

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**WELLINGTON RUI ANDRADE DE ASSIS JUNIOR**

**Poluentes atmosféricos interferem na saúde de praticantes  
de exercício físico em ambientes internos?  
Uma revisão sistemática**

**Santos  
2023**

**WELLINGTON RUI ANDRADE DE ASSIS JUNIOR**

**Poluentes atmosféricos interferem na saúde de praticantes  
de exercício físico em ambientes internos?  
Uma revisão sistemática**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, sob a orientação do Prof. Dr. Camilo Dias Seabra Pereira

**Santos  
2023**

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

363.7392 Assis Junior, Wellington Rui Andrade de.  
A865p Poluentes atmosféricos interferem na saúde de praticantes de exercício físico em ambientes internos? Uma revisão sistemática/Wellington Rui Andrade de Assis Junior.  
2023.  
94 f.

Orientador: Prof. Dr. Camilo Dias Seabra Pereira.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Santa Cecília,  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia  
Ambiental, Santos,SP, 2023.

1. Exercício físico. 2. Material particulado. 3. Poluição do ar em ambientes fechados. 4. Qualidade do ar interno. 5. Síndrome dos edifícios doentes. I. Pereira, Camilo Dias Seabra. II. Poluentes atmosféricos interferem na saúde de praticantes de exercício físico em ambientes internos? Uma revisão sistemática.

## DEDICATÓRIA

À minha querida mãe, Ernestina Maria Andrade de Assis (*in memoriam*),

Esta dissertação de mestrado é dedicada à senhora, minha inspiração constante, meu porto seguro, minha maior incentivadora e melhor amiga. Muito obrigado por sempre ter me apoiado e incentivado em todos os meus projetos acadêmicos e em tudo na vida.

Sua força, sabedoria e amor incondicional sempre foram minha bússola ao longo dos anos, guiando-me através das dificuldades e dos triunfos. Suas palavras de encorajamento e repletas de conhecimento sempre me fizeram sentir capaz de alcançar qualquer coisa.

A senhora foi, é, e sempre será uma fonte de entusiasmo e força para mim em tudo que faço e farei, por isso eu nunca poderei expressar em palavras o quão grato eu sou pelo tempo que juntos vivemos. Seu amor e dedicação incansável sempre foram um presente precioso que eu valorizarei todos os dias de minha vida.

Querida e amada mãe, muito obrigado por ter sido e continuar sendo, uma presença constante em minha vida e por me ajudar a tornar-me a pessoa que sou hoje. Espero que esta dissertação possa ser uma prova do meu amor pela senhora, e da minha gratidão por todos os esforços e sacrifícios que a senhora fez por mim.

Com todo o meu mais sincero e eterno amor.

## AGRADECIMENTOS

Durante os anos em que estive cursando o mestrado, dediquei-me intensamente aos estudos e gostaria de agradecer às pessoas que me acompanharam nessa jornada e foram fundamentais para a realização desse objetivo. Com palavras sinceras, expresso aqui a importância que elas tiveram e ainda têm nessa conquista, e meu caloroso agradecimento a todas elas.

Quero agradecer a Deus pelos dons que me foram concedidos e que serviram como guia em toda a minha vida.

Agradeço à minha querida mãe, Ernestina Maria Andrade de Assis (*in memoriam*), que, com seu amor incondicional, nunca poupou esforços nem sacrifícios para proporcionar tudo o que eu precisava para crescer e evoluir como ser humano. Sinto sua falta de forma imensurável, e sempre a amarei, pois é a razão da minha existência.

Sou muito grato à minha companheira e amiga, Juliana Lourenço da Costa, que esteve sempre ao meu lado, apoiando-me e incentivando-me em todos os momentos, desde o dia em que nos conhecemos.

Gostaria de expressar minha gratidão ao meu querido amigo e orientador, Prof. Dr. Camilo Dias Seabra Pereira, pela oportunidade de realizar este trabalho. Agradeço pela confiança, suporte, constância e serenidade em todas as vezes que me ajudou. Muito obrigado por todos os ensinamentos admiráveis compartilhados, e por sempre me fazer refletir e questionar sobre o tema da minha pesquisa. Sua contribuição foi essencial para a concretização de todas as pesquisas no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPG-CTA) da Universidade Santa Cecília – UNISANTA.

Também agradeço ao meu querido amigo, Prof. Dr. Fabio Giordano, pessoa admirável e grande exemplo de dedicação. Ele realiza seu trabalho de forma brilhante e ainda auxilia todos ao seu redor. Agradeço do fundo do coração por todo o tempo dedicado a me ajudar, sempre com calma, paciência e atenção.

Quero agradecer a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPG-CTA) da Universidade Santa Cecília - UNISANTA pelo conhecimento transmitido durante o curso de Mestrado. Um agradecimento especial

à querida amiga, Profª Drª Alessandra Aloise de Seabra, pelo apoio e gentileza nos momentos mais difíceis; aos queridos amigos, Prof. Dr. Alexandre Galvão da Silva e Profª Drª Débora Dias Ferraretto Moura Rocco, por nossa amizade de vários anos.

Também agradeço às queridas amigas e secretárias do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPG-CTA) da Universidade Santa Cecília - UNISANTA, Sandra Helena Araújo e Imaculada Scorza, por estarem sempre prontas para ajudar com um sorriso contagiante no rosto.

Expresso minha gratidão aos meus estimados amigos, ao bibliotecário da Universidade Santa Cecília – UNISANTA, Rafael de Micco Junior e ao auxiliar de Biblioteca Oscar Valeriano da Silva Junior que me ajudaram em todas as etapas desta pesquisa. Solicitei a ajuda deles inúmeras vezes, e em todas fui atendido com cortesia e celeridade.

Não posso deixar de agradecer a Universidade Santa Cecília - UNISANTA, onde tive a oportunidade de cursar Engenharia Industrial Elétrica (1ª Turma), Licenciatura e Bacharelado em Educação Física e Esporte, e, em especial, à sua Diretora Geral Profª Drª Lúcia Maria Teixeira, à sua Reitora Profª Drª Sílvia Ângela Teixeira Penteado e ao seu Pró-Reitor Administrativo Sr. Marcelo Pirilo Teixeira, pela acessibilidade e amabilidade de todos. Aos funcionários, agradeço pelos momentos felizes compartilhados e pelo apoio nos momentos difíceis.

Agradeço a todos os professores do Colégio Santista (Marista), da FMU, do CEFIT e de todos os cursos, congressos, seminários e palestras que participei, pelos conhecimentos maravilhosos e extremamente relevantes que compartilharam comigo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) também merece meu reconhecimento pelo suporte e apoio prestados.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho. Meu sincero muito obrigado a todos!

