

X-013 - QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES INTERNOS: ANÁLISE CRÍTICA DA ATUAL LEGISLAÇÃO E ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Maria Luíza da Cunha Oliveira Santos⁽¹⁾

Graduanda no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES.

Bruno Furiere⁽²⁾

Doutor em Engenharia Ambiental, Professor da Coordenadoria de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santos – IFES.

Endereço⁽¹⁾: Rua Castelo Branco, 179 – Praia da Costa – Vila Velha - ES - CEP: 29101-485 - Brasil - Tel: +55 (27) 99840-3506 - e-mail: malu_cunha02@hotmail.com.

RESUMO

O interesse pela Qualidade do Ar em Ambientes Internos surgiu no contexto da tendência de construção de prédios selados devido a controle de climatização e de ruídos, bem como por motivos estéticos. Além disso, a discussão foi incrementada com a descoberta de que a redução nas taxas de trocas de ar nos ambientes resulta no aumento considerável da concentração de poluentes químicos e biológicos, tais como Dióxido de Carbono Partículas Totais em Suspensão, Compostos Orgânicos Voláteis e Bioaerossol – Suspensão de microrganismos (organismos viáveis) suspensos no ar. Trata-se, portanto, de um campo de pesquisa muito recente, surgindo como ciência a partir da década de 1970, e de extrema relevância, dada a relação de tais contaminantes com agravos à saúde humana e a necessidade de se assegurar o bem estar dos habitantes dos edifícios, bem como o bom desempenho de suas tarefas e serviços. No Brasil, o campo apresenta-se ainda mais incipiente, existindo apenas uma legislação referente ao tema que se mostrou insuficiente para abranger a complexidade e importância do tema, além de mostrar valores pouco restritivos para alguns poluentes. Além disso, a nível mundial, da mesma forma, poucas regulamentações foram feitas para avaliação da qualidade do ar interno. Diante disso, o presente trabalho buscou fazer investigação da qualidade do ar interno de uma instituição de ensino superior, bem como uma análise crítica da atual legislação pátria, ressaltando e comparando-a com normas internacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição do ar interno, qualidade do ar interno, legislação, poluentes, saúde.

INTRODUÇÃO

A maior relevância quanto à poluição atmosférica surge a partir da Revolução Industrial, processo que deu início à urbanização hoje conhecida, quando os problemas provenientes das altas taxas de emissões de poluentes começam a ser reconhecidos como uma questão de saúde pública (BAKONYI et al., 2004).

A poluição do ar afeta a saúde da população mesmo quando os níveis medidos estão dentro dos limites impostos pela legislação vigente, sendo as crianças e os idosos os grupos mais suscetíveis aos efeitos perniciosos da contaminação atmosférica (BAKONYI et al., 2004). Segundo Braga et al. (2007), os poluentes gasosos e o material particulado inalável, gerados pela queima de combustíveis fósseis, por exemplo, têm relação direta com o sistema respiratório, de forma que estes efeitos têm sido medidos por meio de aumentos nos atendimentos de pronto-socorro, internações hospitalares e mortalidade. As investigações científicas se concentravam na emissão, dispersão e impacto da poluição em ambientes exteriores.

Nesse sentido, mais tardiamente, a partir da década de 1970, surge como ciência o estudo da Qualidade do Ar em Ambientes Internos (SCHIRMER et al., 2011). O interesse pelo tema emergiu no contexto da tendência de construção de prédios selados devido a controle de climatização e de ruídos, bem como por motivos estéticos na construção (GIODA, 2003; LEE; AWBI, 2004). Além disso, a discussão foi incrementada com a descoberta de que a redução nas taxas de trocas de ar nos ambientes resulta no aumento considerável da concentração de poluentes biológicos e não biológicos tais como Dióxido de Carbono, Partículas Totais em Suspensão,

Compostos Orgânicos Voláteis e Bioaerossóis – Suspensão de microrganismos (organismos viáveis) no ar (BRICKUS; NETO, 1999; LEE; AWBI, 2004; TURIEL et al., 1983).

Atualmente, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos nesta temática relacionada à poluição em ambientes interiores, como por exemplo, avaliações microbiológicas dos ambientes, investigações quanto à associação entre infecções hospitalares e a qualidade do ar em recintos climatizados e, ainda, o efeito de poluentes na saúde de crianças (FERREIRA; CARDOSO, 2014; DA COSTA; MACHADO, 2015; DA SILVA, 2014).

