



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

ASPECTOS DA QUALIDADE INTERNA DO AR E OS SINTOMAS DA SINDROME DO EDIFÍCIO DOENTE NA SATISFAÇÃO DOS OCUPANTES IDENTIFICADAS POR MEIO DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Midhiã Pequena de Souza

PPGEP - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa

Evandro Eduardo Broday

PPGEP - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa

Resumo: Os trabalhadores estão expostos a riscos de natureza física, química, biológica, ergonômica e psicossocial. A exposição ao risco ocasiona consequências adversas à saúde do trabalhador. Alguns sintomas como o ressecamento da mucosa nasal, nariz entupido, coceira nos olhos ou na pele, dores de cabeça, náuseas e fadiga são alguns dos sintomas cada vez mais comuns entre pessoas que trabalham em ambientes fechados e que não são diagnosticados com nenhuma doença específica. Entretanto, é possível que a qualidade interna do ar seja a principal responsável pela causa desses sintomas. Na década de 70 começou a ser estudada as causas da Síndrome do Edifício Doente (sick building syndrome) já que ela está diretamente relacionada aos poluentes presentes nas edificações, impactando diretamente na saúde dos seus ocupantes. O objetivo desse artigo é evidenciar os aspectos da qualidade do ar interno e os sintomas da síndrome do edifício doente (SBS) na satisfação dos ocupantes através da revisão sistemática de literatura.

Palavras-chave: Qualidade interna do ar; Síndrome do edifício doente; Satisfação do ocupante; sintomas de saúde.

ASPECTS OF INDOOR AIR QUALITY (IAQ) AND SYMPTOMS OF THE SICK BUILDING SYNDROME (SBS) IN THE SATISFACTION OF OCCUPANTS IDENTIFIED THROUGH A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Abstract: Workers are exposed to physical, chemical, biological, ergonomic and psychosocial risks. Exposure to risk causes adverse consequences for workers' health. Some symptoms such as dryness of the nasal mucosa, stuffy nose, itchy eyes or skin, headaches, nausea and fatigue are some of the increasingly common symptoms among people who work indoors and who are not diagnosed with any specific disease. However, it is possible that indoor air quality is primarily responsible for causing these symptoms. In the 70s, the causes of sick building syndrome began to be studied, as it is directly related to the pollutants present in buildings, directly impacting the health of their occupants. The objective of this article is to highlight the aspects of indoor air quality and the

symptoms of sick building syndrome (SBS) in occupant satisfaction through a systematic literature review.

Keywords: Indoor air quality; Sick Building Syndrome; Occupant satisfaction; health symptoms.

1. Introdução

O ambiente do edifício possui características variadas e peculiares, inclui componentes como temperatura, iluminação, nível de ruído, partículas suspensas, características físicas, assim como o uso do espaço. A qualidade do ambiente envolve todos esses fatores e devido à interação das pessoas no local, os sintomas podem variar de intensidade.

A qualidade do ar interior refere-se à qualidade do ar em uma casa, escola, escritório, indústria, hospital, qualquer ambiente que possua área com edificação. É importante ressaltar que as pessoas passam em média 80% do seu tempo em ambientes fechados, nos quais as concentrações de alguns poluentes estão presentes com maior intensidade em comparação aos presentes nos ambientes externos. Por essa razão, é necessário preocupar-se com o impacto potencial da qualidade do ar interior na saúde de seus ocupantes. A qualidade do Ar Interno (IAQ) surgiu como ciência a partir da década de 70 com a crise energética e a consequente construção dos edifícios selados (desprovidos de ventilação natural), principalmente nos países desenvolvidos, e se destacou após a descoberta de que a diminuição das taxas de troca de ar nesses ambientes era a grande responsável pelo aumento da concentração de poluentes no ar interno. (KAVGIC et al., 2008). Considera-se que a ventilação seja um dos principais fatores que interferem na qualidade do ar interno e que os próprios ocupantes dos edifícios contribuem substancialmente com a poluição destes ambientes através de suas atividades.

A Qualidade interna do ar é um indicador que tem forte impacto na qualidade de vida em edificações residenciais e produtividade nos escritórios (Parsons, 2003). Muito se tem investigado sobre a qualidade interna do ar, os estudos realizados são de diferentes partes do mundo. A preocupação com a qualidade do ar é constantemente abordada em debates e estudos sobre a saúde respiratória mundial. Em janeiro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) destacou esse tema como sendo um dos dez principais fatores prejudiciais à saúde da população global (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2021). Os ambientes fechados com grande movimentação de pessoas (hipermercados, grandes lojas de varejos, hospitais, aeroportos e outros) são preocupantes em relação a esse tipo de poluição, visto que a alta rotatividade de pessoas e a necessidade de climatização artificial são características presentes nesses locais. Logo, demandam um monitoramento e uma análise criteriosa da qualidade interna do ar. O estudo da qualidade do ar interno é importante para garantir saúde aos ocupantes dos diferentes edifícios, bem como o ótimo desempenho de suas atividades (GIODA; AQUINO NETO, 2003). Conforme Halios e Helmis (2007), os modernos edifícios, aclimatados artificialmente, projetados para oferecer o máximo de conforto a seus ocupantes, muitas vezes com arrojados projetos arquitetônicos, podem estar criando um ambiente ameaçador à saúde humana. A má qualidade do ar interior a incidência de relatos de queixas entre os ocupantes desses locais, relativas à saúde e ao desconforto ambiental, como também elevado número de absenteísmo, temperamento alterado, insatisfação e baixo rendimento no trabalho vem sendo relatado em diversos estudos, conforme GIODA; NETO 2003; HOJO et al., 2005. A qualidade do meio afeta direta e indiretamente o bem-estar, o temperamento e a produtividade dos ocupantes (SANTOS et al., 1992). Quando se sentem satisfeitos com seu ambiente, diminuem as queixas relacionadas à saúde, o número de ausências injustificadas e o trabalho se torna mais eficaz. Estudos mostram que o interior poluído pode agravar doenças como asma ou alergia, seus sintomas podem causar absenteísmo e baixo desempenho (MENDELL; HEATH, 2005). Diversos fatores condicionam o bem-estar de um trabalhador, entre eles está a qualidade do ar interior, a temperatura ambiente, a luz, a

relação com os colegas (SILVA, 2017). Estudos da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) indicam que os níveis de concentração desses poluentes pode ser de 2 a 5 vezes maior em ambientes internos do que externo, devido a exposição permanente dos ocupantes. Os principais contaminadores encontrados: monóxido (CO) e dióxido de carbono (CO₂), amônia (NH₃), ozônio (O₃) oxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂).