## EPÍGRAFE

*“Se eu vi mais longe, foi porque estava sobre os ombros de gigantes”*

Sir Isaac Newton

## RESUMO

As revisões sistemáticas possuem a competência de coadjuvar de modo considerável para a higidez ambiental e estratificação de ameaças ecossistêmicas, tendo concorrido para a construção e aplicação de conhecimento científico. Destarte, este estudo teve como objetivos: (i) identificar os principais poluentes ambientais internos e suas respectivas fontes; (ii) comparar as concentrações com os padrões estabelecidos pela *World Health Organization* (WHO) através de seu *Global Air Quality Guidelines* (AQGs) 2021; (iii) analisar os riscos à saúde durante a prática de exercício físico. Esta revisão sistemática seguiu os critérios *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) e foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) sob o nº CRD42022354515. A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados, **LILACS**, **MEDLINE**, **PubMed**, **SciELO** e **Scopus**, de 25/09/2022 até 09/05/2023. Para realização da primeira seleção dos estudos, utilizou-se os descritores; Exercício Físico, Material Particulado, Poluição do Ar em Ambientes Fechados, Qualidade do Ar Interno e Síndrome dos Edifícios Doentes concatenadas com o operador Booleano “AND”. Sendo: Material Particulado AND Exercício Físico, Poluição do Ar em Ambientes Fechados AND Exercício Físico, Qualidade do Ar Interno AND Exercício Físico, Síndrome dos Edifícios Doentes AND Exercício Físico. Como critérios de inclusão considerou-se estudos publicados nos últimos cinco anos (2018 a 2023), em qualquer idioma e estudos com abordagem quantitativa e qualitativa após pesquisa inicial sem restrição de data e/ou ano. Foram excluídos artigos repetidos, literatura cinzenta, estudos inconclusivos ou com alto risco de viés e outras revisões de literatura. O risco de viés nos estudos foi avaliado de acordo com o *The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Tools*. Entre 3427 estudos identificados, 18 satisfizeram os critérios de inclusão. O monitoramento dos poluentes foi realizado em ambientes internos onde se praticam exercícios físicos, nomeando os que mais comprometem a QAI (Qualidade do Ar Interno). Foi feita uma comparação entre as concentrações destes poluentes e o *WHO AQGs 2021*. Foram avaliadas as consequências da prática de exercício físico nestes ambientes e por fim, foram analisados os impactos da poluição do ar interno na saúde humana de acordo com a *WHO AQGs 2021*. Como conclusão temos: (i) os principais poluentes internos são CO, CO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, e SO<sub>2</sub>, dos quais, as concentrações de Material Particulado (PM) e de CO<sub>2</sub> estão diretamente

relacionadas com a prática esportiva realizada, com o número de praticantes presentes no local e com o tipo de ventilação que é fornecida ao ambiente; (ii) Comparando as concentrações dos poluentes encontrados nos 18 estudos com os limites estabelecidos pela *WHO AQGs* (2021), encontramos: 9 estudos com as concentrações acima e 5 estudos com as concentrações abaixo do recomendado pela *WHO AQGs* (2021), entretanto 4 estudos abordaram poluentes que ainda não constam no *WHO AQGs* (2021); (iii) Os principais riscos à saúde humana estão vinculados a doenças respiratórias e cardíacas.

**Palavras-chave:** Exercício físico. Material particulado. Poluição do ar em ambientes fechados. Qualidade do ar interno. Síndrome dos edifícios doentes.

## ABSTRACT

Systematic reviews can contribute considerably to environmental health and stratification of ecosystem threats, having contributed to the construction and application of scientific knowledge. Thus, this study aimed to: (i) identify the main indoor environmental pollutants and their respective sources; (ii) compare the concentrations with the standards established by the World Health Organization (WHO) through its Global Air Quality Guidelines (AQGs) 2021; (iii) analyze health risks during the practice of physical exercise. This systematic review followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) criteria and was registered in Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) under number CRD42022354515. The search for studies was carried out in the **LILACS**, **MEDLINE**, **PubMed**, **SciELO** and **Scopus** databases, from 09/25/2022 to 05/09/2023. To carry out the first selection of studies, the descriptors were used; Physical Exercise, Particulate Matter, Indoor Air Pollution, Indoor Air Quality and Sick Building Syndrome concatenated with the Boolean operator "AND". Of which: Particulate Matter AND Physical Exercise, Indoor Air Pollution AND Physical Exercise, Indoor Air Quality AND Physical Exercise, Sick Building Syndrome AND Physical Exercise. As inclusion criteria, we considered studies published in the last five years (2018 to 2023), in any language and studies with a quantitative and qualitative approach after initial research without date and/or year restriction. Repeated articles were excluded, gray literature, inconclusive studies or studies at high risk of bias, and other literature reviews. Risk of bias in studies was assessed according to The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Tools. Among 3427 identified studies, 18 met the inclusion criteria. The monitoring of pollutants was carried out in indoor environments where physical exercises are practiced, naming those that most compromise the IAQ (Indoor Air Quality). A comparison was made between the concentrations of these pollutants and the WHO AQGs 2021. The consequences of physical exercise in these environments were evaluated and, finally, the impacts of indoor air pollution on human health were analyzed according to the WHO AQGs 2021. As a conclusion we have: (i) the main indoor pollutants are CO, CO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, and SO<sub>2</sub>, of which, the concentrations of PM (Particulate Material) and CO<sub>2</sub> are directly related to the sport practiced, with the number of practitioners present in the place and with the type of ventilation that is provided to the environment; (ii) Comparing the concentrations of pollutants found in

the 18 studies with the limits established by the WHO AQGs (2021), we found: 9 studies with concentrations above and 5 studies with concentrations below the recommended by WHO AQGs (2021), however 4 studies addressed pollutants that are not yet included in the WHO AQGs (2021); (iii) The main risks to human health are linked to respiratory and cardiac diseases.

**Keywords:** Exercise. Particulate matter. Indoor air pollution. Indoor air quality. Sick building syndrome.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Fluxograma da estratégia de busca na literatura - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)*.20..... 7

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Instituição e Metas Recomendadas para Adultos.....	1
Tabela 2. Número de estudos por poluente.....	10
Tabela 3. Referências (ano), poluentes dos estudos e ambiente monitorado.....	12
Tabela 4. Poluentes, tempo médio de exposição, diretrizes de qualidade do ar (2005) e diretrizes de qualidade do ar (2021).....	14
Tabela 5. Referências (Ano), Exercício Físico Realizado e Resultado.....	18
Tabela 6. Referências, Poluentes e Efeito na Saúde Humana.....	27

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Análise do risco de viés de estudos selecionados de acordo com <i>Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Tools for Use in JBI Systematic Reviews</i> para análise de risco de viés.....	6
Quadro 2. Referências (Ano), comparação dos poluentes com as Novas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar da OMS.....	15

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i> (Colégio Americano de Medicina do Esporte)
AHA	<i>American Heart Association</i> (Associação Americana do Coração)
AQGs	<i>Global Air Quality Guidelines</i> (Diretrizes Globais de Qualidade do Ar)
AQHI	<i>Canadian Air Quality Health Index</i> (Índice de Saúde de Qualidade do Ar Canadense)
ASHRAE	<i>The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i> (Sociedade Americana dos Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado)
BDNF	Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
EEA	<i>European Environment Agency</i> (Agência Europeia do Ambiente)
CDI	Cardioversor Desfibrilador Implantado
CH <sub>4</sub>	Metano
CHBrCl <sub>2</sub>	Bromodiclorometano
CHBr <sub>2</sub> Cl	Dibromoclorometano
CHCl <sub>3</sub>	Triclorometano ou Clorofórmio
ClO <sub>2</sub>	Dióxido de Cloro
CNP	Concentrações de Número de Partículas
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COVID-19	<i>Coronavirus Disease-19</i> (Doença do Coronavírus-19)
CVF	Capacidade Vital Forçada
DBPs	<i>Disinfection By-Products</i> (Subprodutos de Desinfecção)
DCV	Doenças Cardiovasculares
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
e.g.	<i>exempli gratia</i> (por exemplo)
EU	<i>European Union</i> (União Europeia)
FeNO	Óxido Nítrico Exalado Fracionado