Destarte, entende-se como ar interno aquele de áreas não industriais, como de universidades, escolas, hospitais, domicílios e escritórios. Dessa forma, o estudo relacionado à sua qualidade é de extrema relevância, visto que, é necessário para assegurar a saúde dos habitantes dos edifícios, bem como o bom desempenho de suas tarefas e serviços (SCHIRMER et al., 2011), uma vez que grande parte das pessoas passa a maior parte do seu dia dentro desses edifícios e, de modo consequente, expostas a seus poluentes (BRICKUS; NETO, 1999; LEE; AWBI, 2004; TURIEL et al., 1983).

No Brasil existem normas que regulam a qualidade do ar, mas, para tratar dos ambientes internos existe apenas uma, estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), a Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Esta surgiu a partir da revisão e atualização da Resolução nº 176, de 24 de outubro de 2000, e dispõe sobre os padrões relativos à Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo (BRASIL, 2003). As Instituições de Ensino Público Superior (IES), uma das quais será feito o estudo de caso deste trabalho, se enquadram nos termos desta resolução.

Isto posto, acredita-se que a pesquisa será de grande contribuição para a instituição, uma vez que, será pioneira no que tange à exposição da atual condição da qualidade do ar interior no Campus, além de gerar discussão quanto às possíveis mudanças que poderão ser confeccionadas nas instalações bem como levantar os possíveis riscos associados à saúde dos ocupantes. Ademais, o estudo poderá ser agregado ao Programa de Gestão Ambiental do IFES (Progea), a fim de dar maior notoriedade à temática e inspirar melhorias no instituto.

O escopo do presente estudo é de analisar criticamente a Resolução nº 9 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, por meio de uma investigação da qualidade do ar, utilizando-se como indicador o dióxido de carbono, em diferentes ambientes do Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus* Vitória.

METODOLOGIA

O estudo será localizado nos ambientes internos do IFES, que é uma instituição pública federal brasileira, que oferece cursos técnicos integrados ao ensino médio, cursos técnicos, cursos de ensino superior e mestrados. Assim, serão realizadas as amostragens e medições de concentração dos poluentes de interesse. São justificativas da escolha do IFES como ambiente para estudo de caso: (i) facilidade de acesso aos diferentes ambientes, (ii) segurança para amostragem, (iii) grande quantidade e variedade de ambientes classificados como internos e (iv) grande circulação de pessoas em todos os turnos e estações do ano possibilitando análise da sazonalidade da poluição.

No que se refere às etapas de medição, tem-se que para a mensuração do CO₂, será utilizado o Analisador de CO₂ – Infravermelho não dispersivo da marca Criffer. Este é um dispositivo de medição direta, que é capaz de medir uma escala de 0 a 9.999 ppm de concentração do dióxido de carbono. Além disso, o instrumento também pode medir a temperatura ambiente, com uma precisão de ± 1.0 °C (CRIFFER, 2015).

O medidor possui ainda um software para a avaliação dos resultados, os quais podem ser armazenados, podendo ser criados gráficos e relatórios a partir destes (CRIFFER, 2015). O Analisador de CO₂ – Infravermelho não dispersivo está representado na figura 1.



Figura 1: Analisador de CO2 – Infravermelho não dispersivo

É válido ressaltar que o equipamento foi previamente calibrado, antes da execução das medições. Essa calibração foi realizada pela empresa externa que possui tal instrumento.

As devidas medições foram realizadas em três ambientes do IFES, *Campus* Vitória: (i) uma sala de aula comum, mostrada na figura 2, em que os alunos do instituto possuem aula todos os dias úteis da semana em todos os turnos (matutino, vespertino e noturno) contendo ventiladores e ar-condicionado, (ii) um ambiente composto por salas de professores, na figura 3, (iii) uma sala de reuniões entre professores e também onde se realizam aulas ambiente composto por salas de professores, figura 4.