Para MOHAN (2012), mais de 60% dos trabalhadores de escritórios nos EUA desejam um ambiente com conforto, a satisfação com a organização do trabalho, além de critérios relacionados com a melhor qualidade do ar do ambiente ocupado. De acordo com os padrões da Organização Mundial de Saúde (OMS), mais da metade dos locais fechados como empresas, escolas, cinemas, residências e até hospitais tem ar de má qualidade. (KAVGIC et al.,2011). As queixas referentes à má qualidade do ar no ambiente interno podem estar ligadas à falta de manutenção dos sistemas de ventilação, ao acúmulo de sujeira no sistema de ventilação do edifício podendo provocar mal-estar nos ocupantes do prédio. Em meados dos anos 80, um grupo de trabalho da Organização Mundial de Saúde (OMS) procurou sistematizar estes sinais e sintomas e englobou-as naquilo que se passou a designar o Síndrome do Edifício Doente ou Sick Building Syndrome, (SILVA, 2017). A síndrome do edifício doente (SBS) pode ser definida como uma situação na qual os ocupantes ou usuários de uma edificação específica apresentam sintomas de origem determinada e sem a possibilidade de constatação de uma etiologia (KAVGIC et al., 2011). O termo “doenças relacionadas com edifícios” (DRE) também é utilizado quando os sintomas de uma doença específica estão relacionados com um determinado edifício e são atribuídos a eventuais contaminantes ambientais/aéreos (SILVA, 2017). A OMS (2019) classificou os edifícios doentes em dois tipos; aqueles considerados temporariamente doentes referem-se aqueles edifícios novos ou de remodelação recente, onde os sintomas desaparecem com o tempo (aproximadamente meio ano). Origina o SED temporal, em que os sintomas diminuem ou desaparecem com o decorrer do tempo. Mais de 30% dos novos edifícios são afetados por problemas de ar interior sem causas evidentes e que são associados a defeitos técnicos, quer das instalações, quer na construção; os edifícios permanentemente doentes são aqueles que apresentam sintomas persistentes embora medidas mitigadoras tenham sido tomadas. A SED ou as DRE, aparecem quando a manutenção do edifício ou as atividades desenvolvidas no seu interior não são apropriadas para os fins, ou são pouco adequadas à estrutura e operacionalidade do edifício (FILIPE, 2001). Os sintomas experienciados são muito variados, com intensidade diferentes, desde irritação ocular ou das vias aéreas ao mal-estar geral, sonolência ou insônia. Podem ocorrer de forma isolada ou combinada e muitas vezes os sintomas são difíceis de relacionar com a síndrome (ATKINS, 1998).

Diante do cenário apresentado, o objetivo desse artigo é evidenciar os aspectos da qualidade do ar interno e os sintomas da síndrome do edifício doente (SBS) na satisfação dos ocupantes através da revisão sistemática de literatura.

2. Metodologia

Para cumprir com o objetivo proposto pelo trabalho, evidenciar os aspectos da qualidade do ar interno e os sintomas da síndrome do edifício doente na satisfação dos ocupantes, realizou-se uma revisão sistemática de literatura.

Para isso, construiu-se um portfólio de artigos científicos, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio*, proposta por Pagani *et al.*, (2015; 2017).

A primeira etapa teve como objetivo explorar trabalhos relacionados à intenção da pesquisa - relação entre qualidade interna do ar e a síndrome do edifício doente. A segunda

etapa consistiu na pesquisa preliminar exploratória nas bases de dados, a fim de testar palavras chave. A quarta etapa consistiu na busca final dos artigos, sem corte temporal.

A Seleção e catalogação dos artigos foram através das palavras-chave: “indoor air quality” AND “sick building syndrome AND “Occupant satisfaction” AND “health symptoms” foram inseridas na plataforma *Periódicos Capes* e selecionados os artigos como objeto de pesquisa, idioma em inglês e periódicos com revisão por pares.

Os critérios para a filtragem aplicados foram: exclusão por duplicidade; exclusão de livros e capítulos de livros; exclusão de trabalhos não relacionados ao tema, iniciando com a leitura do título, resumo, e, por fim, do trabalho completo. Nesta etapa foi utilizado o software *Exce*® para organizar todos os artigos importados das bases em planilha eletrônica. Após a filtragem, restaram 28 artigos, classificados por meio da metodologia *Methodi Ordinatio* com o *InOrdinatio* acima de 50. Sendo assim, totalizou para a leitura integral e análise, 13 artigos. Para o referencial teórico foram incluídos mais 17 artigos, retirados da base Google Acadêmico, não classificados na metodologia *Methodi Ordinatio*.

No quadro 1 estão apresentadas as características da amostra em estudo e os sintomas relatados ou avaliados.

Quadro 1. Características da amostra e os sintomas relatados ou avaliados.