HCHO	Formaldeído
H <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	Ácido Nítrico
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de Hidrogênio
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido Sulfúrico
JBI	<i>The Joanna Briggs Institute</i> (Instituto Joanna Briggs)
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i> (Sistema de Metadados Médicos)
MP	Material Particulado
NH <sub>3</sub>	Amoníaco ou Amônia
NO	Monóxido de Nitrogênio ou Óxido Nítrico
NO <sub>2</sub>	Dióxido de Nitrogênio
NO <sub>x</sub>	Compostos Inorgânicos
O <sub>3</sub>	Ozônio
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAN	Nitrato de Peroxiacetila
PCPs	Produtos de Cuidados Pessoais
PM	<i>Particulate Matter</i> (Material Particulado)
Ppm	Partes por milhão
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i> (Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Metanálises)
PROSPERO	<i>International Prospective Register of Systematic Reviews</i> (Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas)
PUF	Partículas Ultrafinas
QAI	Qualidade do Ar Interno
SARS-CoV-2	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2</i> (Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavírus-2)
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i> (Biblioteca Eletrônica Científica On-line)
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Enxofre
THM	Trihalometanos
TVOCs	<i>Total Volatile Organic Compounds</i> (Compostos Orgânicos Voláteis Totais)

UFC	Unidades Formadoras de Colônias
UFC/m <sup>3</sup>	Unidades Formadoras de Colônias por metro cúbico de ar
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i> (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)
UV	Radiação Ultravioleta
V <sub>E</sub>	Ventilação minuto
VEF1	Volume Expiratório Forçado em 1s
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VOCs	<i>Volatile Organic Compounds</i> (Compostos Orgânicos Voláteis)
V <sub>T/f</sub>	Variabilidade no Padrão Respiratório
WAHW	<i>Weak Acid Hypochlorous Water</i> (Água Hipoclorosa Ácida Fraca)
WHO	<i>World Health Organization</i> (Organização Mundial de Saúde)
ZnO	Óxido de Zinco

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	4
2.1	Objetivo Geral.....	4
2.2	Objetivos Específicos.....	4
3.	MÉTODOS.....	4
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4.1.	Número de estudos e poluentes analisados.....	10
4.2.	Estudos, ambientes e poluentes internos analisados.....	11
4.3.	Qualidade do ar interno durante exercício.....	14
4.4.	Resultado da exposição a poluentes ambientais internos e externos durante a realização de exercício físico.....	17
4.5.	Impactos da poluição do ar interno na saúde humana de acordo com o <i>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</i> .....	26
4.6.	Limitações do Estudo.....	33
5.	CONCLUSÃO.....	33
6.	RECOMENDAÇÕES.....	34
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade física e/ou exercício físico visa o bem-estar físico, mental e psicológico do ser humano tendo uma consequência positiva para sua higidez, quando praticada e orientada corretamente (NAZYROV *et al.*, 2018). É importante salientar que Atividade Física é uma forma generalizada de expressar qualquer tipo de movimento corporal efetuado pelos músculos esqueléticos sendo que por consequência, decorre em um gasto de energia maior do que o corpo efetua em repouso e Exercício Físico é uma ação física planejada, estruturada e repetitiva que objetiva manter ou aumentar a saúde/aptidão física (CASPERSEN *et al.*, 1985). A qualidade e importância destes movimentos corporais é comprovada em todos os estágios da vida humana de modo que, o sistema imunológico é otimizado, a condição ativa, a *performance* física e cognitiva mais efetivas, são consequências deles (NAZYROV *et al.*, 2018). Com a perspectiva de resguardar e promover a saúde humana através do exercício e/ou atividade física, as organizações mundiais mais relevantes neste escopo, o *American College of Sports Medicine (ACSM)* e a *American Heart Association (AHA)* preconizam a realização de exercícios e/ou atividades físicas de longa duração, intensidade moderada e que envolvam grandes grupamentos musculares (DE ASSIS JR. *et al.*, 2018). Uma síntese das principais diretrizes globais para a prática de exercícios físicos é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Instituição e Metas Recomendadas para Adultos

Instituição	Metas Recomendadas para Adultos
<i>American College of Sports Medicine (ACSM)/2023</i>	Realizar atividade física aeróbica de intensidade moderada por pelo menos 30 minutos, cinco dias por semana, ou atividade física aeróbica de intensidade vigorosa por pelo menos 20 minutos, três dias por semana. Também é recomendado realizar atividades que mantenham ou aumentem a força e a resistência muscular por pelo menos dois dias por semana.
<i>American Heart Association (AHA)/2023</i>	Realizar pelo menos 150 minutos por semana de atividade aeróbica de intensidade moderada ou 75 minutos por semana de atividade aeróbica de intensidade vigorosa, ou uma combinação de ambos, preferencialmente distribuídos ao longo da semana. Também é recomendado realizar atividades de fortalecimento muscular de intensidade moderada a alta (como exercícios de resistência ou levantamento de pesos) em pelo menos 2 dias por semana.
Organização Mundial da Saúde (OMS)/2023	150 a 300 minutos de atividade física aeróbica de intensidade moderada a vigorosa por semana.

---

Academia Nacional de Medicina dos Estados Unidos ( <i>National Academy of Medicine</i> ) (NAM)/2018	Realizar pelo menos 150 minutos por semana de atividade física aeróbica de intensidade moderada, ou 75 minutos por semana de atividade física aeróbica de intensidade vigorosa, ou uma combinação equivalente de ambos.
Sociedade Canadense de Fisiologia do Exercício ( <i>Canadian Society for Exercise Physiology</i> )/2023	Realizar pelo menos 150 a 300 minutos de atividade aeróbica de intensidade moderada por semana, ou pelo menos 75 a 150 minutos de atividade aeróbica de intensidade vigorosa, ou uma combinação equivalente de atividade moderada e vigorosa. Também é recomendado realizar atividades de fortalecimento muscular pelo menos duas vezes por semana, envolvendo todos os principais grupos musculares.
Departamento de Saúde da Austrália ( <i>Department of Health</i> )/2023	Realizar pelo menos 150 a 300 minutos de atividade física aeróbica moderada por semana, ou pelo menos 75 a 150 minutos de atividade física aeróbica vigorosa por semana, ou uma combinação equivalente de atividade moderada e vigorosa. Além disso, é recomendado o fortalecimento muscular em dois ou mais dias por semana.
União Europeia/2008	30 minutos de atividade física moderada todos os dias da semana.
<i>Advisory Committee on International Physical Activity Questionnaire</i> (IPAQ)/2005	30 minutos de atividade física moderada 5 ou mais dias por semana; 20 minutos de atividade física vigorosa 3 ou mais dias por semana; ou qualquer combinação de intensidade, desde que atinja o mínimo de 600 MET-minutos/semana.

---

Adaptado de Lima *et al.*, 2014

As atividades físicas têm um resultado terapêutico para o corpo humano pois relacionam e integram o sistema nervoso, atividades metabólicas, articulações, músculos, tendões e demais estruturas deste organismo. Com esta prática constante e padronizada por meio de estímulos reflexos físico-viscerais, a homeostase é otimizada, perfusão sanguínea e oxigenação de órgãos e tecidos melhoram sensivelmente, o conteúdo de colesterol e lipídios aterogênicos causadores de aterosclerose diminuem, os metabólitos corporais são carreados com mais efetividade, as funções respiratória, cardiovascular, energia, troca de calor e outras funções operam de modo otimizado. A carga e a descarga psicológica, resultantes da atividade e/ou exercício físico aprimoram o estado hídrico humano, de maneira substancial (NAZYROV *et al.*, 2018).