Figura 2: Sala de aula em que ocorrerão as medições



Figura 3: Ambiente composto por salas dos professores



Figura 4: Sala de reuniões de professores e de aulas

Os experimentos de medições foram feitos em diferentes horários ao longo do dia e durante diferentes dias. Além disso, buscou-se fazer o experimento durante as aulas, para que pudesse ser captada também a influência da presença das pessoas nos ambientes internos.

RESULTADOS

As primeiras medições foram realizadas em uma sala de aula, em que continham alunos. Primeiramente, havia 18 pessoas em sala, aumentando progressivamente até o número final de 21 alunos. No início, a sala não estava sendo climatizada, com ar condicionado e ventiladores desligados. Sendo assim, as medições foram feitas em intervalos de vinte minutos, sendo a primeira realizada no dia 28 de março de 2017, de 7h18 até 7h38 da manhã.

As condições de circulação nesse ambiente eram boas, com algumas janelas abertas, então, apesar da sala estar cheia, contando com a contribuição da respiração dos ocupantes, o valor máximo registrado de dióxido de carbono foi de 543 ppm, abaixo do limite estabelecido pela Resolução nº 9 da Anvisa, de 1000 ppm. Vale ressaltar que a temperatura teve média de 26,56°C e a umidade média foi de 65,62%.

A segunda medição realizada nesse mesmo ambiente, no mesmo dia e ainda sem ar condicionado ou ventilador, foi realizada de 7h58 até 8h18 da manhã. Desta vez, o número se manteve constante com 21 ocupantes. A temperatura medida era de 27,10°C e a umidade média de 66,20%. Assim, o máximo valor medido de CO₂, apesar de ser maior que o anterior, ainda se encontra abaixo do limite da legislação, sendo de 615 ppm, contudo a média da concentração foi de 563 ppm.

Ainda no mesmo recinto, mediu-se a concentração de dióxido de carbono, com 16 alunos em sala, no dia 28 de março de 2017, de 10h20 até às 10h40. Contudo, nesta medição a sala tinha ventiladores ligados, mas ainda sem ar condicionado.

O resultado máximo de concentração obtido foi de 583 ppm, sendo a média de 552 ppm, com uma temperatura média de 27,60°C e umidade média de 66,60%. A segunda medição, sob as mesmas condições de circulação e refrigeração e também do número de alunos, realizada de 11h00 às 11h20 da manhã apresentou valor máximo de 574 ppm, com temperatura e umidade médias de 27,9°C e 65,70%.

No dia 29 de março de 2017, foram realizadas medições em um escritório da coordenadoria dos professores, sendo que esta se encontrava vazia, contendo apenas um ocupante no escritório medido. O ar condicionado do tipo “Janela Gree”, 18.000 BTUs de modelo janela, estava recém ligado, sendo as portas entre as salas e a porta principal fechadas. Essa medição foi realizada pela manhã, no período de 8h30 às 9h40.

Dessa forma, o maior valor de concentração foi de 598 ppm, com temperatura e umidade médias de 21,40°C e umidade de 50,60%, respectivamente. Esse resultado de concentração encontrado, relativamente baixo, pode-se dizer que é devido a influência de apenas uma pessoa no recinto, uma vez que terá influência das atividades metabólicas de apenas um ocupante.

Ainda no dia 29 de março de 2017, foi feita mais uma medição, mas em uma sala caracterizada por ter aulas e também reuniões de professores. A sala estava cheia durante a realização de uma aula no período anterior ao da medição e permaneceu fechada até então. A aferição foi feita no período de 15h17 até as 16h38 da tarde, com cinco pessoas dentro do ambiente fechado com ar condicionado do tipo “Janela Gree” ligado.

Nessas condições, a concentração de CO₂ chegou a 2023 ppm, muito acima do permitido, com temperatura média de 24°C e umidade média de 54,90%. A média do dióxido de carbono também foi muito elevada, sendo de 1945 ppm. Entende-se que as condições anteriores à medição foram determinantes para se ter esse valor alto de dióxido de carbono.

Na Figura 5 abaixo, tem-se os valores máximos alcançados em cada um dos ambientes e o valor limite recomendado pela Resolução nº 9 da Anvisa representado em vermelho.