Autor data	Amostra	Sintomas
SARKHOSH <i>et al.</i> , 2020	154 participantes: edifício 1 – escritório (70); edifício 2 – prefeitura (84); mulheres (43); homens (111); faixa etária de 20-40 anos (107); casados (133); ensino superior (115)	Entre homens e mulheres foram comuns: sonolência (64,81%), sensação de cansaço (62,04%), dores de cabeça periódicas (48,15%), sensação de cabeça pesada (45,37%), fraqueza (34,26%), dores musculares (29,63%) e ressecamento da pele (29,63%). aumento da idade pode aumentar a chance de sua prevalência, especialmente na faixa etária de 50-60 anos; houve uma forte relação significativa entre o tabagismo e a prevalência da SBS;
FU <i>et al.</i> , 2020	15 alunos (entre 14 ou 15 anos) de quatro classes da 2ª série de 8 escolas secundárias selecionados aleatoriamente; 32 amostras de poeira aspiradas foram coletadas para teste de PCR e 308 alunos responderam ao questionário, onde 144 eram meninos e 164 eram meninas; meninos eram predominantemente fumantes.	No total, 51,0% dos alunos relataram sintomas de SBS. Sintomas oculares (12,7%), nasais (19,8%), da garganta (16,9%) e dérmicos (12,0%), dor de cabeça (19,5%), cansaço (23,1%), a prevalência de atopia e asma e alergia foram maiores nas meninas do que nos meninos. A exposição a fungos na infância foram associados positivamente à asma, alergia, chiado e rinite alérgica, , três tãxons de fungos foram identificados como potenciais de risco microrganismos para SBS.
HORR <i>et al.</i> , 2016	artigo foi publicado entre 1970 e 2015.	irritação nos olhos, asma e sintomas respiratórios relacionados a concentrações de fungos no chão ou na poeira da cadeira que podem levar a uma menor satisfação no trabalho;
NORHIDAYAHA <i>et al.</i> , 2013	44 pessoas que atuam no PPAP, e 13 pessoas no PKBF e no PMA. O prédio do PPAP é ocupado por muitos trabalhadores, portanto, o número de respondentes do prédio do PPAP é maior do que os entrevistados no edifício PKBF e PMA.	Edifício PKBF pode ser designado como edifício enfermo. A prevalência de SBS também foi comparado entre três edifícios e não indicou nenhuma associação significativa. Os parâmetros considerados para SBS foram: a ventilação e o acúmulo de possíveis contaminantes no ambiente interno.
MOHAN, 2012	Edifício Silver (40 participantes), Gold (50 participantes) Platinum (50 participantes)	Foram observados: irritação nos olhos, irritação no nariz, secura de garganta, cansaço / letargia, dores de cabeça e secura da pele Cansaço / letargia: para prata (54,1%), ouro (48,8% e certificação LEED platinum (31,7%); dores de cabeça: para prata (43,2%), ouro (48,9%) e certificação LEED platinum (56,1%)

ABDOU; BANDE, 2020	KIM; 600 ocupantes, entre professores, alunos, pesquisadores e funcionários.	Problemas respiratórios e vasculares como asma, isquemia miocárdica, hipertensão e outras doenças coronárias ocasionadas por exposições prolongadas aos poluentes do ar interno, através das portas de entradas, mantidas abertas e o uso constante de incenso. Os ocupantes relatam que as baixas temperaturas influem em sua produtividade, referenciando o conforto térmico, Dor de cabeça e pouca concentração nas atividades foram relacionadas com a iluminação. Os índices de satisfação, bem como nível de produtividade, irritabilidade e concentração foram relacionados com dores de cabeça e nos olhos naqueles que trabalhavam nos escritórios abertos, sem isolamento acústico.
THAM; WARGOCKI; TAN, 2015	33 ocupantes do Edifício 1 (sem certificação Green mark), com jornada diária de trabalho de 9h de segunda a sexta 32 do edifício 2 – (com certificação Green mark Platinum); com jornada diária de trabalho de 8h de segunda a sexta.	Sintomas frequentes Edifício 1: garganta seca ou irritada (15,2%) e letargia ou cansaço (15,2%), Sintomas frequentes no Edifício 2 (Green Mark Platinum): nariz entupido (12,5%), garganta seca ou irritada (12,5%), pele seca (12,5%) e letargia ou cansaço (12,5%).
CHATZIDIAKOU; MUMOVIC; SUMMERFIELD, 2015	Amostra: 376 Alunos de 9 a 11 anos (taxa de resposta: 87%) em 15 salas de aula em cinco escolas primárias. escolas urbanas e suburbanas	Sintomas asmáticos e ataques de asma foi significativamente maior entre as crianças escolas urbanas (10,2%) do que escolas suburbanas (1,5%), e relacionado à exposição a concentrações de dióxido de nitrogênio (NO ₂). Sintomas dérmicos e respiratórios foram relatados nos locais com controle térmico diminuindo naqueles sem controle térmico. Sintomas oculares foram associados à exposição ao benzeno, o assentamento de partículas em superfícies da poluição do tráfego e não a SBS. Tosse ou alterações nos padrões respiratórios: ocasionadas pelo elevados níveis de O ₃
CHATZIDIAKOU ET AL., 2014	151 crianças, onde 55% eram meninas e a idade média era de 10 anos (intervalo de 9-11 anos). A porcentagem de meninas era ligeiramente superior (64%) na escola U em comparação com escola S (44%).	Sintomas dérmicos (pele facial e das mãos erupção cutânea e/ou coceira), sintomas da mucosa (ocular, nasal e garganta) e insatisfação com a qualidade do ar estão relacionadas as temperaturas mais altas Sintomas de mucosa (ocular, nasal, garganta) eczema e insatisfação com o IAQ percebido está relacionado a exposição ao PM em ambas as escolas. Sintomas de cansaço: relacionado ao aumento da concentrações de CO ₂ e sintomas asmáticos no ambiente escolar: associada com NO ₂ e relacionada a proximidade de tráfego intenso
KIM <i>et al.</i> , 2019	314 funcionários de lojas em nove shopping centers subterrâneos em Seul	43,6% para sintomas de pele 62,4% sintomas de irritação nos olhos, 65,6% para sintomas respiratórios 64,7% para sintomas gerais.
SANTOS, <i>et al.</i> , 1992	312 trabalhadores bancários, 179 homens e 133 mulheres, 217 de uma empresa e 95 de outra.	Sintomas gerais, foram mais citados para as variáveis sexo feminino, satisfação com a organização do trabalho e temperatura inadequada. Sintomas de irritação de mucosa (ocular, nasal e garganta), foram mais citados para as variáveis sexo feminino e temperatura inadequada Na empresa com 95 trabalhadores, 18% apresentam sintomas gerais permanentemente, 33% apresentam sintomas de irritação de mucosa permanentemente e 39% faltaram ao menos um dia de trabalho no espaço de 6 meses por motivos de saúde. Na empresa com 217 trabalhadores, 9% apresentam sintomas gerais permanentemente, 23% apresentam sintomas de irritação de mucosas permanentemente e 52% faltaram ao menos um dia de trabalho no espaço de 6 meses por motivos de saúde.
VERAYANI,	21 ocupantes (84%) de total 25, com idade entre 26-30 anos, com mais de 3 anos de serviço e carga horária diária de 7 a 10 horas	Sintomas respiratórios, como dificuldade para respirar, falta de ar e dor no peito. Sintomas nas mucosas: olhos doloroso, olho seco, olho coceira, nariz “escorrendo”, nariz entupido, pele oleosa.
CARRER, WOLKOFF, 2018	Revisão demonstrando a importância de equipe multi disciplinar para avaliar a IAQ.	

