salientar que a P3523 e a resolução 09/2003 especificam as normas técnicas e os procedimentos de manutenção adequada aos ativos de climatização e QAAI (Abrava, 2019).

Todos os fatos evidenciam a importância de abordar este assunto, não apenas do ponto de vista científico e acadêmico, mas também como é absorvido no modo empírico, visto que, a temática no Brasil ainda carece de entendimento e subsídio científico, principalmente quanto ao emprego da L13589. O PMOC se destaca como uma solução, trazendo controles e procedimentos necessários aos sistemas de climatização para garantir uma boa QAAI, mas o mesmo precisa ser bem executado e cumprido, além de abrangido a todos os públicos alvos tanto nós prestadores, quanto aos contratantes. O estudo objetiva compreender e analisar a aplicação das legislações, para tanto serão feitas indagações diretas aos prestadores acordando os conteúdos supracitados e exigidos, assim como, se possuem PMOC, as verificações das concentrações feitas para garantir uma boa QAAI, a periodicidade a qual é realizada, as categorias de clientes atendidos e desses contratantes qual a porcentagem que mantém uma regularidade na manutenção do serviço.

Para isso, foi realizado uma pesquisa bibliográfica e documental para o embasamento teórico e a construção do questionário que foi posteriormente aplicado em um levantamento, técnica *survey*, junto a algumas prestadoras do ramo localizadas em Minas Gerais. Já a abordagem para o estudo é mista e o objetivo é exploratório e descritiva.

2. Referencial Teórico

2.1 Sistema de climatização

Segundo a L13589 em seu artigo 2º parágrafo II, os sistemas de climatização é descrito como “conjunto de instalações e processos empregados para se obter, por meio de equipamentos em recintos fechados, condições específicas de conforto e boa qualidade do ar, adequadas ao bem-estar dos ocupantes” (Brasil,2018).

Ressalta-se que esses sistemas que condiciona o ar são empregados para propiciar a entrada de ar fresco nas edificações, e em alguns desses sistemas o ar pode ser recirculado, misturando-se a uma parcela do ar externo (Alvarez, 2019), além de descrever esse processo, Basto (2007) & Carmo & Prado (1999) complementa abordando a exaustão, que é atribuída como a retirada de uma parte do ar interno do recinto, esses autores o denominam como ar “viciado”. Para Araujo (2011) o

condicionamento de ar é um processo que possui funcionalidade simultânea de controlar: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a pureza do ar (filtros) e a distribuição do ar dentro de um ambiente, a cartilha Qualidade do Ar Interno que teve as iniciativas da ABRAVA – MG em parceria com a Qualindoor e Plano Nacional de Qualidade do Ar Interno (PNQAI), disponível para *download* no site da ABRAVA, descreve que os mesmos são avocados como benefícios dispostos de um sistema climatização artificial (Abrava, 2021).

O mercado dispõe de vários modelos que possui componentes específicos para cada aplicação, se distinguindo basicamente conforme a utilização do fluido e capacidade necessária para resfriamento do recinto (Suzuki, 2010). No que tange a sua operação os condicionadores de ar, proporciona um resfriamento ou aquecimento do ambiente através da troca de temperatura nas serpentinas do evaporador (Araujo, 2011), ainda segundo o autor “os sistemas de condicionamento de ar possuem quatro componentes básicos: compressor; condensador; evaporador e motor ventilador”, acresce que, os processos em uma síntese básica consistem em colher o ar atmosférico através do ventilador, passar pelo filtro, depois pela serpentina de resfriamento e desumidificação, pelos umidificadores, pelas resistências de aquecimento, para assim, ser orientados ao ambiente interior através de dutos (Basto, 2007).

Dentre os vários aspectos importante é destacado a carga térmica que envolve todo o sistema, a mesma é determinada pelo calor sensível e latente disposta no ambiente que deve ser inserida ou retirada do recinto, sua unidade é em BTU/h (tradução livre - Unidade Térmica Britânica por hora), ou kcal/h (Quilocalorias por hora) (Creder, 2004), ainda segundo o autor essa carga pode ser propagada através da “condução; insolação; dutos; pessoas; equipamentos; infiltração; ventilação”. Por fim, o calor sensível pode ser denominado trocas secas, que abrange a condução, convecção e radiação, já o calor latente é denominado trocas úmidas, que envolve a mudança de estado de agregação (Frota, 2006).

2.2 Caracterização dos prestadores de serviço e mercado

Para Matos (2008), o Brasil possui uma geografia territorial que propícia à utilização de sistemas de condicionamento de ar, passando de uma comercialização supérflua para um produto fundamental aos ambientes internos devido ao conforto térmico e aumento da produtividade. Mas para evitar projetos inadequados, intervenções erradas pelos usuários, manutenções inapropriadas e outros fatores que contribui para má qualidade do ar (Nascimento, 2011), a contratação de empresas especializadas na instalação e manutenção dos sistemas de climatização se faz muitas vezes necessário, principalmente pelo indispensável credenciamento dos profissionais que o habilita a prestar o serviço nesses mecanismos, como orienta a cartilha de PMOC lançada pela regional ABRAVA-MG em conjunto com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA)-MG e Associação de Engenharia Mecânica e Industrial de Minas Gerais (ABEMEC)-MG em outubro de 2019, disponível para *download* no site da ABRAVA (Abrava, 2019).

A prestação de serviços possui suas particularidades, o mesmo pode ser denominado bens intangíveis, simultâneos e heterogêneos, por se tratar de uma atividade não palpável, de consumo imediato e ser segmentada conforme contratos dos provedores que não apresentam aspectos idênticos (Lima, 2019).

Como demanda, é destacado pelo Jornal Metas (2019) em seu site de notícias, um levantamento feito pela *GetNinjas*, maior plataforma *online* da américa latina para a conexão entre clientes-prestadores e contratação de serviços, uma crescente de 248% na solicitação de instalação e manutenção de sistemas de condicionamento de ar se comparado ao mesmo período de 2018, ainda conforme autor isso se justifica ao fato de se recorrer a esses sistemas nos períodos de altas temperaturas vividas no país. Outro apontamento desse mercado é o boletim econômico da ABRAVA, que apontou uma previsão de crescimento no faturamento e mercado de 9% em 2019 e 2020 para sistemas centrais, e de 21% em 2019 e 15% em 2020 para sistemas residências (Abrava, 2020).

Porém, é de se destacar a variação de demanda durante as estações do ano. Araujo (2011) descreve que nas estações

de verão e inverno a um aumento de procura de prestadores de manutenção por parte dos provedores, por se tratar de épocas de maior utilização dos sistemas que como consequência aumenta necessidades de limpeza. Em contrapartida, uma saída em épocas que a solicitação será menor é apontada por Walter; Baggio e Rodrigues (2017) onde através de uma entrevista com um gestor de uma empresa de climatização, menciona que o serviço de PMOC ajuda a manter a empresa em épocas do ano de baixa temporada. O mesmo necessitam ser criados em locais que não possui e quando possui carece de intervenções em períodos fixos previstos e que devem ser seguidos rigorosamente, conforme a NBR 13951/2014 (ABNT, 2014), resolução nº9 (Ministério da saúde, 2003) e dispostas no PMOC (Ministério da saúde, 1998; Brasil, 2018).

2.3 Fontes (emissora), aspectos para uma boa QAAI e os contaminantes

As fontes (emissora) de contaminações podem ser das mais variadas, como através do próprio ser humano (microrganismos, dióxido de carbono (CO₂) e outros), das alvenarias das edificações, veículos e indústrias (Schirmer et al., 2011), além desses, Nascimento (2011) cita os móveis, os produtos químicos utilizado para limpeza, cigarros, dispositivos eletrônicos e construção civil para fontes, mas essa quantidade de fontes emissoras é muito maior, no quadro 1 do anexo da resolução nº9/2003 é evidenciado várias outras como poeira, combustão, ar externo, impressoras, bebedouros, colas e outros (Ministério da saúde, 2003). Com tantas fontes emissoras, a definição de uma boa QAAI não é uma tarefa simples, sua concepção se torna complexa justamente por haver esses diversos fatores que o afetam (Nascimento, 2011).

Contudo sabe se que, a QAAI possui um bom aspecto quando não expõe os usuários a danos que comprometa a sua saúde, mantendo assim, a concentração de propriedades nocivas a níveis aceitáveis (BRITO, 2001). Além disso, Moraes (2006) relata outros fatores além da proteção a saúde dos usuários, que inclui a segurança do usuário (redução de contaminantes explosivos e inflamáveis), conforto e eficiência (parâmetros ideais de temperatura e umidade do ar) e por último, a proteção de materiais ou equipamentos (condições de adequação atmosférica imposta devido á finalidade tecnológica).