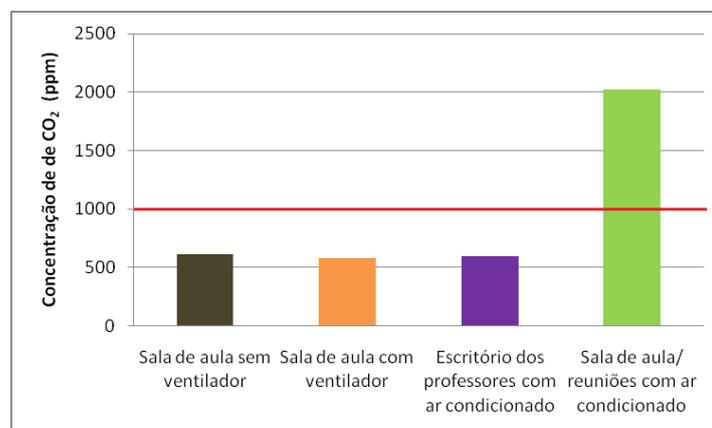


Figura 5: Concentrações máximas obtidas nos ambientes

Dessa forma, torna-se explícito que os maiores valores alcançados foram do ambiente com características das novas tendências de recintos selados, com controle de climatização e que estava sob influência de ações metabólicas de ocupantes.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Primeiramente, é válido discutir sobre o poluente escolhido como indicador, tratando de suas características, suas fontes no ambiente interno e suas possíveis implicações sobre a saúde humana.

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás não inflamável, incolor e inodoro, sendo produzido por processos de combustão completa de combustíveis fósseis e também por processos metabólicos (CARMO; PRADO, 1999), em que a fonte primária do CO₂ em edifícios comerciais ou escritórios, é a própria respiração dos ocupantes (ERDMANN; STEINER; APTE, 2002).

A concentração deste gás nos ambientes internos depende dos níveis externos presentes na atmosfera e da sua taxa de produção dentro dos edifícios, variando de acordo com o local e com a hora do dia, tendendo a aumentar durante o dia (CARMO; PRADO, 1999; AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2009), podendo variar de 350 ppm a 2500 ppm (SEPPÄNEN; FISK; MENDELL, 1999). O dióxido de carbono controla as taxas de respiração em uma pessoa, portanto, conforme sua concentração aumenta, tem-se a impressão de que não há ar suficiente no ambiente. Dessa forma, a taxa respiratória aumenta, no sentido de compensar essa falta de ar (CARMO; PRADO, 1999).

As principais fontes internas de CO₂ são os fogões a gás, aquecedores não ventilados que utilizam processos de combustão, animais de estimação e seres humanos, por meio dos processos de metabolismo. A concentração deste gás está diretamente relacionada com o número de ocupantes dos edifícios ou das casas e com o período de tempo que as pessoas permanecem nos locais. Em ambientes inadequadamente ventilados, os níveis de CO₂ podem exceder 3000 ppm, apenas pela influência do metabolismo humano (CARMO; PRADO, 1999).

O monitoramento desse gás é importante, pois é um bom indicador da qualidade do ar interno e um excelente parâmetro para se avaliar a adequabilidade da ventilação. Sua concentração é a base de funcionamento de vários sistemas de ventilação, e ainda, é utilizada como uma medida de conformidade com vários padrões (CARMO; PRADO, 1999).

Quanto ao uso desse poluente como indicador, tem-se que a premissa primária é de que se o sistema de ventilação, aquecimento e ar condicionado não estão sendo eficazes na remoção desse gás, então os outros poluentes estão provavelmente se acumulando nessa mesma proporção. Porém, é possível também que haja uma fonte interna de outro contaminante, de forma independente das medidas de CO₂ (CARMO; PRADO, 1999).

As principais medidas de correção relacionadas a esse gás são: aumentar a renovação do ar externo, buscar a eliminação de infiltrações de fontes externas, restringir as fontes de combustão e o tabagismo em áreas fechadas (BRASIL, 2003).

Pode-se dizer então, diante dos resultados obtidos nestas avaliações, que a circulação do ar tem grande influência na manutenção de bons níveis de CO₂, uma vez que nas primeiras medições, o nível foi abaixo do limite, apesar de haver muitos ocupantes no recinto.