Fonte: adaptado de Pagani, Kovalski e Resende (2015)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra quais os países lideram pesquisas na área de estudo, evidenciando a preocupação crescente com a qualidade do ar interno (IAQ) e seu impacto na saúde, conforto e desempenho no trabalho em ambientes semelhantes aos de escritório.

Figura 2. Países líderes em sintomas da Síndrome do Edifício Doente (Sick Building Syndrome)

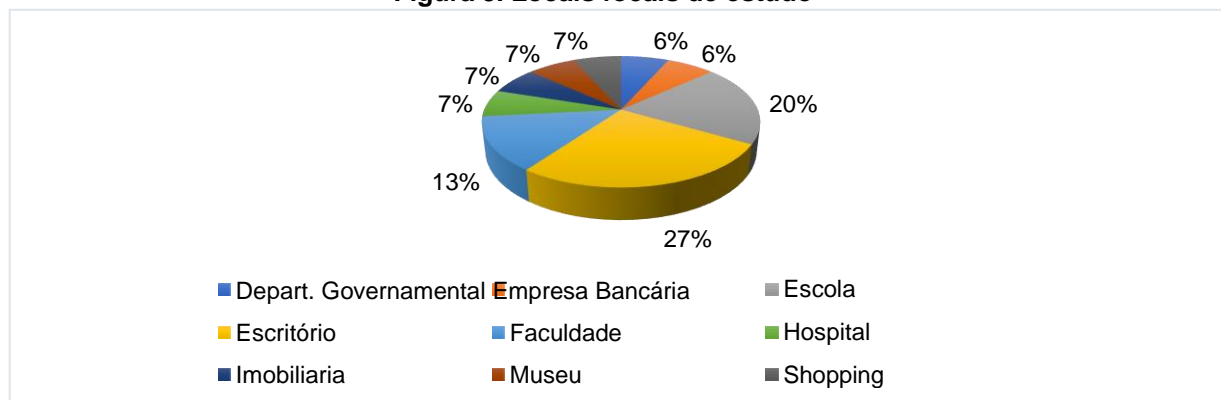


Fonte: Autora (2021)

As pessoas passam uma quantidade significativa de tempo no local de trabalho por até 12 horas por dia, motivo pelo qual o IAQ do escritório afeta o bem-estar geral e a saúde com efeitos marcantes na produtividade, diante desse cenário, a Figura 3 evidencia os locais focais do estudo que são edifícios que são usados como escritórios, escolas, faculdades, departamento governamental, imobiliária, shopping center subterrâneo, empresas bancárias, a fim de verificar o desempenho do edifício e descobrir onde estão as lacunas operacionais e quais as melhores estratégias de gestão de instalações serão possíveis para melhorar a IAQ.

Entre os fatores que afetam a IAQ, Abdou, Kim e Bande (2020); Sarkhosh *et al.*(2020); Fu *et al.*(2020); HERR et al. (2016) e Mohan (2012) incluem como primordial atenção ao tipo de ventilação ou ar condicionado usado no prédio de escritórios e quão bem está sendo mantido e operado de modo a garantir que haja um bom sistema de filtragem de ar para reduzir significativamente a quantidade de partículas (PM) ou poeira fina que entra no edifício pelo lado de fora, proporcionando assim melhor qualidade do ar para os usuários.

Figura 3. Locais focais de estudo

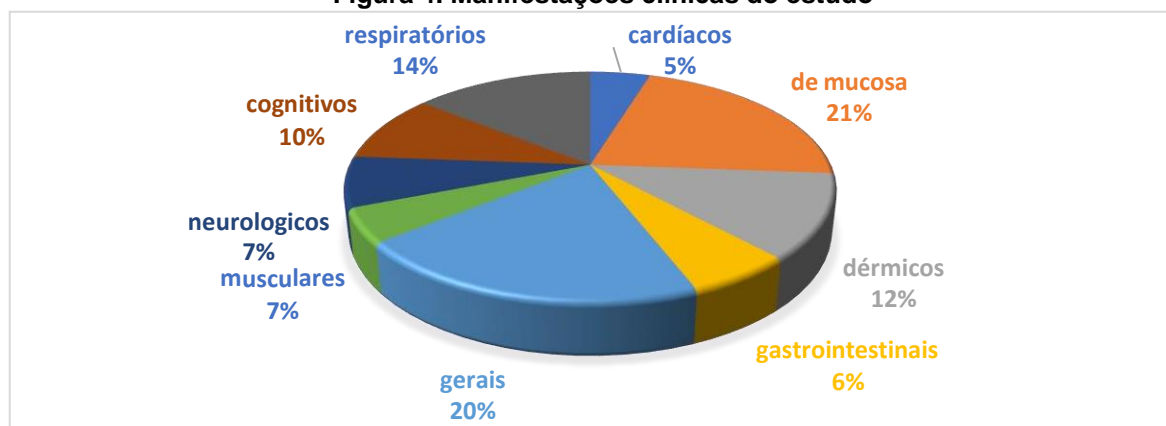


Fonte: autora (2021)