Porém, devido aos vários fatores complexos que QAAI engloba e que apresentam alterações constantes, é indicado que os fenômenos envolvidos sejam checados e compreendidos na fonte, para assim, determinar a taxa dos contaminantes no ambiente (Brickus & Neto, 1999). Nos interiores esses contaminantes podem ser classificados como de natureza: química, física e biológica (Naked, 2005; Schirmer et al., 2011), acresce que, os contaminantes de fontes químicas são através de gases e vapores, já as de fontes físicas são através de material particulado e campos eletromagnéticos e por fim, as de fontes biológicas são através de ácaros, animais domésticos, insetos, fungos, bactérias e vírus (Prado, 2003).

De certo são muito contaminantes, a ANVISA recomenda para fins de pesquisa que sejam adotados conforme a listagem detalhada: 1- fontes biológicas: bactérias, fungos, protozoários, vírus, algas, pólen, artrópodes e animais, 2- fontes químicas: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃), formaldeído, material particulado, compostos orgânicos voláteis (COV) e compostos orgânicos semi-voláteis (COS-V) (Ministério da saúde, 2003).

Quando se possui um edifício onde a QAAI está comprometida, surgindo sintomas comuns que afetam os usuários em um estado temporal, o termo SED é caracterizado (Brito, 2001), além disso, Pimenta (2021) no portal de notícia da ABRVA menciona que o emprego da SED é caracterizado quando ocorre em ao menos 20% dos usuários. Eventualmente os sintomas das pessoas não são mais restritos apenas a escritórios (indústrias), a síndrome ocorre também em ambientes não industriais como residências, escolas, hospitais e outros que são ambientes que também podem conter elevadas taxas de contaminantes (Gioda & Aquino Neto, 2003).

A OMS reconhece que a SED pode ser causada pela propagação de várias fontes de contaminantes de origem biológica ou química, que propicia aos usuários diversos sintomas (Brickus & Neto, 1999). Salienta que, por característica da SED, os sintomas dos ocupantes desaparecem quando o mesmo se afasta do ambiente interior por um curto período

(Kligerman et al., 2007). Por fim, conforme é evidenciado por Grigoletto (2018) um dos fatores para a SED pode ser uma decorrência da falta de manutenção mecânica ou devido a uma manutenção ineficaz, que consequentemente compromete a qualidade do ar interior (QAI) distribuído.

2.4 Legislação no Brasil

No Brasil, ações foram tomadas em resposta a preocupação com a QAAI, visto que, o tema já era uma preocupação global e o uso de sistemas de condicionamento de ar estava crescendo massivamente no país. Um dos marcos foi em 28 de agosto de 1998, com a promulgação da P3523, que estabeleceu em 10 artigos (Art.), condutas a serem adotadas em favor de procedimentos que visam reduzir os riscos à saúde dos usuários com jornadas longas em ambientes fechados e climatizados artificialmente (Ministério da saúde, 1998).

Dentre as condutas apresentadas, destaco aqui algumas orientações técnicas dispostas, no Art.1º descreve como medidas a inspeção visual, limpeza, remoção de sujidades e manutenção completa dos componentes contidos no sistema de climatização de modo a manter a sua integridade e eficiência, já o Art.2º acresce que, no mesmo é definido padrões de tolerância e métodos de controle para poluentes de natureza física, química e biológica, bem como, pré-requisitos de implantação e execução (Ministério da saúde, 1998).

Ainda sobre a P3523, a criação do PMOC foi uma medida importante adotada para redução de riscos de contaminantes nos sistemas, a mesma também determinou que nos sistemas com capacidade acima de 5 toneladas de refrigeração (TR) ou (15.000 kcal/h = 60.000 BTU/H) no total, é previsto a necessidade de designar um responsável técnico. Um modelo de PMOC é disponibilizado no anexo 1 da portaria e em síntese o mesmo contém informações como a descrição do ambiente (edifícios), proprietário, responsável técnico, atividades desenvolvidas, periodicidade dos serviços e recomendações em caso de falhas do sistema, bem como, número de ocupantes, a área do ambiente, carga térmica e outros. (Ministério da saúde, 1998).

Com a necessidade de criar padrões referenciais e/ou orientações para o controle dos poluentes conforme disposto no Art. 2º da P3523, foi criada em 24 de outubro de 2000, a resolução RE/ANVISA N° 176 que possui orientações técnicas e padrões para verificação dos contaminantes biológicos, químicos e físicos (Brasil, 2000).

Posteriormente devido às necessidades de mudanças frente as percepções assimilada nos 2 anos de vigência da resolução foi promulgada uma nova resolução pela ANVISA no dia 16 de janeiro de 2003, denominada resolução- RE N°09/2003, que retrata os padrões referenciais para a QAAI com climatizadores artificiais, elaboradas por técnicos assessores, é destacado o Art.1º, que designa os objetivos: I) estabelecer critérios sobre a QAAI, para assim, informa a população sobre os riscos. II) Instrumentalizar os colaboradores envolvidos na QAAI, no que tange ao planejamento, elaboração, análise, execução e inspeção, ainda conforme a resolução n° 9/2003, é apresentado todos os parâmetros de verificação da concentração dos contaminantes como (Valor Máximo Recomendável (VMR), para contaminação microbiológica dever ser de 750 ufc/m³ (unidades dormadores de colônia por metro cúbicos) de fungos, 1000 ppm (parte por milhão) de dióxido de carbono, 80 µg/ m³ (microgramas por metro cúbico) de aerodispersóides totais no ar e vários outros parâmetros), além disso, uma tabela com as periodicidades de limpeza e manutenção recomendadas é dispostas, a mesma é fomentada na tabela 1 a seguir, apresentando intervalos que vão de mensal até semestral, exceto tratamento químico contínuo, (Ministério da saúde, 2003).

Tabela 1 - Tabela de definição de periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes dos sistemas.

componentes	Periodicidade
Tomada de ar externo	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Unidades filtrantes	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Bandeja de condensado	Mensal*
Serpentina de aquecimento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Serpentina de resfriamento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Umidificador	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Ventilador	Semestral
Plenum de mistura/casa de máquinas	Mensal
Excetuando na vigência de tratamento químico contínuo que passa a respeitar a periodicidade indicada pelo fabricante do produto utilizado	

Fonte: Ministério da saúde (2003).

Recentemente foram instituída uma legislação de modo a amplificar a conscientização e a fiscalização sobre o tema QAAI no Brasil, a L13589, que foi decretada no dia 4 de janeiro de 2018, cujo o propósito também se designa a manutenção em sistemas de climatização artificial, em seu artigo 1º é abordado que a mesma objetiva a eliminação ou redução de riscos potenciais a saúde dos usuários, como medida, passou a exigir em edifícios públicos e privados o doutrinamento do PMOC, sendo assim, respalda e mantém a obrigatoriedade do PMOC imposta na P3523, no parágrafo 1º da lei é citado que a exigência é válida também para ambientes restritos, que possuem regulamentos específicos, como em processos produtivos, laboratórios, hospitais e outros (Brasil, 2018).

Além disso, a L13589 em seu Art. 3º paragrafo único, também traz respaldo aos processos regulamentados da resolução-RE N°09/2003 da ANVISA ao citar que “os padrões, valores, parâmetros, normas e procedimentos necessários à garantia da boa qualidade do ar interior, inclusive de temperatura, umidade, velocidade, taxa de renovação e grau de pureza” devem seguir a resolução, além de “[...] posteriormente alterações [...]” nessa resolução, e também nas “[...] normas técnicas da ABNT [...]” (Brasil, 2018)

De acordo com a ABRAVA após a aprovação da L13589 dúvidas foram desprendidas, e uma dos principais questionamentos é se o PMOC é apenas para sistemas climatizados acima de 5,0 TRs já que a portaria encontra-se em também em vigor, a mesma afirma que não, recorrendo que segundo a L13589 todos os edifícios coletivos e públicos que tenha ambientes climatizados artificialmente devem possuir PMOC, e ainda complementa que à P3523 credita ser obrigatório designar um responsável técnico apenas para sistemas acima de 5,0 TRs.

Ademais, existem também as normas brasileiras da ABNT que trata da manutenção programada de condicionadores de ar, a mesma foi nomeada como NBR 13971/1997 (ABNT, 1997) que decorreu antes da P3523, porém ganhou força com o respaldo da mesma e a NBR 13971, considerada uma segunda edição validada em 28 de fevereiro de 2014, a mesma em seu prefácio traz critérios para orientações básicas para os serviços de manutenções dos conjuntos e componentes do sistema, ela orienta em termos gerais de pré-requisitos de instalação, documentação, periodicidade das atividades, mão de obra (profissional qualificado, capacitado e habilitado), parâmetros e os tipos manutenções (ABNT, 2014). Outra norma criada pela ABNT em 4 de setembro de 2008 foi a NBR 16401-1 (parte 1), que trata de critérios e orientações para o projeto e instalação

de condicionadores de ar centrais e unitários, juntamente na mesma data vieram a ABNT 16401-2 (parte 2) que se dedica aos parâmetros de conforto térmico, e a ABNT 16401-3 (parte 3) que lida com qualidade do ar interior (ABNT, 2008) e conforme já mencionado todas as normas já instituídas e que ainda poderão ser criadas é respaldada pela L13589.