O surto mundial de Doença do Coronavírus-19 (COVID-19) e Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV-2), durante dois anos, estimulou o trabalho de maneira *home office*, conseqüentemente, houve um acréscimo da permanência das pessoas em suas residências (OMIDVARBORNA *et al.*, 2021). O fechamento temporário dos locais para a prática de atividade física e/ou exercício físico, forçou os indivíduos também, a permanecerem em suas habitações, alterando suas rotinas do dia a dia e impossibilitando-os de suas práticas corporais (AMMAR *et al.*, 2020a,c; e

VARSHNEY *et al.*, 2020). Dada a diminuição no tempo gasto em viagens de carro ou ônibus, bem como a redução no tempo gasto em caminhadas e atividades vigorosas realizadas, estudantes de medicina observaram uma deterioração na saúde pessoal (LIMA *et al.*, 2022).

Permanecer no interior de sua moradia compulsoriamente por período indefinido, significa um obstáculo tanto para a prática contínua do exercício físico quanto para a interação social do ser humano o que acarreta problemas para a sanidade física e mental (AMMAR *et al.*, 2020a,c; e VARSHNEY *et al.*, 2020). Sendo assim, vários estudos analisaram e sugerem estratégias para encorajar os indivíduos a se exercitarem no interior de suas residências (AMMAR *et al.*, 2020a,b,c; AMMAR *et al.*, 2021; CHTOUROU *et al.*, 2020 e DE OLIVEIRA NETO *et al.*, 2020).

Kumar *et al.* (2019) contudo, observaram em seu trabalho que atividade física e/ou exercício físico em um espaço *indoor* por um prazo deveras distendido, é capaz de exaurir as competências dos indivíduos para tolerar alterações relativas ao meio ambiente. Ademais, é capaz de provocar a doença do ar condicionado, segundo Chong *et al.* (2018) e Kenny e Flouris (2014), pois uma ventilação deficiente e/ou precária em um ambiente interno pode incrementar a ameaça de infecção (MIZUMOTO e CHOWELL, 2020). O que contrapõe o objetivo inicial da prática de exercícios corporais como mantenedor da higidez humana.

O cuidado com a Qualidade do Ar Interno (QAI) advém de pesquisas científicas que se acentuaram em 1970. Esses estudos evidenciaram que taxas de troca de ar (outdoor/indoor) era a principal responsável pelo acréscimo da concentração de poluentes internos (SCHIRMER *et al.*, 2011). Em consequência à associação entre a qualidade do ar e a saúde, a OMS (Organização Mundial da Saúde) admitiu que a poluição atmosférica é uma das maiores ameaças ecossistêmicas a higidez dos seres humanos (WHO, 2019). O que determina um elemento como poluente é o volume de sua concentração acrescentada ao meio ambiente de maneira bem elevada apta a afetar danos mensuráveis à seres vivos e não vivos (FREEDMAN, 1995).

Os poluentes são categorizados como: primários e secundários. Os poluentes primários são os propagados de forma direta das fontes de poluidoras (e.g., monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de nitrogênio (NO), material particulado (MP), fluoretos, hidrocarbonetos e metais) os poluentes secundários são

os constituídos pela interligação entre poluentes primários ou entre estes e os que estão contidos naturalmente no ambiente (e.g., ozônio (O<sub>3</sub>), nitrato de peroxiacetila (PAN), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ácido nítrico (H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (KRUPA *et al.*, 2001).

Consoante, a ventilação é um dos procedimentos mais importantes utilizados na remoção de poluentes em ambientes internos e/ou bioaerossóis (e.g., bactérias, fungos e vírus) bem como a desinfecção, atenuando assim, a ameaça da exposição, particularmente em espaços públicos como academias, escritórios, ginásios esportivos e etc. (XU *et al.*, 2020).

Bioaerossóis referem-se a partículas suspensas no ar que têm origem biológica (CAVINATTO, 1991). Existem diversos tipos e variedades de partículas biológicas presentes no ar, incluindo vírus, bactérias, fungos, cistos de protozoários, grãos de pólen, fragmentos de plantas e insetos. Essas partículas biológicas podem representar de 10 a 50% da massa total do ar, dependendo da estação do ano e da localização geográfica com tamanho que pode variar de 0,01mm a mais de 100mm, sendo os vírus as partículas biológicas menores e os grãos de pólen apresentando partículas entre 10-150µm (MADELIN, 1994; WESTBROOK e ISARD, 1999; BURGE, 2002; MAIN, 2003).

A colonização no ar está intrinsecamente ligada às características do ambiente, de modo que os microrganismos variam em quantidade e qualidade, dependendo da área analisada. É possível identificar dois tipos distintos de microbiota aérea: a presente em espaços *indoor* e a encontrada em ambientes *outdoor* (PEI-CHIN *et al.*, 2000; PASTUSZKA *et al.*, 2000; HUANG *et al.*, 2002).

As doenças causadas pela inalação de diferentes tipos de partículas suspensas no ar, depende: da quantidade, características biológicas e composição química dessas partículas inaladas, bem como o local onde elas se depositam no sistema respiratório. Partículas maiores que 10µm têm baixa probabilidade de passar pela região nasal, as com diâmetro entre 5-10µm são depositadas no trato respiratório superior e as partículas menores que 5µm são capazes de penetrar nos alvéolos pulmonares, podendo resultar em infecções, reações alérgicas e outras doenças graves (PASTUSZKA *et al.*, 2000).

Através do estudo de Carlisle e Sharp (2001) foi constatado que a resposta metabólica do corpo à atividade física e/ou exercício físico o submete a um volume maior de poluentes, pois com o aumento da ventilação respiratória por minuto ao longo da prática da atividade física e/ou exercício físico, se faz necessário a inalação de um maior volume ar e por conseguinte, dos poluentes contidos na atmosfera.

No que diz respeito aos efeitos cardiovasculares, a exposição breve ao MP, tem sido associada a alterações como redução da variabilidade da frequência cardíaca, aumento da pressão arterial diastólica e intensificação da contração dos vasos sanguíneos e da coagulação do sangue. Essas modificações podem desencadear eventos agudos de saúde cardiovascular (FRANCHINI e MANNUCCI, 2007). Isto é corroborado no trabalho de Rundell *et al.* (2018) que concluíram ser o treinamento físico de suma importância para a prevenção de doenças crônicas, por consequência, há benesses consideráveis para a higidez humana desde que, sejam discutidas as questões relativas a qualidade do ar nas áreas onde são praticadas atividades físicas e/ou exercícios físicos e em espaços recreativos.

A obesidade é uma dessas doenças crônicas que compromete a saúde física e mental. A redução de peso é uma meta difícil de alcançar devido à adaptação metabólica, estilo de vida e fatores ambientais (HALPERN *et al.*, 2022). O excesso de peso está relacionado a menor variabilidade da frequência cardíaca global e exposição à poluição atmosférica (BASE *et al.*, 2020).

O tratamento para a obesidade busca normalizar o índice de massa corporal (IMC), todavia, uma perda de peso modesta, acima de 5% do peso corporal total são clinicamente significativas e perdas de peso entre 10% a 15% proporcionam benefícios ainda maiores (HALPERN *et al.*, 2022). Segundo De Pinho e Petroski (1999) o índice de adiposidade corporal varia de forma inversa ao nível de exercício físico leve à vigoroso e gasto energético relativo.

Dessarte, a Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabolismo (SBEM) e a Sociedade Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (ABESO) propuseram uma nova classificação da obesidade baseada no Peso Máximo Atingido na Vida (PMAV) onde, os indivíduos que perdem uma proporção específica de peso são classificados como tendo obesidade "reduzida" ou "controlada" (HALPERN *et al.*, 2022).