Quando o ambiente está fechado e climatizado, o número de ocupantes também tem grande influência nos níveis de dióxido de carbono. Como observado nas medições acima explicitadas, quando o ambiente possuía apenas um ocupante, o nível de concentração estava bom, ou seja, abaixo do que trata a legislação. Porém, quando permaneceu fechado, sob influência de ocupação anterior, os níveis de concentração foram muito acima do que permite a Resolução n° 9 da Anvisa.

Percebeu-se uma grande facilidade em se atingir e ultrapassar os níveis estabelecidos pela legislação no que se refere ao CO₂. Diante disso, cabe uma extensa discussão sobre as regulamentações existentes no Brasil referente à temática, avaliando também as que existem a nível internacional a título de comparação.

No Brasil, em agosto de 1998, o órgão regulamentador do sistema de saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), publicou a Portaria n° 3.523, considerando a emergente preocupação mundial com a qualidade do ar interno, com a síndrome dos edifícios doentes, com a saúde, bem-estar e produtividade dos ocupantes. Esta trouxe conhecimentos importantes quanto ao entendimento da temática, estabeleceu regulamentações sobre a qualidade das instalações de ambientes climatizados bem como procedimentos para a

verificação visual do estado de limpeza e eficiência de todos os ocupantes dos sistemas de climatização (BRASIL, 1998).

Já em outubro do ano 2000, a ANVISA publicou a Resolução nº 176, que estabeleceu critérios e metodologias de análise para avaliar a qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente, contendo também parâmetros biológicos, químicos e físicos de poluentes presentes no ar interno (BRASIL, 2000).

Posteriormente, em 2003, foi publicada a Resolução nº 9, cujo intuito foi o de revisar a Resolução nº176 de 2000 e atualizá-la frente à nova realidade de conhecimento do país, divulgando o conhecimento e a experiência adquirida, de forma a trazer informações mais detalhadas em alguns aspectos, como a descrição das possíveis fontes de poluentes e quanto à periodicidade de limpeza dos componentes do sistema de ventilação (BRASIL, 2003).

Esta Resolução estabeleceu critérios sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados, trata sobre a responsabilidade técnica e instrumentalização das equipes no que diz respeito ao controle de qualidade, ao planejamento, à elaboração, análise e execução de projetos físicos e inspeção de ambientes climatizados. Essa Resolução traz ainda, métodos analíticos quanto ao monitoramento de fungos viáveis, de dióxido de carbono, da temperatura, umidade e velocidade do ar e de poeira total, referentes às Normas Técnicas 001, 002, 003 e 004, respectivamente (BRASIL, 2003).

É válido ressaltar a NBR 6401 de 1980, que trata de instalações centrais de ar condicionado e seus parâmetros básicos de projeto. Os objetivos são de estabelecer as bases fundamentais para projetos de instalação de unidades com capacidade individual a partir de 9.000kcal/h e tratar das condições mínimas exigidas para que possam ser obtidos resultados satisfatórios para as instalações. Essa norma estabelece ainda valores para a temperatura do ar, a umidade relativa, a movimentação e o grau de pureza do ar, o nível de ruído que é admissível e a porcentagem ou o volume de renovação do ar (ABNT, 1980).

No Brasil, são somente estas, as referências normativas quanto à qualidade do ar em ambientes internos. Acredita-se que passados treze anos desde a última atualização da legislação brasileira referente à temática, muitos novos aspectos e novas considerações surgiram a título de conhecimento, estudo e desenvolvimento da qualidade do ar interno. Dessa forma, avalia-se como necessária uma nova revisão da legislação existente, de modo que esta abranja melhor os complexos aspectos que envolvem esta questão. Hoje, a Resolução nº 9 de 2003 apresenta valores referenciais quanto aos fungos, ao dióxido de carbono e os parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade, taxa de renovação e grau de pureza do ar, sendo esses últimos referentes à NBR 6401/1980.

Contudo, diversos estudos, como os de Audrius Dėdelė e Auksė Miškinytė (2016) e Qiuli Zhang et al. (2013) têm sido feitos quanto à avaliação e o efeito de outros poluentes na saúde e no ambiente, presentes no ar interno, que não têm padrões estabelecidos na Resolução nº 9, como o monóxido de carbono e os óxidos de nitrogênio, por exemplo. Então, é preciso uma legislação que aborde limites de mais poluentes, trazendo assim mais recomendações para a manutenção de uma boa qualidade do ar interior. Diante disso, julga-se como insuficiente a atual formulação da Resolução Brasileira referente ao tema.