Por fim, a ABRVA orienta que em casos de discrepâncias entre as leis, portarias, resoluções e normas técnicas, deve-se seguir uma ordem jurídica de “força”, mas indispensavelmente a recomendação é sempre seguir todas (Abrava, 2019).

2.5 Concisão do PMOC

Conforme a Abrava (2019) o PMOC pode ser entendido como um “conjunto de documentos onde constam todos os dados da edificação, do sistema de climatização, do responsável técnico, bem como procedimentos e rotinas de manutenção comprovando sua execução”. De modo a complementar, o PMOC, visa a manutenção de uma boa QAI, tendo em conta a apreensão devido “a saúde, o bem-estar, o conforto, a produtividade e o absenteísmo ao trabalho” (Ministério da Saúde, 1998).

No Art.3 da L13589 é disposto que os sistemas de climatização e seus PMOC:

“Devem obedecer a parâmetros de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente, em especial no que diz respeito a poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, assim como obedecer aos requisitos estabelecidos nos projetos de sua instalação” (Brasil, 2018).

Além disso, a cartilha de PMOC Abrava (2019), salienta que o PMOC deve ser disposto em fácil localidade, abordando as intervenções no sistema, assim como também, para efeitos de fiscalização de boas práticas de engenharia por órgãos fiscalizadores.

Em um site de notícia da ABRVA onde houve participações de Cozac e Parra, no que exprime a assinatura do PMOC, bem como, a responsabilidade técnica do mesmo, Leonardo Cozac, diretor da Conforlab, sucintou que o dever pode ser dividido em duas categorias, os responsáveis pela limpeza e manutenção dos mecanismos e os serviços de avaliações das concentrações biológicas, químicas e físicas. A primeira é recomendado que fique cargo dos engenheiros mecânicos ou engenheiros industriais, mesmo ocorrendo o veto do parágrafo 2º no Artigo 1º da L13589, pois Cozac entende que se deva seguir as recomendações da CONFEA e do CREA, o mesmo ainda menciona que entidades como a ABRVA estão trabalhando para derrubar esse veto, já a segunda parte fica a par dos engenheiros químicos e engenheiros industriais (químico, segurança do trabalho ou ainda tecnólogos químicos) (Parra & Cozac, 2018), acresce que, o veto da responsabilidade técnica do engenheiro mecânico teve o intuito apenas de retirar a exclusividade devido a “reserva de mercado desarrazoado” (Brasil, 2018).

Já o engenheiro Parra, vice-presidente de Marketing e Comunicação da ABRVA e diretor de Partes & Peças da Trane colaborou e defendeu que um PMOC bem aplicado trará benefícios a todos envolvidos: I) usuários: conforto térmico e preservação da saúde; II) proprietário: preservação dos componentes, reduzir custos de manutenção, redução no consumo de energia e água, longevidade do sistema de climatização, patrimônio preservado e maior produtividade dos funcionários; menos absenteísmo III) prestador de serviço: mercado valorizado e prestigiado, e IV) governo: menos demanda de atendimento a saúde, redução da demanda trabalhista e melhora da economia (Parra & Cozac, 2018).

É importante salientar que o PMOC deve ser aplicado a diferentes categorias de sistemas de condicionamento de ar sendo eles: climatizadores evaporativos, ar condicionado Splints e centrais, câmara frigoríficas (Abrava, 2019), bem como, torres de resfriamentos, ar condicionados do tipo condensador remoto e janela, ventiladores e outros mencionados no anexo I da portaria (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998), deve ser adotado um PMOC para cada sistema independentes (Abrava, 2019).

Em caso de não cumprimento da L13589 que prevê a obrigatoriedade do PMOC pode ocorrer em multa que varia entre R\$1.500.000,00 e R\$2.000.000,00 prevista na lei 6.437/77, para tanto, leva-se em conta fatores como o agravante da

situação, os riscos, recorrência e o porte do estabelecimento (Abrava, 2019).

Grigoletto (2018) evidência que o PMOC é uma ferramenta inserida no Brasil cujo um dos propósitos seja eliminar ou mitigar os efeitos da causa da SED.

Por fim, um ponto que enfatizou recentemente o PMOC foi a COVID-19, a mesma foi tratada recente em um portal de notícias da engenharia e arquitetura, onde se destacou que a COVID-19 ampliou a importância do PMOC, mencionando que mais do que nunca a QAI ganhou relevância, já que segundo Parra (2020), diretor de relações institucionais e associativas da ABRAVA que corroborou na notícia citou que uma das maneiras de contaminação da COVID é pelo ar, e quando dispostas no ar são transportadas por partículas e que nos sistemas de climatização possuem filtros cuja às funções são impedir a passagem dessas partículas.

2.6 Manutenção, limpeza e Retrofit como forma de prevenção

A manutenção e a limpeza podem ser definidas conforme disposto no Art. 4º da Portaria 3523/98:

g) limpeza: procedimento de manutenção preventiva que consiste na remoção de sujidade dos componentes do sistema de climatização, para evitar a sua dispersão no ambiente interno. desempenho técnico dos componentes ou sistemas de climatização, garantindo as condições previstas neste Regulamento Técnico (Ministério da saúde, 1998).

A manutenção segundo Moraes (2006) é um aspecto que deve ser focado, pois, é a melhor forma de melhorar a QAAI proporcionado pelo sistema, seu objetivo consiste em preservar os componentes mecânicos e eletroeletrônicos, para que o mesmo mantenha suas condições normais de operação.

A cartilha de PMOC Abrava (2019) e a cartilha Qualidade do Ar Interno (Abrava, 2021) atribui três categorias de manutenções que inclui os procedimentos de preventiva, corretiva e a preditiva, elas são aplicadas em momentos diferentes, a preventiva incide em intervenções planejadas, a corretiva em equipamentos que ocorreram falhas e necessitam de intervenções para voltar ao funcionamento perfeito (termo não planejado é atribuído) e por fim, a preditiva consiste na análise dos parâmetros, para levar a previsões de falhas ou vida útil, para assim, aprimorar procedimentos.

Ainda de acordo com essas cartilhas, um termo importante utilizado na engenharia é o Retrofit, que consiste na adequação e modernização de sistemas de climatizados que não possui mais uma boa operacionalidade, ou ainda, que não cumpri mais as normas, o processo é importante para manutenção de uma boa QAI, segurança e eficiência energética.

De certo, em casos de manutenções precárias dos componentes de um sistema de climatização causará em um curto espaço de tempo no aumento do índice de contaminação (Costa et al., 2019), um dos pontos para isso é a tentativa de reduzir custos, que causa o avolumamento do ar reciclado, bem como, diminuição na troca dos filtros e limpeza dos ductos de ventilação, isso leva a poluição do ambiente interno e ao acúmulo de microrganismos (Santos et al., 1992), com isso, se tornam comuns as queixas, que podem ser frequentemente resolvidas através de um aumento da ventilação, melhoria nos controles e um aprimoramento da manutenção (Carmo & Prado, 1999).

Por fim, é citado estudos onde os autores concluirão, de forma generalizada, que as melhorias no processo de manutenção é a melhor forma de intervir na concentração contaminantes (Brickus & Neto, 1999; Cavalcanti et al., 2015; Gioda & Aquino Neto, 2003; Schirmer et al., 2011).

2.7 Principais causas a saúde

No Brasil a preocupação com alterações do estado de saúde que envolvem ambientes climatizados artificialmente vêm fazendo com que vários autores realizem estudos que apontam os sintomas e/ou diagnósticos dos usuários. Nesse capítulo

o intuito é evidenciar as principais problemas que vão estar associados as concentrações de agentes nocivos, sendo que cada uma pode causar efeitos distintos ou não. Conforme aqui abordado, existem vários contaminantes, eles vão se associar as enfermidades clinicadas dos usuários, a seguir são citados alguns, começando pelos contaminantes de fontes biológicas, elas podem provocar alergias e infecções (Schirmer et al., 2011). Já os químicos: CO₂ em excesso pode provocar falta de ar, o CO pode ser asfixiante e em níveis baixos apresentar sintomas iguais ao de gripe, o óxido de nitrogênio é um gás tóxico, o dióxido de nitrogênio afeta “os olhos, pele e a mucosa do nariz, sendo que em altas concentrações pode afetar também a garganta e o trato respiratório”, o dióxido de enxofre prejudica os olhos e o trato inferior, a amônia é tóxica e sufocante, o formaldeído pode irritar qualquer parte humana que sejam úmidas como os olhos e trato respiratório superior, e por fim os COV podem provocar “cansaço, dores de cabeça, tonturas, fraqueza, sonolência, irritação dos olhos e pele” (Carmo & Prado, 1999).