As revisões sistemáticas quando bem orientadas, administradas e posteriormente conduzidas, possuem a competência de coadjuvar de modo considerável para a higidez ambiental e possibilitar a estratificação de ameaças ecossistêmicas (SHEEHAN e LAM, 2015). Independentemente da categoria e/ou característica das recentes pesquisas realizadas no âmbito das ciências ambientais, as revisões têm concorrido para a construção e aplicação de conhecimento científico na elaboração de políticas públicas e privadas (SHEEHAN *et al.*, 2016).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Destarte, este estudo tem como objetivo geral analisar possíveis impactos da poluição *indoor* durante a prática de exercício físico para que assim seja possível evitar comprometimentos da saúde devido à qualidade do ar interno.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar os principais poluentes ambientais internos e suas respectivas fontes;
- Comparar a concentração dos poluentes internos com os padrões estabelecidos *pela World Health Organization (WHO)* através de suas *Global Air Quality Guidelines (AQGs) 2021*;
- Analisar os riscos à saúde humana dos principais poluentes ambientais internos.

## **3. MÉTODOS**

Trata-se de uma revisão sistemática de estudos observacionais transversais descritivos analíticos da literatura. Para realização do estudo, foram seguidos alguns passos que envolveram: (i) busca dos artigos na literatura, (ii) coleta de dados, (iii)

análise crítica dos estudos, (iv) discussão dos resultados e (v) apresentação da revisão (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

Realizou-se a busca dos estudos nas bases de dados, **LILACS**, **MEDLINE** e **PubMed** através do Portal de Dados da BVS (Biblioteca Virtual em Saúde - <https://bvsalud.org/>), **SciELO** (<https://scielo.org/en/>) e **Scopus** (<https://www-scopus.ez255.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic#basic>). Para realização da primeira seleção dos estudos, utilizou-se os descritores obtidos por meio de consulta ao MeSH Terms (Medical Subject Headings); *Exercise, Particulate Matter, Indoor Air Pollution, Indoor Air Quality e Sick Building Syndrome*; e DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) da BVS - Biblioteca Virtual em Saúde; Exercício Físico, Material Particulado, Poluição do Ar em Ambientes Fechados, Qualidade do Ar Interno e Síndrome dos Edifícios Doentes concatenadas com o operador Booleano “AND” sendo: *Particulate Matter AND Exercise, Indoor Air Pollution AND Exercise, Indoor Air Quality AND Exercise, Sick Building Syndrome AND Exercise, Material Particulado AND Exercício Físico, Poluição do Ar em Ambientes Fechados AND Exercício Físico, Qualidade do Ar Interno AND Exercício Físico, Síndrome dos Edifícios Doentes AND Exercício Físico*. Essas bases de dados foram selecionadas devido à significância e relevância nas áreas de conhecimento das ciências da saúde, do esporte e do meio ambiente, uma vez que os periódicos mais importantes destas áreas estão indexados nestas bases de dados. Estes bancos de dados foram pesquisados de 25/09/2022 até 09/05/2023. Para elegibilidade dos artigos, foram considerados alguns critérios de seleção, conforme citados a seguir.

Como critérios de inclusão considerou-se estudos publicados nos últimos cinco anos (2018 a 2023) período consentâneo a este estudo (SAMPAIO e MANCINI, 2007), em qualquer idioma e estudos com abordagem quantitativa e qualitativa após pesquisa inicial sem restrição de data e/ou ano. Foram excluídos artigos repetidos, literatura cinzenta (Open Grey, [www.opengrey.eu](http://www.opengrey.eu)), estudos inconclusivos ou com alto risco de viés e outras revisões de literatura. O risco de viés nos estudos foi avaliado de acordo com o **The Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Tools (Checklist for Analytical Cross Sectional Studies) for use in JBI Systematic Reviews** (MOOLA et al., 2017). A lista de avaliação crítica do JBI para estudos transversais analíticos de risco de viés foi avaliada considerando as seguintes questões: Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos? Os participantes e as condições do estudo

foram descritos em detalhes? A exposição foi medida de forma válida e confiável? Foram usados critérios objetivos e padronizados para a medição das condições? Foram identificados fatores de confusão? Foram declaradas estratégias para lidar com fatores de confusão? Os resultados foram medidos de forma válida e confiável? Foi usada a análise estatística apropriada? Portanto, o objetivo desta análise foi avaliar a qualidade metodológica de um estudo e determinar até que ponto um estudo abordou a possibilidade de viés em seu desenho (Quadro 1). Para contextualização do tema proposto foram inseridos trabalhos pretéritos de 1985 a 2023.

Quadro 1. Análise do Risco de Viés de Estudos Seleccionados de acordo com *Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Tools for Use in JBI Systematic Reviews* para Análise de Risco de Viés.

	Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	Os participantes e as condições do estudo foram descritos em detalhes?	A exposição foi medida de forma válida e confiável?	Foram usados critérios objetivos e padronizados para a medição das condições?	Foram identificados fatores de confusão?	Foram declaradas estratégias para lidar com fatores de confusão?	Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	Foi usada a análise estatística apropriada?
Slezakova <i>et al.</i> (2019)								
Kocot and Zejda (2021)								
Kocot <i>et al.</i> (2020)								
Liu <i>et al.</i> (2020)								
Zavieh <i>et al.</i> (2021)								
Felgueirasa <i>et al.</i> (2020)								
Bennett <i>et al.</i> (2018)								
Heaney <i>et al.</i> (2019)								
Slezakova <i>et al.</i> (2018)								
Xie <i>et al.</i> (2021)								
Andrade <i>et al.</i> (2018)								
Boonrattanakij <i>et al.</i> (2021)								
Kapalo <i>et al.</i> (2018)								
Finewax <i>et al.</i> (2020)								
Gu <i>et al.</i> (2021)								
Rodio <i>et al.</i> (2022)								
Cassilhas <i>et al.</i> (2022)								
Mazoterias-Brown <i>et al.</i> (2023)								

Adaptado de João *et al.*, 2022

### Classificação do Risco de Viés dos Estudos

 Baixo Risco (S)