Os sintomas experienciados por cada pessoa e a intensidade variam de irritação nas mucosas (ocular, nasal, garganta), mal-estar geral, tosse, asma, cansaço (FU et al, 2020). Podem ocorrer de forma isolada ou combinados uns com os outros e, em muitos dos casos, os sintomas são difíceis de relacionar com a síndrome, uma vez que se confundem com uma doença respiratória, piorando à medida que o dia avança e desaparecendo quando o ocupante abandona o edifício (ABDOU; KIM; BANDE, 2020; HERR et al., 2016; CARRER, WOLKOFF, 2018).

As manifestações clínicas mais citadas estão representadas na Figura 4 e consideram o sistema respiratório (sensação de garganta seca, espirros, congestão nasal, rinite alérgica, tosse seca, hipersensibilidade a odores, aumento de crises asmáticas); sistema oftalmológico (sensação de secura e ardência, fotossensibilidade); dermatológico (prurido, sensação de secura, irritação, eczema); cognitivo (confusão mental, letargia, fadiga, sonolência); gastrointestinais (náuseas, diarreia) além de ansiedade e depressão. (ABDOU; KIM; BANDE, 2020; SARKHOSH et al., 2020; FU et al, 2020; HERR et al., 2016; CHATZIDIAKOU; MUMOVIC; SUMMERFIELD, 2015; MOHAN, 2012).

Figura 4. Manifestações clínicas do estudo



Fonte: autora (2021)

Destes sintomas, a irritação das mucosas oculares e do nariz são os mais frequentes, ao contrário do que acontece com os sintomas do trato gastrointestinal. O mal-estar geral também é considerado um dos sintomas mais comuns, sendo a iluminação intensa a principal causa (ABDOU, KIM, BANDE, 2020; CHATZIDIAKOU; MUMOVIC; SUMMERFIELD, 2015). Tratam-se de sintomas que embora não ameacem a vida, não pareçam causar danos permanentes, os ocupantes podem experimentar um desconforto considerável que, originam redução da eficiência da equipe e aumento do absentismo em até 15,6% (NORHIDAYAHA et al., 2013)

Para Chatzidiakou; Mumovic e Summerfield (2015) as causas dos sintomas dos ocupantes são multifatoriais e não são acompanhadas por qualquer lesão orgânica, sendo o SBS um diagnóstico de exclusão, motivo pelo qual o SBS não é o diagnóstico para um indivíduo mas para a população de ocupantes de um edifício e ao investigarem 376 alunos de 9 a 11 anos concluíram que os sintomas oculares foram associados à exposição ao benzeno, o assentamento de partículas em superfícies da poluição do tráfego, tanto em escolas urbanas (22%) como nas suburbanas (8%), corroborando com FU et al. (2020) que avaliando 308 alunos de 14 e 15 anos em escolas urbanas e suburbanas, obteve o relato de sintomas de SBS para 51,0% dos alunos, onde os sintomas de mucosas foram: oculares (12,7%), nasais (19,8%), da garganta (16,9%) e dérmicos (12,0%), dor de cabeça (19,5%), cansaço (23,1%). Até a década passada, considerava-se que uma boa ventilação era suficiente para a manutenção de uma qualidade do ar interior (IAQ) aceitável, pois considerava-se que os ocupantes eram a única fonte de emissores de poluentes, como o

CO₂ (HORR et al., 2016). Tham, Wargocki e Tan (2015) frisam que ao admitir-se que a presença dos poluentes estava relacionada também com os materiais utilizados na construção, equipamentos, mobiliário, sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado, e com a qualidade do ar exterior fez-se necessário encontrar os fatores de riscos, estão divididos em quatro grupos: fatores físicos, químicos, biológicos, psicossociais e subjetivos.

Dentre os fatores físicos, diversos autores (KIM et al., 2019; CARRER, WOLKOFF, 2018; VERAYANI, 2018; HORR et al., 2016; THAM, WARGOCKI, TAN, 2015; CHATZIDIAKOU et al., 2014; NORHIDAYAHA et al., 2013; MOHAN, 2012) apontam que a ventilação inadequada é uma das causas mais importantes da SBS e a principal causa dos problemas da IAQ. A pouca entrada de ar externo e a ausência de ventilação mecânica em um ambiente fechado gera um acúmulo de poluentes que podem gerar queixas de saúde e conforto (EPA, 1995). Em 1985, foi realizada uma revisão do Health and Welfare Canada com 94 edifícios em que se concluiu que 68% dos sintomas destacados pelos seus ocupantes eram atribuídos à ventilação inadequada dos ambientes. Em 1996, Godish e Spengler descreveram como a ventilação adequada pode ser um paliativo contra a SBS. A adequação da ventilação em um ambiente fechado pode ser realizada pelo monitoramento das concentrações de dióxido de carbono (CO₂) no espaço. Uma vez que esse gás é produto da respiração humana, é considerado um indicador de contaminação do ar interior e está constantemente relacionada ao aumento do cansaço e dor de cabeça (SPENGLER, SAMMET, McCARTHY, 2001).