Considerando um ambiente de trabalho, conforme Basto (2007), diversas doenças do sistema respiratório podem ocorrer em função dos contaminantes existentes no ar, o mesmo ainda utiliza do termo doença pulmonares ocupacionais que são normalmente acometidas pelas inalações de agentes nocivos como gases, partículas, névoas e outros.

No caso em que seja constatado uma SED, os principais sintomas clínicos envolvidos são as dores de cabeça, o cansaço, as náuseas, irritações (olhos, nariz e garganta), a privação da concentração, problemas dermatológicos e etc (Robertson, 1995).

Um dos casos famosos constatado a qual houve associação de sua morte com sujidade dos mecanismos e dutos do sistema de condicionamento de ar de um hospital, foi a do ex-ministro das comunicações Sérgio Motta, ocorrido em 1998, ao contrair do sistema uma pneumonia provocada pela bactéria *Legionella pneumophila*, o mesmo é mencionado como um dos fatores que antecedeu e estreitou a necessidade de criar legislações, sendo assim, foi instituída no mesmo ano P3523 (Cavalcanti et al., 2015).

3. Metodologia

O gênero aplicado nesta pesquisa foi do tipo exploratório e descritivo, sendo o objetivo, promover uma maior familiaridade com o fenômeno, permitindo aprimorar ideias e hipóteses, além de descrever características, bem como, também entender as variáveis do fenômeno. (Gil, 2002). A abordagem para as coletas são de características mistas, ou seja, possui uma combinação qualitativa e quantitativa, tal emprego proporciona maiores possibilidades analíticas, já que cada uma apresenta potencialidades e limitações (Paranhos et al., 2016).

O delineamento da pesquisa qualitativa tem seus pressupostos na consistência de compreender o comportamento de um fenômeno que ocorre no âmbito real, avaliando interações entre variáveis e classificando processos dinâmicos, já a quantitativa por meio de técnicas estatísticas consiste em uma análise baseada na quantificação dos dados coletados (Richards, 1999).

Para o embasamento teórico, utilizou-se da técnica de pesquisas bibliográficas para a coleta de dados, que consistiu em consultar bibliografias já publicadas delimitadas pelo tema, tendo a principal finalidade de familiarizar o pesquisador com tudo que já foi dito. Outra técnica utilizada de coleta para o embasamento foi a documental, que consistiu na coleta restrita a documentos de arquivos públicos (leis, ordens, ofício e outros) e privados (que está incluso as associações, empresas, escolas e outros), os mesmos são tratados como fontes primárias (Marconi & Lakatos, 2003). Por fim, o estudo também consistiu em coletar dados de forma empírica, para isso, foi utilizada a técnica de levantamento através do método survey, o mesmo pode ser empregado para determinar fenômenos atuais (Espírito Santo, 1992), Já Freitas et al., (2000) destaca que o mesmo é apropriado quando “se deseja responder questões do tipo ‘o quê?’, ‘por que?’, ‘como?’ e ‘quanto?’, ou seja, quando o foco de interesse é sobre ‘o que está acontecendo’ ou ‘como e por que está acontecendo’.” Para tal, foi utilizado um questionário, compreendido por perguntas que visam indagar e englobar o relacionamento dos serviços prestados (fornecedor-cliente) que

estão envolvidos no objetivo geral e nos específicos apresentados. Os materiais de estudo para construção do questionário também se compreendeu em pesquisas sobre a temática nas literaturas já publicadas e pesquisas documentais. A seguir é apresentado o quadro 1 que contém todas as perguntas indagadas, apresentando- se com características abertas e fechadas.

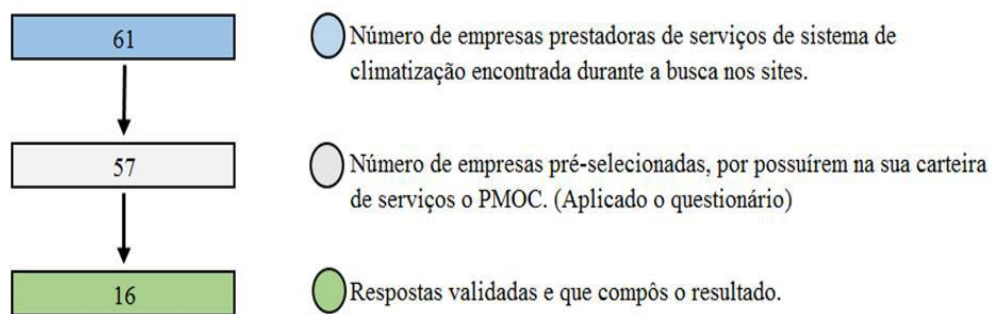
Quadro 1- Questionário aplicado.

Objetivo: Realizar um levantamento com as empresas, referenciando a aplicação da lei nº 13.589 de 2018 que trata sobre a necessidade de se fazer o Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) em ambientes climatizados e verificações das concentrações de contaminantes conforme a resolução nº9 de 2003.				
Questões	Assunto	Questão aberta ou fechada	Alternativas (questões fechadas)	Fundamentações
Q1	Qual o nome da empresa e/ou localidade sede da empresa?	Aberta	-	-
Q2	A empresa presta serviços de Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) em sistemas de climatização?	Fechada	. SIM . NÃO	-
Q3	Quantidade de clientes regulares / fixos que a empresa possui (quantidade aproximada)?	Aberta	-	-
Q4	Quais os tipos de clientes atendidos?	Fechada	. Indústrias . Prédios comerciais . Supermercados . Lojas comerciais . Residências . Escolas (Institutos, Faculdades, colégios e Universidades) . Agências Bancárias . Hospitais . outros	O PMOC é um documento exigido em todas as edificações coletivas e públicas, incluindo as restritas, como casos especiais (Brasil, 2018; Ministério da saúde, 1998)
Q5	Das empresas que são atendidas e possui mais de 60.000 BTU instalados, quantas, quantos fazem o previsto no PMOC regularmente?	Fechada	. acima de 80% . entre 60% e 80% . entre 40% e 60% . abaixo de 40%	-
Q6	Quais verificações são feitas para garantia da boa qualidade do ar interior?	Fechada	. Contaminação microbiológica (fungos) . Concentração de CO2 . Concentração de aerodispersóides . Temperatura . Umidade . Velocidade do ar . Taxa de renovação do ar . Grau de pureza do ar . Outros	A ANVISA estabeleceu parâmetros referenciais para a garantia da QAI em sua resolução -RE N° 9/2003 (Ministério da saúde, 1998), a mesma foi respalda ao ser citada no Art. 3°, parágrafo único na L13589 (Brasil, 2018)
Q7	Periodicidade em que é feito o PMOC nestes clientes?	Fechada	. semanalmente . quinzenalmente . mensalmente . trimestralmente . semestralmente . anualmente	A ANVISA afim de orientar criou um quadro com as periodicidades das atividades dispostas na da resolução-RE N° 9/2003 (Ministério da saúde, 2018), disponibilizada no anexo (tabela 1).
Q8	Cidades que normalmente a empresa presta serviços?	Aberta	-	-

Fonte: Autores.

O foco da pesquisa foi nas empresas que independente do seu porte prestam serviços em sistemas de climatização e que em sua carteira de serviços contemplava a realização de PMOC. Para se chegar até essas prestadoras foram realizadas buscas na *internet*, delimitando se a regiões do estado de Minas Gerais (MG), essas buscas proporcionaram se chegar aos sites que continham os endereços eletrônicos de contato dessas empresas que estavam dispostas em seus sites. Com uma carteira de 57 contatos pré-definidos, foi aplicado o envio do questionário de maneira virtual, o período compreendido entre o envio e a coleta das respostas foi entre as datas 3 de maio de 2021 á 14 novembro de 2021. A seguir é apresentado na Figura 1 o diagrama de blocos que representam os números das empresas pesquisadas, pré-selecionadas e as respostas coletadas que fizeram parte dos resultados.

Figura 1 – Diagrama de blocos do número de prestadoras encontradas versus os números de respostas.



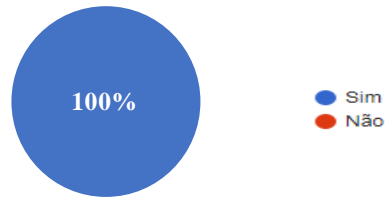
Fonte: Autores.