Soma-se a isso o fato de que, no Brasil ainda é inexistente uma legislação referente à qualidade do ar interno específica para ambientes não climatizados artificialmente. Reforçando novamente a necessidade de maiores avanços na área (PAGEL, 2015).

Nos Estados Unidos (EUA), a Agência Federal que é encarregada de proteger a segurança de trabalhadores assim como estabelecer limites para muitos contaminantes existentes em locais de trabalhos industriais é a Administração de Saúde e Segurança Ocupacional (OSHA). Além disso, o Conselho Americano de Higienistas Governamentais (ACGIH) também emite valores limites para a exposição à contaminantes no local de trabalho industrial. Sabe-se, contudo, que tais valores são baseados em limites semelhantes de outros países que atuam na proteção de trabalhadores em suas jornadas de trabalho. Ainda nos EUA vale ressaltar a importância da Agência de Proteção Ambiental (EPA), que regula níveis de poluição externa e atua na gestão da qualidade do ar, mas não tem autoridade para regular o ar interno, mas trata de importantes questões relacionadas a este, como possíveis fontes e como evitar a poluição interna (PERSILY, 2015; SANTANA, 2012).

A título de comparação, em nível internacional, existe a Sociedade Americana de Engenheiros de Refrigeração (ASHRAE) que também desenvolve padrões para a manutenção dos ambientes internos (SCHIRMER et al., 2011), além de trazer definições sobre recirculação, exaustão e ventilação do ar, objetivando tratar dos contaminantes físicos, químicos e biológicos e dos efeitos sobre a saúde humana.

Na Europa, sabe-se que a União Europeia não possui uma regulamentação para os padrões da qualidade do ar interno para os países membros (EUROFINS, 2017). Contudo, alguns países europeus criaram diretrizes próprias, a exemplo da Alemanha, que criou um guia em 1996 com referenciais para a manutenção da qualidade do ar interior, que é continuamente atualizado com novas substâncias (IRK, 2011 apud PAGEL, 2015).

Já na Ásia, a preocupação com o ar interno também está presente em alguns países, como o Japão por exemplo, que tem sido pioneiro, desde 1960, em pesquisas que desenvolvem padrões de referência para a qualidade do ar interior (MINISTRY OF HEALTH, 2004 apud PAGEL, 2015).

Quanto à legislação internacional referente à qualidade do ar em ambientes internos, também vale a crítica referente à notável dificuldade de se encontrar os parâmetros e limites que são estabelecidos e utilizados nos países.

Assim, entende-se que tanto a legislação brasileira quanto a internacional ainda não possuem um critério e um padrão bem definido de regulamentação. Existe uma ampla variação dos contaminantes que são abordados e muitos países não possuem padrões internos nacionais relacionados ao tema. Além disso, um outro ponto é que muitos dos padrões são baseados em resultados obtidos em experimentos práticos, em estudos científicos ou ainda em conhecimento consensual e de bom senso (CHARLES et al., 2005).

CONCLUSÃO

Diante de todo o exposto no presente estudo, fica clara a indispensável revisão da principal regulamentação referente à qualidade de ambientes internos existente no Brasil. O conteúdo exíguo se mostra insuficiente para abranger a complexidade do tema, uma vez que abrange poucos poluentes e com padrões pouco confiáveis. É preciso maior transparência quanto aos limites estabelecidos, no sentido de entender a origem destes valores.

É imperativo a existência de estudos na área como forma de embasar políticas públicas e legislações mais incisivas e irrefutáveis. Tais pesquisas precisam principalmente avaliar os efeitos adversos dos poluentes sobre a saúde humana, buscar avaliar outros poluentes além dos que estão na resolução e também buscar o efeito da combinação de diferentes poluentes sobre a saúde, uma vez que estes não se encontram isolados e separados nos ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6401**: Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto, Rio de Janeiro, 1980.
2. AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Qualidade do ar em espaços interiores – Um guia técnico**. Portugal: Amadora, 2009.
3. BAKONYI, Sonia Maria Cipriano et al. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 695-700, 2004.
4. BRAGA, Alféio Luís Ferreira et al. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. S570-S578, 2007.
5. BRASIL. Anvisa. Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 28 agosto. 1998.
6. BRASIL. Anvisa. Resolução nº 176, de 24 de outubro de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 24 out. 2000.
7. BRASIL. Anvisa. Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 16 jan. 2003.