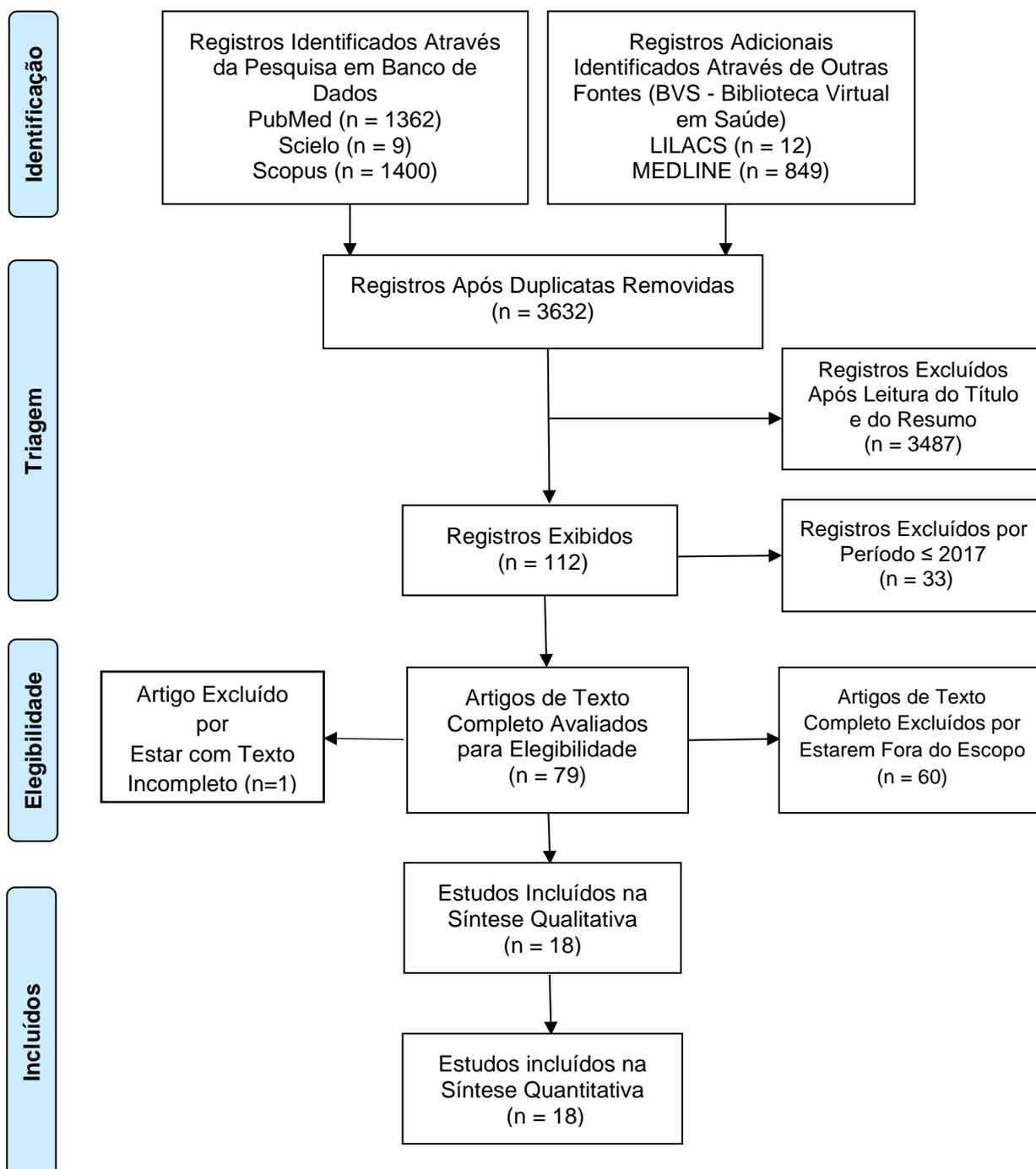
 Alto Risco (N)

 Pouco Claro

 Não Aplicável

A conduta e a análise de acordo com os modelos anteriores foram empregadas nesta revisão sistemática. Para uma elegibilidade inicial, foram considerados os títulos e resumos de cada registro para verificar compatibilidade com o tema abordado.

Os trâmites adotados na estratégia de busca dos estudos na literatura, e sua respectiva inclusão na revisão sistemática da literatura, estão ilustrados conforme fluxograma Prisma (Figura 1).



Adaptado pelo autor, 2023

**Figura 1.** Fluxograma da Estratégia de Busca na Literatura - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis: The PRISMA Statement*

From: Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D. G. *The PRISMA Group* (2009) *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement*. **PLOS Medicine**, v. 6, n. 7: e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Após a análise dos títulos dos estudos e dos resumos, todos os textos foram analisados para extração das informações pertinentes à discussão da temática. Alguns dados principais incluindo autor e ano, objetivo, poluentes ambientais internos, fontes dos poluentes ambientais internos e desfechos foram utilizados para análise crítica e consequente síntese de dados.

Esta revisão sistemática da literatura foi conduzida de acordo com as recomendações de (KHAN *et al.*, 2003) considerando: 1) enquadramento das questões para revisão de literatura; 2) identificar a pesquisa relevante; 3) avaliar a qualidade dos estudos; 4) resumir as evidências; 5) interpretar os resultados. Além disso, aderimos aos 24 itens por meio de checklists dos Itens de Relatório Preferenciais para Revisões e Metanálise - *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)* (MOHER *et al.*, 2015) para garantir uma comunicação transparente e completa desta Revisão Sistemática.

A pergunta de pesquisa e os critérios de elegibilidade para inclusão de estudos em uma Revisão Sistemática da Literatura foram definidas pelo modelo PVO (População ou Problema-Variáveis-Desfecho (*outcome*)), de acordo com as diretrizes *PRISMA* (MOHER *et al.*, 2015). De acordo com o modelo PVO, no presente estudo foram estabelecidas como População ou Problema: Ambientes Internos Utilizados para Exercícios Físicos, Atividades Física e Prática Desportiva; como Variáveis: Poluição do Ar em Ambientes Internos; e, como Desfecho: Riscos à Saúde Humana.

O projeto de pesquisa foi registrado no registro *PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews)* - (<https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>) sob o nº CRD42022354515 no *Centre for Reviews and Dissemination - University of York, York, UK*. Antes da conclusão da triagem formal de resultados pesquisa com base em critérios de elegibilidade (BOOTH *et al.*, 2012). *PROSPERO* é um banco de dados internacional de revisões sistemáticas prospectivamente registradas em saúde e assistência social, bem-estar, saúde pública, educação, crime, justiça e desenvolvimento internacional, onde há um resultado relacionado à saúde. Os principais recursos do protocolo de revisão são registrados e mantidos como um registro permanente. O *PROSPERO* visa conceder uma lista abrangente de revisões sistemáticas registradas no início para ajudar a evitar a duplicação e reduzir a oportunidade de viés de relatório, permitindo a comparação da revisão concluída com o que foi planejado no protocolo (MOHER *et al.*, 2014). O *PROSPERO* atribui a cada

avaliação registrada um número de registro único. Este número pode ser citado em publicações e relatórios para fornecer a ligação entre a revisão planejada e concluída, conforme recomendado pelo *PRISMA* 2009.

De acordo com o registro, foram identificadas as medidas de efeitos e os resultados foram divididos em 4 categorias: (i) monitoramento da qualidade do ar no ambiente de acordo com diretrizes internacionais; (ii) razão indoor-outdoor (I/O); (iii) qualidade do ar durante o exercício físico e; (iv) impacto da qualidade do ar na saúde humana.

Sendo assim, esta revisão sistemática encontra-se de acordo com a categorização de quatro Domínios (Domínio 1 - Abrangente; Domínio 2 - Rigoroso; Domínio 3 - Transparente e Domínio 4 - Objetivo), os quais representam as características da conduta de boas práticas a serem seguidas em revisões sistemáticas. Os possíveis problemas que possam ser identificados em cada domínio, contudo neste trabalho suplantados, são descritos em (<https://systematicreviewlution.com/>), conforme *UTTLEY et al.*, (2023).

#### **4. RESULTADOS e DISCUSSÃO**

Devido à importância da qualidade do ar para o exercício físico e esportes, o objetivo deste estudo foi investigar a QAI de ambientes utilizados para exercício físico e/ou prática esportiva por meio de uma revisão sistemática. A busca identificou um total de 3.632 artigos; os de texto completo avaliados para elegibilidade foram 79 dos quais, 18 preencheram os critérios de inclusão.

Para investigar esse tema, dividimos os resultados dos estudos selecionados em 5 categorias, de acordo com os principais resultados realizados pelos pesquisadores dos estudos selecionados: i) Número de estudos por poluente ii) Acompanhamento da QAI de acordo com as diretrizes das *WHO Global Air Quality Guidelines* (2021), iii) QAI durante exercício, iv) Resultado da exposição à poluentes ambientais internos e externos durante a realização de exercício físico, v) Impactos da poluição do ar interno na saúde humana de acordo com as *WHO Global Air Quality Guidelines* (2021).