Inicialmente foram obtidas 18 respostas, porém duas empresas não fez parte dos dados finais pelo fato de suas matrizes não pertencerem mais à delimitação das regiões pesquisada. Outro ponto a se destacar é que devido ao contato através de endereços eletrônicos dispostos nos sites, não é possível determinar com exatidão que a empresa ainda utilizam dos mesmos e/ou se encontravam ativos. Conforme Freitas et al., (2000) os dados *survey* carecem ser analisados por meio de uma ferramenta estatística, para se chegar as informações almeçadas, e como características suas variáveis podem ser quantitativas e qualitativa. Sendo assim, os dados coletados foram analisados, ordenados, tabulados e transformados em gráficos utilizando a ferramenta *Microsoft Excel*, através destes gráficos foram obtidos dados quantitativos, bem como, nas entrelinhas dados qualitativos que foram posteriormente sobrepostos a teoria científica e documental que formalizaram o embasamento dos resultados da pesquisa. Como limitações destaca-se que a técnica *Survey* a qual compreendeu a aplicação de um questionário possui desvantagens como baixa taxa de respostas, a inviabilidade de comprovar as repostas ou esclarecê-lás, a dificuldade em pontuar questões, itens polarizados e outros (Carvalho, 2008).

4. Resultados

No processo empírico, para as análises dos dados, inicialmente, buscou-se validar as empresas que possuía em seu *Know-How* técnico o serviço de PMOC, a Figura 2 apresentam os índices das respostas.

Figura 2 - Respondentes que prestam serviços de PMOC.



Total de respostas coletadas e válidas : 16

Fonte: Autores.

Nota-se que 100% das prestadoras que responderam à pesquisa realizam serviços de PMOC, o que demonstra que a etapa de filtragem na metodologia foi eficiente, de modo que apenas prestadoras que se enquadrava no objeto de estudo e atua nesse mercado respondeu o questionário.

Por se tratar de um serviço periódico, outro aspecto importante foi a deliberação da quantidade de clientes regulares ou fixos aproximados que essas prestadoras possuem. O Quadro 2 apresenta as respostas, para esse fim foram atribuídos para os prestadores nomes de E1 até E16.

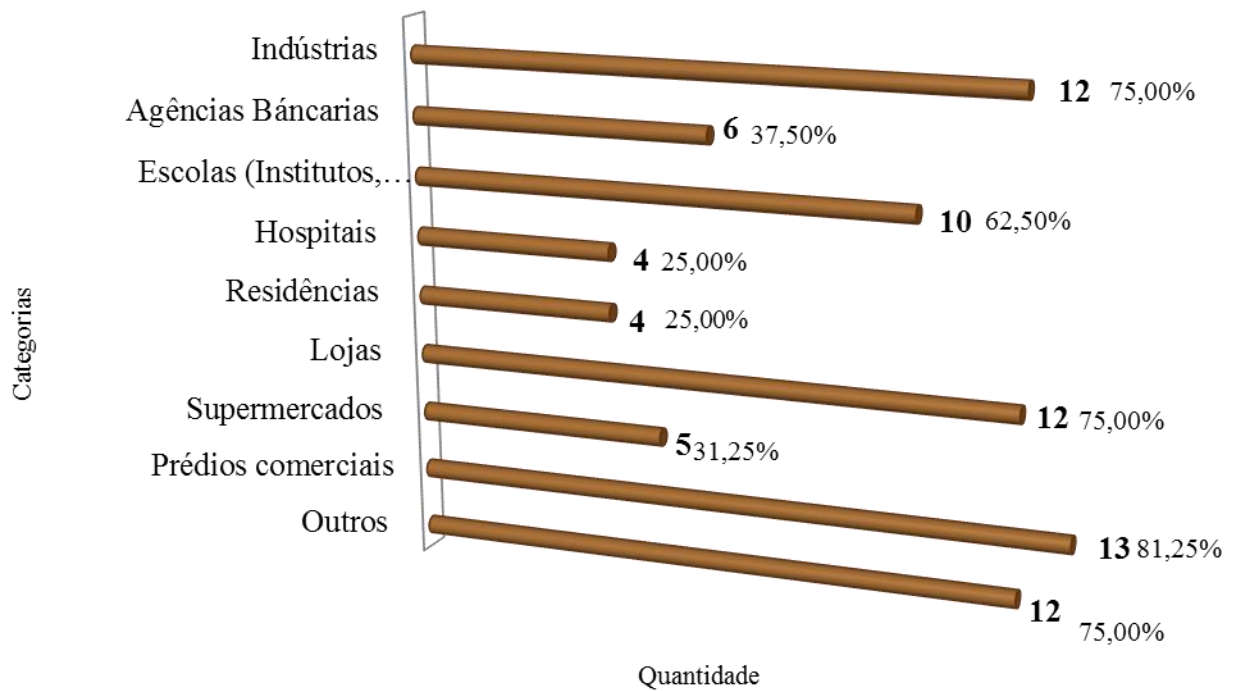
Quadro 2 – Quantidade de clientes fixos/regulares por empresa.

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
12	20	20	120	NI	NI	9	20	170	8	0	25	NI	7	177	50

Fonte: Autores.

Eventualmente, com o efeito do porte da empresa e a demografia da região que atua, a quantidade de clientes apresentou variações. A influência também é principalmente impulsionada pelo território abrangido que se apresentou diversificada entre municipal, regional, estadual e nacional. Destaca-se que três empresas optaram por não responder, assim foi atribuído o termo não informado (NI) e a E11 declarou não possuir clientes fixos ou regulares. A Figura 3 demonstra as categorias desses clientes atendidos regularmente.

Figura 3 – Categorias de clientes.

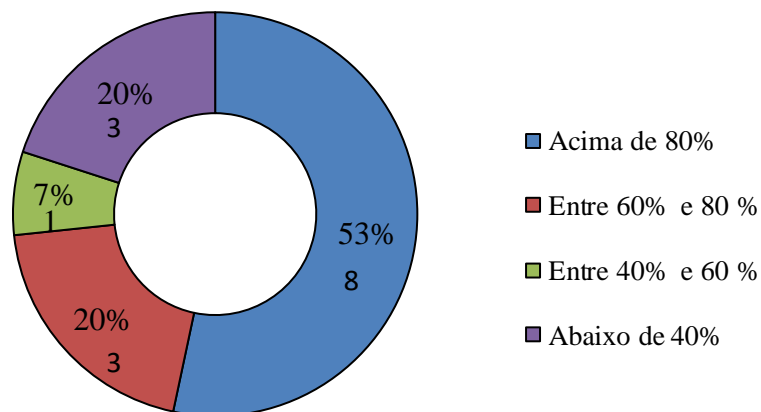


Fonte: Autores.

É certificado que a maior demanda das 16 prestadoras respondentes está concentrada nos prédios comerciais com 81,25%, seguido por indústrias, lojas e outros que corresponderam a 75% cada. Em contrapartida, apenas 25% mencionou que prestam serviços em hospitais e residências.

Um questionamento importante que pode mitigar o comportamento dos clientes é apresentado na Figura 4, onde é verificada a taxa de consumidores que mantém o serviço de PMOC regularmente. Para caracterizar a problemática foram adotados intervalos denominados de abaixo de 40%, 40% a 60%, 60% a 80% e acima de 80%.

Figura 4 - Regularidade de clientes que mantém os serviços de PMOC.



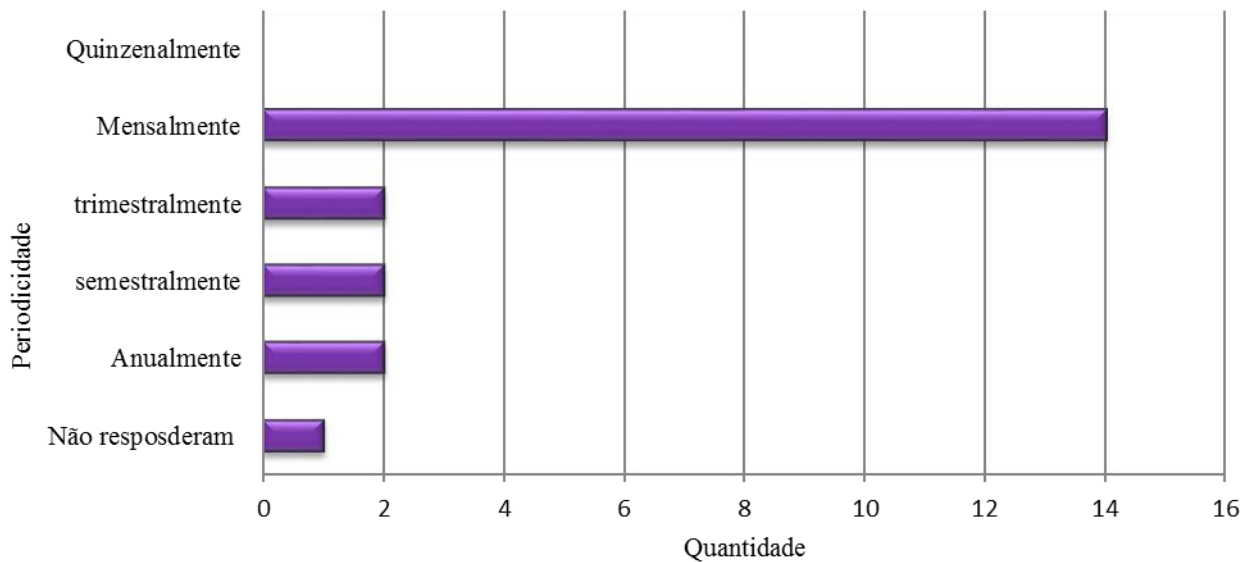
Fonte: Autores.