Chatzidiakou *et al.* (2014) investigaram as inter-relações entre condições térmicas, IAQ, consumo de energia, respostas de saúde auto relatadas e satisfação dos ocupantes em duas escolas primárias; enquanto as temperaturas nas na faixa de conforto durante o período de não aquecimento, o efeito de temperaturas mais baixas na faixa de 25°C a 20°C foram associadas ao alívio dos sintomas de SBS sendo relatado um aumento na satisfação com o IAQ. Uma possível explicação é que as crianças preferem temperaturas mais baixas do que as estimadas por voto médio previsto (PMV) e conforto térmico adaptativo, como eles são mais ativos do que os adultos, têm um metabolismo mais alto e tem menos opções adaptativas nas salas o que permite nos níveis consideravelmente elevados de consumo de energia de aquecimento. CHATZIDIAKOU *et al.* (2014), o que corrobora com os estudos de CHATZIDIAKOU, MUMOVIC, SUMMERFIELD (2015) que enfatizam a necessidade de uma abordagem integrada da temperatura interna e níveis de CO₂ já que a medida que há o aumento da temperatura a porcentagem de insatisfação do usuário tende a ser menos aceitável em níveis mais elevados de CO₂ interno. Quando temperaturas internas entre 22°C a 26°C níveis de CO₂ abaixo de 1000 ppm podem reduzir a porcentagem prevista de ocupantes insatisfeitos (abaixo de 15%), nos mesmos níveis de CO₂ interna, com temperatura de 26°C a % prevista de insatisfação aumentará em 25%. No presente estudo o alcance médio das temperaturas internas variou de 19°C a 26,5°C e os níveis médios de CO₂ interno variaram de 613 a 2074 ppm. Por ser homeotérmico, o corpo humano tenta manter sua temperatura constante e próxima dos 37°C. O aumento ou diminuição desta temperatura em poucos graus pode levar a consequências danosas ao corpo humano, considerando as características individuais e o tempo de exposição a essas temperaturas. As respostas fisiológicas mais comuns ao calor são a vasodilatação, com o aumento da temperatura corporal e a estimulação das glândulas sudoríparas. Em caso de calor superior a 41°C se observa confusão mental, mudanças comportamentais e falha no nervo termorregulador central, podendo levar à morte (RASHID, ZIMRING, 2008).

A temperatura e a umidade estão intimamente ligadas à sensação de conforto e à saúde dos ocupantes de um ambiente fechado. Baixas umidades, aliadas a altas temperaturas podem piorar ainda mais a percepção da má qualidade do ar interno de um ambiente (RASHID, ZIMRING 2008). Umidades relativas acima de 70%, segundo (PHILLIPS *et al.*, 1993), favorecem a germinação de esporos de fungo e a proliferação de

colônias bacterianas; temperaturas acima dos 30°C também favorecem o crescimento desses microrganismos. Relatos semelhantes foram citados por KIM *et al.* (2019) ao estudar as percepções da qualidade do ar interno (IAQ) dos ocupantes em lojas em shopping centers subterrâneos, 64,7% dos ocupantes relataram experiências abafadas, desagradáveis, odores mofados e ar seco, 62,4% sintomas de irritação nos olhos e 43,6% relataram sintomas de pele.

Para ABDOU; KIM; BANDE (2020) a falta ou excesso de iluminação, a intensidade do brilho, o espectro cromático e a temperatura da cor podem provocar alterações do comportamento e afetar a qualidade da visão, propiciando a ocorrência de acidentes, bem como desconforto visual (fadiga visual, irritabilidade ocular, dores de cabeça, dores musculares, dificuldade de concentração), cansaço. Perda de produtividade e desconforto geral, dor de cabeça e pouca concentração nas atividades foram relacionadas com a iluminação em 55% dos ocupantes de um edifício de educação superior (VERAYANI, 2018; SANTOS, *et al.*, 1992) relatam sintomas de dor de cabeça e pouca concentração nas atividades foram relacionadas com a iluminação, e que a combinação de luz natural e artificial criaram um ambiente de muito brilho e níveis de lux aumentados, para reduzir esses sintomas o uso de iluminação artificial com luz natural deve ser otimizado.

A exposição prolongada ao ruído diminui a coordenação e a concentração dos trabalhadores, prejudica o desempenho das tarefas, levando ao aumentando da probabilidade de ocorrência de erros e acidentes e a longo prazo, a perda de audição (CHATZIDIAKOU *et al.*, 2014). O volume até 50 dB é considerado confortável e não causa efeito no ocupante, acima desse valor, há aumento do stress, que pode provocar problemas cardíacos, gástricos, neurológicos, de ansiedade, de problemas do sono e de fadiga. O nível de ruído permitido pelos padrões da maior parte dos países é, geralmente, de 85-90 dB ao longo de um dia de trabalho de oito horas (OIT, 2009).

Os índices de satisfação, bem como nível de produtividade, irritabilidade e concentração foram relacionados com dores de cabeça e nos olhos naqueles que trabalhavam nos escritórios abertos, sem isolamento acústico e situados ao longo dos corredores (ABDOU; KIM; BANDE, 2020).

Tham; Wargocki e Tan (2015) relatam que a percepção ambiental e a insatisfação com a organização do trabalho são fatores determinantes à má qualidade de vida dos trabalhadores nas empresas e representam 34,26% dos desequilíbrios no bem estar de indivíduos expostos a condições ambientais e de trabalho, corroborando com os estudos de HERRERA *et al.* (2016) que relata, que edifícios fechados, com ventilação e climatização artificial, com certificação de qualidade na construção, nem sempre cumpre a sua finalidade de criar um ambiente de conforto a seus usuários, pois a insatisfação com a organização do trabalho envolve trabalhar em grandes salas sob supervisão permanente. Uma abordagem integrada para o fornecimento simultâneo de IAQ e aumento das taxas de ventilação pode aliviar os sintomas de SBS em 14,5% e aumentar a satisfação com a qualidade do ar percebida em até 22,1%.