##### **4.1. Número de estudos e poluentes analisados**

Todos os estudos usaram métodos observacionais transversais descritivos analíticos quantitativos e experimentais. Os locais de pesquisa foram ambientes internos onde se pratica exercícios físicos e/ou atividade física. Foram analisados 24 poluentes diferentes em 18 estudos. Os poluentes mais avaliados foram: MP<sub>2,5</sub>, CO<sub>2</sub>, MP<sub>10</sub>, CO e SO<sub>2</sub> em respectivamente 9, 9, 8, 5 e 5 estudos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Poluentes e Número de Estudos por Poluente

<b>Poluentes</b>	<b>Número de Estudos</b>
Bioaerossóis Bacterianos (fungos anemófilos, bactérias, vírus)	3
CH <sub>4</sub> (Metano)	1
CHBrCl <sub>2</sub> (Bromodiclorometano)	1
CHBr <sub>2</sub> Cl (Dibromoclorometano)	1
CHCl <sub>3</sub> (Triclorometano ou Clorofórmio)	1
CO (Monóxido de Carbono)	5
CO <sub>2</sub> (Dióxido de Carbono)	9
FeNO (Óxido Nítrico Exalado Fracionado)	2
NH <sub>3</sub> (Amoníaco ou Amônia)	1
NO <sub>2</sub> (Dióxido de Nitrogênio)	3
NO <sub>x</sub> (Compostos Inorgânicos)	2
NO (Óxido Nítrico)	1
O <sub>3</sub> (Ozônio)	4
Partículas Ultrafinas (< 2,5µm) e Partículas Ultrafinas (abaixo de 100 nm)	2
MP (<10µm) (Material Particulado)	1
MP <sub>1</sub> (Material Particulado 1µm), (1 micron)	5
MP <sub>2,5</sub> (Material Particulado 2,5µm), (2,5 micras)	9
MP <sub>4</sub> (Material Particulado 4µm), (4 micras)	1
MP <sub>7</sub> (Material Particulado 7µm), (7 micras)	1
MP <sub>10</sub> (Material Particulado 10µm), (10 micras)	8
HCHO (Formaldeído)	2
SO <sub>2</sub> (Dióxido de Enxofre)	5
TVOCs (Compostos Orgânicos Voláteis Totais)	3
VOCs (Compostos Orgânicos Voláteis)	2

Após anos de intensa pesquisa e deliberações com especialistas em todo o mundo, a OMS atualizou suas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar (AQGs) de 2005 em setembro de 2021 – *WHO Air Quality Guidelines 2021* (WHO, 2021). Requalificar as WHO AQGs foi imprescindível visto que vários trabalhos científicos dos últimos vinte anos demonstraram o quanto a poluição atmosférica afeta a saúde humana e as consequências disto conseguem lesionar os órgãos e todo o funcionamento do organismo humano (THURSTON *et al.*, 2017). A consolidação da afirmação anterior se faz presente através dos estudos encontrados que analisaram diversos poluentes, conforme demonstrado na Tabela 2. É importante ressaltar que estudos recentes e relevantes programas de pesquisa consolidam que os efeitos adversos da poluição atmosférica não se achem apenas a altas exposições; efeitos deletérios a saúde humana, podem ser vistos até em níveis de concentração muito baixos sem limites observáveis abaixo dos quais, a exposição pode ser considerada segura (BRAUER *et al.*, 2019; DOMINICI *et al.*, 2019).

#### **4.2 Estudos, ambientes e poluentes internos analisados**

A associação entre ambientes internos onde se pratica exercício físico e poluentes foi investigada em 18 estudos. Em todos estes ambientes internos monitorados nos estudos, foi avaliada a presença de somente um poluente em 4 estudos, porém em 14 estudos foi investigada a presença de 2 ou mais poluentes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Referências (ano), Poluentes dos Estudos e Ambiente Monitorado

<b>Referências (Ano)</b>	<b>Poluentes</b>	<b>Ambiente Monitorado</b>
Slezakova <i>et al.</i> (2019)	Partículas Ultrafinas (< 2,5µm)	Academias de Ginástica
Kocot and Zejda (2021)	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub> , FeNO	Sala com Condições de Exposição ao Ar Livre
Kocot <i>et al.</i> (2020)	MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NO, FeNO	Pavilhões Esportivos Universitários
Liu <i>et al.</i> (2020)	MP <sub>2,5</sub> , O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO	Interior de Residência e ao Ar Livre
Zavieh <i>et al.</i> (2021)	Bioaerossóis Bacterianos (fungos anemófilos, bactérias, vírus)	Academias
Felgueirasa <i>et al.</i> (2020)	Partículas Ultrafinas (abaixo de 100nm), CO, CO <sub>2</sub>	Piscina Olímpica Coberta
Bennett <i>et al.</i> (2018)	MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub>	Sala
Heaney <i>et al.</i> (2019)	CHCl <sub>3</sub> , CHBrCl <sub>2</sub> , CHBr <sub>2</sub> Cl	Piscina Coberta
Slezakova <i>et al.</i> (2018)	TVOCs (Compostos Orgânicos Voláteis Totais), MP <sub>1</sub> , MP <sub>4</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	Academias
Xie <i>et al.</i> (2021)	TVOCs, MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub> , CO <sub>2</sub>	Salão de Badminton
Andrade <i>et al.</i> (2018)	CO <sub>2</sub>	Academias
Boonrattanakij <i>et al.</i> (2021)	Bioaerossóis Bacterianos, CO <sub>2</sub> , MP <sub>1</sub> , MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>7</sub> , MP <sub>10</sub>	Academia
Kapalo <i>et al.</i> (2018)	CO <sub>2</sub>	Salas de Aula de Universidade
Finewax <i>et al.</i> (2020)	VOCs (comp. orgânicos voláteis), CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub>	Sala de Musculação
Gu <i>et al.</i> (2021)	VOCs, Bioaerossóis Bacterianos, CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , HCHO e MP (abaixo de 10µm)	Academias
Rodio <i>et al.</i> (2022)	MP <sub>1</sub> , MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub>	Interior de Laboratório
Cassilhas <i>et al.</i> (2022)	MP <sub>1</sub> , MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub>	Interior de Laboratório e ao Ar Livre em Parque Urbano
Mazoterias-Brown <i>et al.</i> (2023)	CO, CO <sub>2</sub> , HCHO, TVOCs, MP <sub>1</sub> , MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub> , O <sub>3</sub>	Interior e Exterior de Centro de Treinamento

Segundo o estudo de Kocot *et al.* (2020) 76 participantes chegaram até o final das exigências do estudo, ou seja, realizaram atividades físicas em ambiente indoor expostos aos poluentes MP<sub>2,5</sub>, MP<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO, FeNO com concentrações acima dos limites permitidos pelas *WHO Global Air Quality Guidelines* (2021). Houve um aumento do FeNO (Óxido Nítrico Exalado Fracionado), importante biomarcador de inflamação pulmonar, durante o ensaio de exposição. Altas Concentrações de FeNO indicam inflamação eosinofílica e alérgica das vias aéreas, em vista disso sua medida é utilizada na diagnose e manuseio da inflamação difusa das vias respiratórias (asma) (HOYTE *et al.*, 2018). Segundo Shi *et al.*, (2016) o FeNO também é acometido pela poluição atmosférica, mesmo em não asmáticos o que corrobora o estudo de Kocot *et al.*, (2020). Não somente poluentes gasosos são nocivos, mas também partículas ultrafinas como analisou o estudo de Slezakova *et al.*, (2019) onde, os níveis das mesmas também estavam acima do que recomenda as *WHO Global Air Quality Guidelines* (2021).