Perante a realidade explícita observada, a maior taxa de respostas corresponde ao intervalo 'acima de 80%', que

chegou ao índice de 53%. No entanto, o mesmo é seguido pelo intervalo 'abaixo de 40%' e 'entre 60% e 80%', onde o percentual de respostas foi de 20%. Nota-se que para esse resultado foi percorrido apenas 15 amostras, pois uma empresa optou por não responder.

Acrescentando-se que a regularidade do serviço é tratada por intervalos de tempo, na Figura 5 são ratificadas as respostas referentes aos períodos em que o serviço é prestado.

Figura 5 - Periodicidade dos serviços de PMOC.

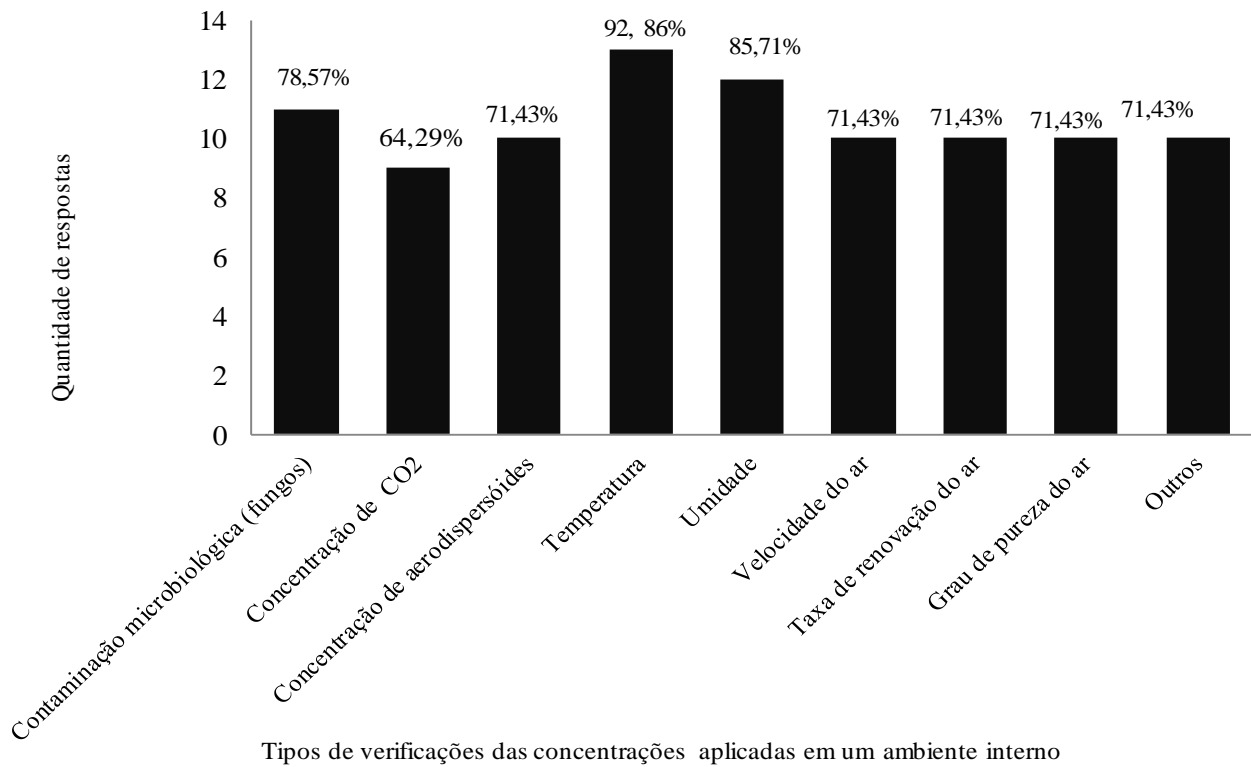


Fonte: Autores.

Com base nos dados, o intervalo mais creditado para o serviço de PMOC foi o mensalmente, obtendo 14 respostas, sendo que, algumas prestadoras demarcaram que adotam apenas esse período.

Em suma foi copilado quais verificações das concentrações dos agentes nocivos são realizadas para garantir a boa QAAI, os resultados foram expostos na Figura 6.

Figura 6 - Verificações das concentrações adotadas para determinar a QAAI.



Fonte: Autores.

De certo, duas empresas não responderam a essa pergunta, com isso, as amostras foram constituídas de 14 respostas. Dessas, a principal verificação praticada para a QAAI foi a de temperatura com 92,86%, seguido pela umidade com 85,71%. Em contrapartida, a verificação menos utilizada foi a concentração de dióxido de carbono (CO₂) com 64,29%.

No Quadro 3 é descrito as regiões em que as empresas atuam.

Quadro 3 – Localidades onde as prestadoras atuam.

Empresas	Localidades
E1	Capital
E2	Capital e algumas cidades do interior
E3	Algumas cidades do interior
E4	Capital
E5	Em todo o estado
E6	Capital e algumas cidades do interior
E7	Em todo o estado
E8	Capital
E9	Em todo território nacional
E10	Capital e algumas cidades do interior
E11	Em todo território nacional
E12	Capital e algumas cidades do interior
E13	Capital
E14	Capital
E15	Em todo o estado
E16	Em todo território nacional

Fonte: Autores.

Todas as prestadoras respondentes são mineiras, porém as mesmas apresentam características distintas no que diz a atuação de mercado, variando entre atuações mercadológicas nacionais, estaduais e municipais.

Por fim, relacionando as respostas dadas referentes aos clientes regulares mantidos e o intervalo adotado para determinar o valor aproximado em que os clientes fazem o PMOC, pode através de uma análise estatística compreender o intervalo em porcentagem e números de clientes que fazem e não fazem o PMOC regularmente. No Quadro 4 é disposto essas informações. Para fins de cálculo foi adotada a porcentagem vezes o número de clientes dividido por 100.

Quadro 4 - Afirmação de clientes que fazem o previsto no PMOC regularmente versus clientes que não fazem.

	Clientes regulares (N° de clientes)	Resposta sobre a manutenção da regularidade dos provedores, referente ao PMOC	Premissas afirmativas	Não fazem as atividades prevista no PMOC regularmente (N° de clientes)	Faz as atividades previstas no PMOC regularmente (N° de clientes)
E1	12	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	0	10
E2	20	entre 60% a 80%	Ao menos 60% fazem PMOC e 20% não faz	4	12
E3	20	abaixo de 40%	Ao menos 60% não fazem PMOC	12	0
E4	120	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	0	96
E5	NI	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	-	-
E6	NI	NI	-	-	-
E7	9	entre 60% a 80%	Ao menos 60% fazem PMOC e 20% não faz	2	5
E8	20	entre 60% a 80%	Ao menos 60% fazem PMOC e 20% não faz	4	12
E9	170	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	0	136
E10	8	entre 40% a 60%	Ao menos 40% fazem PMOC e 40% não fazem PMOC	3	3
E11	0	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	0	0
E12	25	abaixo de 40%	Ao menos 60% não fazem PMOC	15	0
E13	NI	abaixo de 40%	Ao menos 60% não fazem PMOC	-	-
E14	7	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	0	0
E15	177	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	0	142
E16	50	acima de 80%	Ao menos 80% fazem PMOC	0	40
Total	638			40	456

Fonte: Autores.

Como resultado, pode se afirmar que dos 638 clientes das 13 empresas diagnosticadas, que optou por responder à quantidade de clientes fixos e regulares, 456 fazem o PMOC regularmente, em contrapartida, 40 não fazem as atividades

previstas no PMOC regularmente. Como o critério foram valores aproximados, dentro da amostra de 638, 142 não é possível fazer tais afirmações e/ou associações.

5. Discussões

O resultado exposto na Figura 2 mostrou que 100% das empresas prestadoras questionadas ofertam serviços de PMOC, o que sugere que as mesmas possuem conhecimentos nas legislações brasileiras em vigor, entretanto uma análise paralela demonstra discrepância na aplicação da resolução N°9/2003, prevista na L13589, onde se percebe que nem todas as verificações dos contaminantes são realizadas conforme evidenciado na figura 6. O CO₂ é um dos parâmetros que se orienta verificar pelo Ministério da Saúde (2003), porém CO₂ apresentou ser a concentração menos verificada, assim não é possível diagnosticar se os usuários estão expostos a riscos, o CO₂ acima do aceitável, de acordo com Carmo & Prado, (1999) pode infundir na falta de ar, e ainda segundo a cartilha de Qualidade do Ar Interior pode ocasionar em problemas de saúde e queda da produtividade ocasionada por sonolência, perda da capacidade cognitiva, lentidão em pensar e compreensão, isso é considerado em qualquer tipo de ambiente como no trabalho, escolas acadêmias, cinemas e outros (Abrava, 2021).