Quando é feita referência a riscos subjetivos a idade do edifício é o mais citado, pois em edifícios novos, os seus ocupantes podem apresentar os sintomas compatíveis com o SBS devido às altas concentrações de COV's e pequenas partículas proveniente dos materiais de construção e do mobiliário, que com o passar dos meses, quando a diminuição das concentrações, os sintomas desaparecem, se não houver outros problemas concomitantes no IAQ. (CHATZIDIAKOU *et al.*, 2014).

Em edifícios antigos o que origina SBS é o envelhecimento dos equipamentos, acúmulo de poeira, bolor, umidade nas paredes, carpetes e acúmulo de contaminantes químicos e biológicos nos sistemas de refrigeração, como observado por Tham, Wargocki e Tan, (2015) que trouxeram evidências que a SBS relacionadas ao ar acontece quando as atividades desenvolvidas no interior do edifício ou a sua manutenção são pouco

adequadas à estrutura ou a sua operacionalidade, sendo que quanto mais antigo, maiores são os problemas técnicos de adequação. .

Outro risco subjetivo, refere-se ao gênero, há estudos que indicam que a SBS é mais comum no sexo feminino e a proporção de mulheres, pode chegar aos 92%. Sarkhosh *et al.* (2020) afirmam que as mulheres são mais sensíveis, preocupadas e, portanto, mais suscetíveis que os homens às influências ambientais, contribuindo mais ativamente para os registros de sintomas relacionados ao trabalho. Os sintomas gerais, mais citados pelo sexo feminino são insatisfação com a organização do trabalho, temperatura inadequada e sintomas de irritação de mucosa (ocular, nasal e garganta). O estudo de Santos *et al.*, (1992) encontrou sonolência (64,81%), sensação de cansaço (62,04%), dores de cabeça periódicas (48,15%), sensação de cabeça pesada (45,37%), fraqueza (34,26%), dores musculares (29,63%) e ressecamento da pele (29,63%) em ambos os sexos, dissociando a variável gênero, e relacionando com o avanço da idade, aumentando a chance de sua prevalência, especialmente na faixa etária de 50-60 anos. SARKHOSH *et al.* (2020) encontrou uma forte relação significativa entre o tabagismo e a prevalência da SBS. Mohan (2012), por sua vez não encontrou relação entre gênero para nenhum sintoma de SBS nem para respostas de satisfação para a construção, conforto térmico, qualidade do ar e nível de ruído.

Carrer, Wolkoff (2018) ao proporem uma abordagem conduzida por uma equipe multidisciplinar, integrando a avaliação do edifício, inspeção por inspeção no local de trabalho do escritório, questionário e medições ambientais mapearam o IAQ e priorizaram a ordem em que os problemas deviam ser tratados e promovam a saúde no local de trabalho com cessação do tabagismo (10%), gestão do estresse (24%), inflamações recorrentes (32%), infecções dos olhos (29,9%), efeitos das vias respiratórias (26%), distúrbios sensoriais (25%) e IAQ (26,6%).

4. Conclusão

A identificação do que polui o ar e tentar combater o problema na origem, reduzindo a quantidade de poluentes que é libertado para o ar são de suma importância para desenvolver estratégias para seu controle pois a extinção da fonte poluidora é a solução mais evidente, mas nem sempre é possível. No que se refere a ventilação do edifício, este deve ser capaz de fornecer ar de qualidade adequada e em quantidade suficiente removendo as impurezas e poluentes no ar (odores, fumo do tabaco e poeiras); criando e mantendo uma temperatura e umidade confortáveis e evitar a estagnação e correntes de ar. Temperaturas excessivas e com variações podem aumentar a possibilidade de exposição a poluentes atmosféricos o ideal é que oscile entre 18°C e 22°C, e o sistema de aquecimento ou de arrefecimento utilizado não deve libertar PM que irrite as mucosas.

Nos ambientes fechados, característicos de edifícios, a iluminação deve, sempre que possível, ser natural e apropriada para cada tipo de trabalho; evitando o brilho, cintilação e ruído; os focos de iluminação devem ser mantidos limpos e em condições de uso, quando defeituosos devem ser substituídos imediatamente. Certos níveis de ruído podem, em determinadas circunstâncias, contribuir para um estado de stress, em especial quando a pessoa está cansada e precisa desenvolver atividades que exigem concentração. A forma como ruído afeta os ocupantes depende de fatores, como a natureza do ruído, o volume, o tom, a previsibilidade; a complexidade da tarefa a ser realizada; a profissão do ocupante e o próprio ocupante.

Compreender as possíveis fontes de poluição possibilita a tomada de decisões inteligentes, empregar medidas preventivas e manter uma linha aberta de comunicação dentro do trabalho pode manter todos os ocupantes saudáveis, confortáveis e produtivos, e assim prevenir a Síndrome do Edifício Doente.