8. BRICKUS, Leila SR; AQUINO NETO, Francisco R. de. A qualidade do ar de interiores e a química. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 65-74, 1999.
9. CARMO, Adriano Trotta; PRADO, Racine Tadeu Araújo. **Qualidade do ar interno**. São Paulo: EPUSP, 1999.
10. CHARLES, KATE E. Et al. **Indoor air quality guidelines and standards**. Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, 2005.
11. CRIFFER. **Manual de Instruções – Medidor de Dióxido de Carbono com Datalogger (CO₂)**. Disponível em: <<http://www.criffer.com.br/uploads/CO-6.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2016.
12. DA COSTA, Gabriela Maria Silva; MACHADO, Alexandre Magno Batista. Qualidade Microbiológica do Ar Interno de Uma Creche Pública No Município de Santa Rita Do Sapucaí-MG. **Revista Científica da FEPI**, v. 6, n. 1, 2015.
13. DA SILVA, Daniela Pinheiro. Infecções hospitalares associadas à qualidade do ar em ambientes climatizados. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 3, n. 4, 2014.
14. DĚDELĚ, Audrius; MIŠKINYTĚ, Auksė. Seasonal variation of indoor and outdoor air quality of nitrogen dioxide in homes with gas and electric stoves. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-9, 2016.
15. ERDMANN, C.A.; STEINER, K.C.; APTE, M.G. Indoor Carbon Dioxide Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in The Base Study Revisited: Analyses Of The 100 Building Dataset. **Lawrence Berkeley National Laboratory, 2002**.
16. EUROFINS. **Product testing**. Disponível em: <<http://www.eurofins.com/>>. Acesso em: 06 fev. 2017.
17. FERREIRA, Ana Maria da Conceição; CARDOSO, Massano. Indoor air quality and health in schools. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 40, n. 3, p. 259-268, 2014.
18. GIODA, Adriana. Poluição Atmosférica e de interiores: influência mútua e seus reflexos na saúde. **Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003**.
19. IRK – FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY’S INDOOR AIR HYGIENE COMMISSION. **Guide values for indoor air quality**. Germany: [s.n.], 2011 apud PAGEL, Érica C. **Qualidade do ar interno da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) e sua relação com os materiais de construção e as atividades humanas**. 2015. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
20. LEE, H.; AWBI, H. B. Effect of internal partitioning on indoor air quality of rooms with mixing ventilation—basic study. **Building and Environment**, v. 39, n. 2, p. 127-141, 2004.
21. MINISTRY OF HEALTH, Labour and Welfare; **Indoor air quality guidelines**. Japan: [s.n.], 2004 apud PAGEL, Érica C. **Qualidade do ar interno da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) e sua relação com os materiais de construção e as atividades humanas**. 2015. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
22. AGEL, Érica C. **Qualidade do ar interno da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) e sua relação com os materiais de construção e as atividades humanas**. 2015. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
23. PERSILY, Andrew. Challenges in developing ventilation and indoor air quality standards: The story of ASHRAE Standard 62. **Building and Environment**, v. 91, p. 61-69, 2015.
24. SANTANA, E. et. al. Padrões de qualidade do ar: experiência comparada Brasil, EUA e União Europeia. **Instituto de Energia e Meio Ambiente**. São Paulo, 2012.
25. SCHIRMER, Waldir Nagel et al. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3583-3590, 2011.
26. SEPPÄNEN, O. A.; FISK, W. J.; MENDELL, M. J. Association of ventilation rates and CO₂ concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. **Indoor air**, v. 9, n. 4, p. 226-252, 1999.
27. TURIEL, Isaac et al. The effects of reduced ventilation on indoor air quality in an office building. **Atmospheric Environment (1967)**, v. 17, n. 1, p. 51-64, 1983.
28. ZHANG, Qiuli et al. Exhaled carbon monoxide and its associations with smoking, indoor household air pollution and chronic respiratory diseases among 512 000 Chinese adults. **International journal of epidemiology**, v. 42, n. 5, p. 1464-1475, 2013.