Eventualmente, sem o controle de todas essas verificações da figura 6, pode ocorrer em um acúmulo de vários contaminantes no ambiente e ainda ter sua propagação agravada pelo sistema de climatização conforme apontado na literatura por Ribeiro et al., (2004). Essas preposições podem trazer riscos clínicos ao um número maior de usuários. Além disso, de acordo com (BRITO, 2001; Carmo & Prado, 1999) a qualidade comprometida pode propiciar o desenvolvimento da SED no ambiente. Com tudo, devido às limitações da técnica *Survey* apresentado por Carvalho (2008), não é possível definir se os parâmetros não são analisados por desconhecimento do prestador ou displicência dos provedores, que apesar de não possuir *Expertise* no tema, são os que como descrito por Lima (2019), formalizam e são detentores dos contratos. Tais aspectos conforme apontou Santos et al., (1992), podem ser relacionados as tentativas dos clientes de reduzir custos com a manutenção.

No que tange a obrigatoriedade prevista de portar e manter a descrição das atividades no PMOC, conforme esperado na L13589 e na P3523, é abalizado no quadro 4 que a maior parcela mantém essa regularidade e descrição do serviço, porém em fração menor, mas significativa, demonstra que não a cumprimento do recomendando. Isso somado as edificações, onde não se possui PMOC, conforme é aponta alguns estudos de casos na literatura que foram abordados (BARBOSA, 2019; FRAZÃO et al., 2007; Grigoletto, 2018; Lima, 2019; Paiva et al., 2020; Vieira, 2018), pode dificultar na mitigação da má QAAI, bem como, da SED a qual Grigoletto (2018) apontou que essa ferramenta tinha como proposito eliminar os riscos envolvidos.

Outro aspecto da resolução N°9/2003 é relacionado a periodicidade do serviço, na figura 5 é explicito uma inclinação forte a realizar os serviços em períodos mensais, essa é uma solicitação mínima exigida na resolução conforme tabela 1 no anexo, consequentemente mostra que a maior parcela cumpre a resolução, abstende que duas respostas estão fora das orientações por ultrapassar o temporal semestral, Costa et al., (2019) descreve que ter uma manutenção precária pode desenvolver um ambiente de má qualidade.

Na figura 3 é evidenciada que o número de prestadores que realizam serviços em hospitais é baixo, a mesma é referido na L13589 como um ambiente climatizado de uso restrito e para tal deve conter regulamentos específicos (Brasil, 2018), o que implica em uma necessidade a mais de entendimento por parte dos prestadores. Outro aspecto desse caso especial é que os sistemas de ventilação são diferentes e devem ser totalmente empregados de ar externo, não podendo haver a mistura do ar e posteriormente a recirculação (Alvarez, 2019).

6. Considerações Finais

Nesse estudo foi primeiramente realizado uma revisão bibliográfica e documental para compreensão e o

embasamento da temática, desse modo foi constatado que recentemente houve a promulgação de uma nova lei, que tratava da QAAI. O mesmo repercutiu a obrigatoriedade do PMOC em sistemas de climatização, bem como, respaldou a P3523, a resolução N°9/2003 e a normas ABNT.

Dessa forma, o objetivo da pesquisa que consistiu em realizar um procedimento empírico para diagnosticar o cumprimento dessas legislações foi cumprido através da técnica *survey* que compreendeu a aplicação de um questionário redundante que efetivamente colheu os dados e permitiu mediante a análise dos dados verificar quantitativamente e qualitativamente os percentuais de cumprimento das premissas previstas nessas legislações.

Verificou-se que, o PMOC nem sempre é utilizado de maneira correta, o que proporciona portanto incumbências e propagações dos contaminantes nos ambientes fechados, formando assim a má QAAI, bem como, a incidência da SED, a mesma é predisposto por um não cumprimento das orientações de limpeza, manutenção, operação e controle dos sistemas artificiais.

Constatou também que o processo infundirá em dificuldades de controle dos contaminantes quando as verificações das concentrações deixam de ser parametrizadas e comparadas com os parâmetros da resolução n°9/2003, deixando os usuários suscetíveis riscos.

Em virtude disso, percebe-se que a temática carece a possibilidade de criar planos de ações para conscientizar, esclarecer e auxiliar as prestadoras e provedoras a se adequar aos parâmetros legais, bem como, mostrar os benefícios que uma QAAI pode trazer. Embora demonstrado o embasamento das leis, teorias e a aplicação generalizada, sugere-se um estudo abordando as perspectivas dos provedores de modo a realizar um estudo de caso em um ambiente que irá proporcionar um aprofundamento da pesquisa através da análise completa de um sistema de climatização alocado em uma edificação com um grande número de usuário e que não possui PMOC, com isso, relatar o seu estado atual, principalmente o estado de criticidade da falta de manutenção e operação dos seus componentes como o filtro que englobaria o diagnóstico da poluição do ar interno de modo a transpor a resolução- RE 09/2003.

Por fim, outra sugestão seria optar por aplicar o método *survey* com os usuários para entender suas percepções de desconforto e aflicção do respectivo desempenho físico e mental em sua atividade e ainda em uma fase posterior, viabilizar e implantar o PMOC no estudo de caso utilizando-se da L13589, desenvolvendo um monitoramento contínuo por um prazo determinado dos novos aspectos predisposto no ambiente interno e no sistema.

Referências Bibliográficas

- ABNT NBR 16401-1. (2008). *Instalações de ar-condicionado – sistemas centrais e unitários, parte 1: Projetos das instalações*.
- ABNT NBR 16401-2. (2008). *Instalações de ar-condicionado – sistemas centrais e unitários, parte 2: Parâmetros de conforto térmico*.
- ABNT NBR 16401-3. (2008). *Instalações de ar-condicionado – sistemas centrais e unitários, parte 3: Qualidade do ar interior*.
- ABNT. NBR 13971/97. (1997). *Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação: Manutenção programada*.
- ABNT NBR 13971/14. (2014). *Sistema de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento – manutenção programada*.
- ABRAVA. (2019). *PMOC – perguntas e respostas - cartilha de PMOC*. <https://abrava.com.br/a-abrava/pmoc-perguntas-e-respostas/>.
- ABRAVA. (2020). *1º boletim econômico ABRAVA – previsão de faturamento e mercado de ar – condicionado residencial e central*. <https://abrava.com.br/1-boletim-economico-abrava-previsao-de-faturamento-e-mercado-de-ar-condicionado-residencial-e-central/>
- ABRAVA. (2021). *ABRAVA publica guia de recomendações sobre a lei 13.589, lei do pmoc, referente ao ar condicionado - RENABRAVA 7 -03 de julho*. <https://abrava.com.br/abrava-publica-guia-de-recomendacoes-sobre-a-lei-13-589lei-do-pmoc-referente-ao-ar-condicionado/>
- ABRAVA (2021). *Cartilha Qualidade do AR Interno, que contribui para a saúde das pessoas, é lançada em sociedade*. <https://abrava.com.br/cartilha-qualidade-do-ar-interno-que-contribui-para-a-saude-das-pessoas-e-lancada-para-a-sociedade/>
- Alvarez. M. E. T. (2019). *Refrigeração, Ar Condicionado e Ventilação*– Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A.
- Araujo, E. D. P. (2011). *Apostila de ar condicionado e exaustão* - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS; Centro universitário de Brasília – uniCEUB; Arquitetura e Urbanismo. <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/7455/1/Apostila%20ar%20condicionado%2010.2011.pdf>