5. Referências

- ABDOU; KIM; BANDE. Indoor environmental quality evaluation in a hot and arid climate: a case study of a higher education office building. **E3S Web of Conferences**. 2020. 167.. <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/202016704004>.
- ASHRAE. ANSI ASHRAE. Standard 55-2004, Thermal environmental conditions for human occupancy, American Society of Heating, **Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.**, Atlanta.2004
- BAUMAN, F. (2001) Underfloor Technology. Center for the Built Environment. Disponível em: www.cbe.berkeley.edu/underfloorair. Acesso em: 13 jan.2021.
- CARMO, A.T. and Prado, R.T.A. Qualidade do Ar Interno. **Web of Conferences**,1999.
- CARRER, P.; WOLKOFF, P. Assessment of Indoor Air Quality Problems in Office-Like Environments: Role of Occupational Health Services. **International journal of environmental research and public health**, 15(4), 741. 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040741>.
- CHATZIDIAKOU, L.; MUMOVIC, D.; SUMMERFIELD, A.J. Is CO₂ a good proxy for indoor air quality in classrooms? Part 2: Health outcomes and perceived indoor air quality in relation to classroom exposure and building characteristics. **Building Services Engineering Research and Technology**. 36. 2015. <http://dx.doi.org/10.1177/0143624414566245>.
- CHATZIDIAKOU, L.; MUMOVIC, D.; SUMMERFIELD, A.J.; HONG, S.M.; ALTAMIRANO, H. A Victorian school and a low carbon designed school: Comparison of indoor air quality, energy performance, and student health. **Indoor and Built Environment**. 23. 417-432. 2014. <http://dx.doi.org/10.1177/1420326X14532388>.
- EPA (1995). The inside story: A guide to indoor air quality. U.S. **Environmental Protection Agency**.
- FU, X.; NORBÄCK, D.; YUAN, Q.; LI, Y.; ZHU, X.; HASHIM, J.H.; HASHIM, Z.; ALI, F.; HU, Q.; DENG, Y.; SUN, Y. Association between indoor microbiome exposure and sick building syndrome (SBS) in junior high schools of Johor Bahru, Malaysia. **Sci Total Environ**. 2020 Jan 20;753:141904. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141904>.
- GIODA A., AQUINO NETO F.R. Poluição Química Relacionada ao Ar de Interiores no Brasil **Quim. Nova**, Vol. 26, No. 3, 359-365, 2003
- GODISH, T.; SPENGLER, J. D. Relationships between ventilation and indoor air quality: **A review. Indoor Air**, 6:135-145. 1996.
- HALIOS, C. H.; HELMIS, C. G. On the estimation of characteristic indoor air quality parameters using analytical and numerical methods. **Science of the Total Environment**, 381: 222-232. 2007.
- HOJO, S. *et al.* Use of QEESt questionnaire for a screening study in Japan. **Toxicology and Industrial Health**, v.21, p.113-24, 2005.
- SANDSTEDT, E. On the borderline of “sick” and “healthy” buildings and schools: the concept of sustainability problematised **Local Environment** Vol. 14, No. 5, May 2009, 431–4.
- HORR, Y.A.; ARIF, M., KATAFYGIOTOU, M.; MAZROEI, A.; KAUSHIK, A.; ELSARRAG, E. Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. **International journal of sustainable built environment**, 5, 1-11.2016.
- ISO. (2005). **ISO Standard 7730/2005**, Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specifications of the conditions for thermal comfort, Geneva: International Organization for Standardization
- KAVGIC, M. *et al.* Analysis of thermal comfort and indoor air quality in a mechanically ventilated theatre. **Energy and Buildings**, 40:1334-1343. 2008.
- KIM, J.; JANG, M.; CHOI, K.; KIM, K. Perception of indoor air quality (IAQ) by workers in underground shopping centers in relation to sick-building syndrome (SBS) and store type:

a cross-sectional study in Korea. **BMC public health**, 19(1), 632. 2019
<https://doi.org/10.1186/s12889-019-6988-6>

MENDELL, M.J.; HEATH, G.A. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. **Journal of Chemical Information and Modeling**, 2005.

MOHAN, J. Impact of indoor environment quality on sick building syndrome in indian lead certified buildings. 2012

NORHIDAYAH, A.; CHIA-KUANG, L; AZHAR, M.K.; NURULWAHIDA, S. Indoor Air Quality and Sick Building Syndrome in Three Selected Buildings. **Procedia Engineering**. 53. 93–98. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.014>.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Ruído no Trabalho. (2009).

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DA SAÚDE <https://www.paho.org> Acesso em: 13 set. 2021.

PAGANI R. N., KOVALESKI J. L., RESENDE L.M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication, 2015.

PARSONS, K. C. (2003). Human thermal environments. 2 ed. London: Taylor and Francis, 527p.

PHILLIPS, J. L. *et.al.* Relationships between indoor and outdoor air quality in four naturally ventilated offices in the United Kingdom. **Atmospheric Environment**, 27(11): 1743-1753.1993.

RASHID, M.; ZIMRING, C. A review of empirical literature on the relationships between indoor environment and stress in health care and office settings. **Environment and Behaviour**, 40(2):151-190. 2008.

SANTOS, U. P.; RUMEL, D.; MARTARELLO, N. A.; FERREIRA, C. S.; MATOS, M. P. Síndrome dos edifícios doentes em bancários [Sick building syndrome in bank employees]. **Revista de Saúde Pública**, 26(6), 400–404. 1992
<https://doi.org/10.1590/s0034-89101992000600005>

SARKHOSH, M.; NAJAFPOOR, A.A.; ALIDADI, H.; SHAMSARA, J.; AMIRI, H.; ANDREA, T.; KARIMINEJAD, F. Indoor Air Quality associations with sick building syndrome: An application of decision tree technology. **Building and Environment** 2021 :188.

SILVA, A.F.S. Síndrome do Edifício Doente. **Journal of Chemical Information and Modeling** 2017.

SPENGLER, J. D.; SAMET, J. M.; Mc CARTHY, J. F.(Ed.). Indoor Air Quality Handbook. Washington: McGraw-Hill. 2001.

THAM, K.; WARGOCKI, P.; TAN, Y. Indoor environmental quality, occupant perception, prevalence of sick building syndrome symptoms, and sick leave in a Green Mark Platinum-rated versus a non-Green Mark-rated building: A case study. **Science and Technology for the Built Environment**. 2015. 21. 35-44. <http://dx.doi.org/10.1080/10789669.2014.967164>.

VERAYANI, E. Identification of Legionella, Indoor Air Quality and Employee Sick Building Syndrome Complaints in Installation of Blood Transfusion- Dr. Soetomo Hospital. **Jurnal Kesehatan Lingkungan**, [S.I.], v. 10, n. 3, p. 299-305, dec. 2018. ISSN 2540-881X. Disponível em: <https://e-journal.unair.ac.id/JKL/article/view/7198>. Acesso em: 12 jan. 2022. <http://dx.doi.org/10.20473/jkl.v10i3.2018.299-305>.