- Barbosa, E. N. (2019). *A importância do plano de manutenção operação e controle (PMOC) para saúde e segurança do trabalhador*. Universidade tecnológica federal do Paraná. Departamento acadêmico de construção civil. Especialização em engenharia de segurança do trabalho.
- Basto, J. E. (2007). *Qualidade do ar interno*. Itajaí, SC, Brasil [citado 2017/out/14]. <http://www.anest.org.br/>.
- Brickus, L. S. R. B. & Neto, F. R. de A. (1999). Indoor air quality and chemistry. *Química Nova*, 22(1), 65–74.
- Brito, L. (2001). *Tuberculose nosocomial medidas de controle de engenharia*. Boletim de Pneumologia Sanitária, 9(2), 33-50.
- Carmo, A. T., & Prado, R. T. A. (1999). *Qualidade do ar interno*. São Paulo: EPUSP.
- Carvalho, V. (2008). *Instrumento Coleta Dados Pesquisas Educacionais Related papers. academia: Accelerating the world's research*.
- Cavalcanti, A. M., Cavalcanti Filho, A. M., Fortes, G. P., de Souza Neto, J. K., & de Sousa Pereira, L. (2015). Análise da qualidade do ar interno sob a abordagem da manutenção preditiva e da inovação. *Exacta*, 13(1), 45-54.
- Creder H. (2004). *Instalações de ar condicionado*. Livros Técnicos e Científicos.
- da Costa, R. F. W., Rodrigues, M. A., Rosa, T. D. C., Da Silva, L. L., Garcia, H. G., Melo, J. D. S., & Souza, M. P. (2019). A qualidade do ar em ambientes comerciais fechados. Prevenindo patologias associadas à permanência diária em espaços com climatização artificiais. *Revista Científica Doctum Multidisciplinar*, 1(2).
- do Espírito, S. A. (1992). *Delineamentos de metodologia científica*. Edições Loyola.
- Frazão, H. D. S., Coutinho, M. V., Santana, E. D. F., de Castro, C. S. P., Amaral, Z. D. S., Praça, L. B., & Silva, A. (2007). *Diagnóstico da situação inicial dos laboratórios da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia com relação à implantação de Sistema de Qualidade*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/189625/diagnostico-da-situacao-inicial-dos-laboratorios-da-embrapa-recursos-geneticos-e-biotecnologia-com-relacao-a-implantacao-de-sistema-de-qualidade>
- Freitas, H., Oliveira, M., Saccol, A. Z., & Moscarola, J. (2000). O método de pesquisa survey. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, 35(3).
- Frota, A. B., Schiffer, S. R. (2006). *Manual de conforto térmico (7ª ed.)*. Studio Nobel.
- Gil, A. C. (2002). *Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa (4ª ed.)*. Atlas, 4(1), 44-45.
- Gioda, A., & Aquino Neto, F. R. D. (2003). Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. *Cadernos de Saúde Pública*, 19, 1389-1397.
- Gomes, M. I., Faria, P., & Gomes, J. (2013). Regulação da qualidade do ar interior através da utilização de argamassas ecoeficientes. In *2º Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono (pp. 1-10)*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Graudenz, G. S., Kalil, J., Latorre, M. D. R., Arruda, L. K., Gambale, W., & Morato-Castro, F. F. (2004). Exposição alérgica e sintomas respiratórios em ambientes climatizados. *Rev Bras Alerg Immunopatol*, 27, 94-102.
- Grigoletto, M. W. (2018). *Estudo de necessidades para implantação do pmoc-Plano de Manutenção Operação e Controle-nos condicionadores de ar do prédio da incubadora de inovações tecnológicas do Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná*. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.
- Metas, Jornal. (2019). *Demanda para instalação de ar-condicionado cresceu quase 250%: Levantamento é da GetNinjas - plataforma de contratação de serviços*. <https://www.jornalmetas.com.br/geral/demanda-para-instala%C3%A7%C3%A3o-de-ar-condicionado-cresceu-quase-250-1.2123554>
- Kligerman, D. C., Vilela, H., Cardoso, T. A. D. O., Cohen, S. C., Sousa, D., & La Rovere, E. (2007). *Sistemas de indicadores de saúde e ambiente em instituições de saúde*. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12, 199-211.
- Lei Nº 13.589, 4 de janeiro de 2018. (2018). *Dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes*. *Presidência da República*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113589.htm
- Lima, M. F. D. (2019). *A Gestão dos serviços de manutenção em uma instituição federal de ensino superior: uma análise da Universidade Federal de Alagoas*. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Programa de Pós Graduação em Administração Pública, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica (5ª ed.)*. São Paulo: Atlas.
- Matos, R S. (2008). *Climatização*. Universidade federal do Paraná, setor de tecnologia, departamento de engenharia mecânica.
- Moraes, A. P. D. (2006). *Qualidade do ar interno com ênfase na concentração de aerodispersóides nos edifícios*. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo.
- Naked, G. M. (2005). *A manutenção como forma de prevenção de doenças originárias em ambientes climatizados*. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo.
- Nascimento, C. A. G. (2011). *Análise da Qualidade do Ar Interior em Edifícios Escolares*. Dissertação de Mestrado Em Energia e Climatização de Edifícios Da Universidade Do Algarve, 141.
- Nascimento, G. C. D. (2011). *Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos: biblioteca pública*. Mestre em Hidráulica e Saneamento. Universidade de São Paulo.
- Paiva, N. M., Castro, I. C., Oliveira, R. D., & Lima, F. R. (2020). Auditoria energética de sistemas de climatização artificial em instituição federal de ensino superior. *Encontro nacional de tecnologia no ambiente construído*, 1-8.

- Paranhos, R., Figueiredo, D. B., Rocha, E. C. D., Silva, J. A. D., & Freitas, D. (2016). Uma introdução aos métodos mistos. *Sociologias*, 18, 384-411.
- Parra, A. L & Cozac, L. (2018). *ABRAVA- Lei 13.589: Benefícios e responsabilidades legais na aplicação do PMOC – Por revista ABRAVA climatização*. <https://abrava.com.br/lei-13-589-beneficios-e-responsabilidades-legais-na-aplicacao-do-pmoc-por-revista-abrava-climatizacao/>
- Parra, A. L. (2020). *Engenharia e arquitetura- Qualidade do ambiente interno: Covid-19 amplia a importância do PMOC*. <http://www.engenhariae arquitetura.com.br/2020/04/covid-19-amplia-a-importancia-do-pmoc>
- Pimenta, F. (2021). *Síndrome do Edifício Doente: você sabia que sua saúde pode estar em perigo? Por Francisco Pimenta DNPC –ABRAVA. Abrava.com.br*. <https://abrava.com.br/sindrome-do-edificio-doente-voce-sabia-que-sua-saude-pode-estar-em-perigo-por-francisco-pimenta-dnpc/>
- Portaria Nº 3.523, de 28 de agosto de 1998, (1998). *Ministério da saúde*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523_28_08_1998.html
- Prado, R. T. (2003). *Contribuição ao estudo do papel da engenharia nas interações entre o homem, o edifício e o ambiente*. Tese de livre Docência, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Resolução - RE n ° 176, de 24 de outubro de 2000. (2000). *Ministério da saúde*. <http://www.pncq.org.br/uploads/2015/qualinews/RE%20176%202000.pdf>
- Resolução – RE N°9, de 16 de janeiro de 2003. (2003). *Ministério da saúde; ANVISA*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0009_16_01_2003.html
- Ribeiro, A. F., Almeida, G. P. D., Damasceno, R. D. S. & Pinto, R. D. C. P. (2004). *Proposta para avaliação de sistema de ar-condicionado com foco nas questões de conforto, saúde, segurança e ambiental*. Universidade Federal Fluminense- RJ.
- Richardson, R. J. (1999). *Pesquisa social: Métodos e Técnicas (3° ed)*. São Paulo: Atlas.
- Robertson, G. (1995). Sick Buildings - Effects, causes, analysis and prevention. In: *Council on tal buidings and urban habitat. Rehabilitation of Damaged Buildings. Bethlehem, Le High University*.70 - 88.
- Roelofsen, P. (2002). O impacto dos ambientes de escritório no desempenho dos funcionários: O design do local de trabalho como estratégia para o aumento da produtividade. *Jornal de gestão de instalações*.
- Santos, U. P., Rumel, D., Martarello, N. A., Ferreira, C. S., & Matos, M. P. (1992). Sick building syndrome in bank employees. *Revista de Saúde Pública*, 26(6), 400-404. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101992000600005>.
- Sarra, S. R., & Mülfarth, R.C.K. (2021). Importância da percepção dos usuários na avaliação de conforto térmico e qualidade do ar. *Brazilian Journal of Development*, 7(2), 12529-12548.
- Schirmer, W. N., Pian, L. B., Szymanski, M. S. E., & Gauer, M. A. (2011). A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16, 3583-3590.
- Sundell, J. (2004). Sobre a história da qualidade e saúde do ar interior. *Ar interior*, 14 (s 7), 51-58.
- Suzuki, E. H. (2010). *Avaliação do conforto térmico e do nível de CO2 em edifícios de escritório com climatização artificial na cidade de São Paulo*. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo.
- Teixeira, D. B., Brionizio, J. D., Pereira, L. J. R., Mainier, F. B., Magro, P. P. M., Nunes, V., & Belaidi, H. (2015). Síndrome dos edifícios doentes em recintos com ventilação e climatização artificiais: revisão de literatura. *Ver. Analytica*. 2010;VII(6):07-08.
- Vieira, G. M. (2018). *Estudo de sistemas de condicionamento de ar: o caso da Biblioteca de Obras Raras da Escola de Minas*. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.
- Walter, J., Baggio, D. K., & Rodrigues, M. R. (2017). Planejamento para ampliação de mercado em uma empresa de climatização de ambientes. *Espacios*, 38(37).