Em pacientes com CDI (Cardioversor Desfibrilador Implantado), a exposição à poluição atmosférica pode intensificar os efeitos cardiovasculares adversos (Liu *et al.*, 2020). As concentrações de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aumentam conforme o horário de funcionamento da academia para a prática de atividades físicas se estende, e o número de praticantes aumenta. As concentrações de CO<sub>2</sub> se elevou, na sala de *spinning* e nas áreas destinadas a prática de corrida em 3 academias. Na sala de *spinning* foram 3 vezes maiores do que antes de ser utilizada. O MP inalável abaixo de 10µm também foi aumentado em 2,5 vezes comparado ao antes da sala de *spinning* ser utilizada (GU *et al.*, 2021).

Xie *et al.* (2021) constataram em seu estudo em um ginásio de badminton, que a prática de atividade física é uma importante fonte de MP. Apesar da China ainda não ter estabelecido um padrão nacional para o MP<sub>2,5</sub> interno, as concentrações encontradas estavam acima do que recomenda as *WHO Global Air Quality Guidelines* (2021), quanto ao MP<sub>10</sub> existe uma padronização chinesa, contudo as concentrações desse material particulado estavam aumentadas tanto em relação ao padrão chinês, quanto as *WHO Global Air Quality Guidelines* (2021).

Em estudos realizados com pistas de patinação no gelo, os pesquisadores H. Guo, S.C. Lee e L.Y. Chan descobriram que as emissões de CO e NO<sub>2</sub> de máquinas de recapeamento causaram problemas de poluição atmosférica (Yoon *et al.*, 1996 e Guo *et al.*, 2004). Ramos *et al.* (2014) investigou o QAI de 11 centros de fitness em

Lisboa, e apurou que as concentrações de CO<sub>2</sub>, compostos orgânicos voláteis (VOC) e CH<sub>2</sub>O ultrapassaram os limites superiores do padrão nacional português, contudo por não estarem especificadas nas *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)* não é possível uma correlação pela metodologia adotada no presente estudo.

### 4.3. Qualidade do Ar Interno (QAI) durante exercício

Os níveis dos poluentes examinados nos ambientes internos onde se realizaram atividades físicas nos 18 estudos, foram comparados com o que rege as novas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar da OMS (Organização Mundial de Saúde) através de suas *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)* (Tabela 4), onde em 9 estudos os níveis da maioria dos poluentes estavam acima do recomendado pelas novas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar da OMS (Quadro 2).

**Tabela 4.** Poluentes, Tempo Médio de Exposição, Diretrizes de Qualidade do Ar (2005) e Diretrizes de Qualidade do Ar (2021).

Poluente	Tempo Médio	Diretrizes de Qualidade do Ar (2005) µg/m <sup>3</sup>	Diretrizes de Qualidade do Ar (2021) µg/m <sup>3</sup>
MP <sub>2,5</sub>	anual	10	5
	24 horas <sup>a</sup>	25	15
MP <sub>10</sub>	anual	20	15
	24 horas <sup>a</sup>	50	45
O <sub>3</sub>	pico da estação <sup>b</sup>	-	60
	8 horas <sup>a</sup>	100	100
NO <sub>2</sub>	anual	40	10
	24 horas <sup>a</sup>	-	25
SO <sub>2</sub>	24 horas <sup>a</sup>	20	40
CO	24 horas <sup>a</sup>	-	4

<sup>a</sup> percentil 99 (ou seja, 3-4 dias de excedência por ano).

<sup>b</sup> média da concentração média diária máxima de O<sub>2</sub> de 8 horas nos seis meses consecutivos com a maior concentração média de O<sub>2</sub> de seis meses.

Fonte: *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)*.

**Quadro 2.** Referências (Ano), Comparação dos Poluentes com as Novas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar da OMS

Referências (Ano)	Poluentes Após Comparação Com <i>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</i>																							
	Bioaerossóis Bacterianos *	CH <sub>4</sub>	CHBrCl <sub>2</sub>	CHBr <sub>2</sub> Cl	CHCl <sub>3</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	FeNO	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NOX	NO	O <sub>3</sub>	Partículas Ultrafinas (<2,5nm) e (abaixo de 100 nm)	MP (<10µm)	MP <sub>1</sub>	MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>4</sub>	MP <sub>7</sub>	MP <sub>10</sub>	HCHO	SO <sub>2</sub>	TVOC	VOCs
Slezakova <i>et al.</i> (2019)														Acima										
Kocot and Zejda (2021)								Acima		Acima	Acima						Acima			Acima		Acima		
Kocot <i>et al.</i> (2020)							Acima		Acima	Acima	Acima						Acima			Acima		Acima		
Liu <i>et al.</i> (2020)						Acima			Acima				Acima				Acima					Acima		
Zavieh <i>et al.</i> (2021)	Acima																							
Felgueirasa <i>et al.</i> (2020)						Acima	Acima							Acima										
Bennett <i>et al.</i> (2018)																	Acima				Acima			
Heaney <i>et al.</i> (2019)			Acima	Acima	Acima																			
Slezakova <i>et al.</i> (2018)						Acima	Acima						Acima			Acima	Acima						Acima	
Xie <i>et al.</i> (2021)	Acima																Acima			Acima				
Andrade <i>et al.</i> (2018)																								
Boonrattanakij <i>et al.</i> (2021)	Acima																Acima			Acima				
Kapalo <i>et al.</i> (2018)																								
Finewax <i>et al.</i> (2020)		Acima							Acima				Acima									Acima		Acima
Gu <i>et al.</i> (2021)	Acima					Acima	Acima			Acima					Acima						Acima	Acima		Acima
Rodio <i>et al.</i> (2022)																	Acima			Acima				
Cassilhas <i>et al.</i> (2022)																	Acima			Acima				
Mazoteras-Brown <i>et al.</i> (2023)						Acima	Acima						Acima				Acima			Acima		Acima		Acima

\* fungos anemófilos, bactérias, vírus e etc.

- Concentração Abaixo do *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)*
- Concentração Acima do *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)*
- Não Consta no *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)*

Riva *et al.* (2011) comprovaram em seu estudo que até mesmo uma só exposição de pequena dose de MP<sub>2,5</sub> causou inflamação do tecido pulmonar e estresse oxidativo em camundongos, contudo, no estudo de Wagner e Clark (2018) uma sessão aguda de exercício vigoroso em ambiente com poluição MP<sub>2,5</sub> não diminuiu o desempenho do exercício de praticantes saudáveis e ávidos, nem teve um efeito negativo na função pulmonar nos testes ou marcadores biológicos de saúde. O desempenho do exercício e os testes de função pulmonar de adultos saudáveis podem não ser sensíveis o suficiente para detectar pequenos efeitos deletérios que provavelmente ocorrem da exposição aguda à poluição atmosférica leve de MP<sub>2,5</sub>.

O acréscimo do exercício físico e/ou atividade física sucede uma melhor respiração, o que por consequência reverte numa exposição elevada a uma diversidade de poluentes atmosféricos, acarretando diversos danos à saúde humana. Um desses contaminantes do ar ambiente, bem conhecido, são as partículas ultrafinas (PUF). Atividades de alta intensidade como corrida e ciclismo resultaram em aumento de 4 a 4,2 vezes de inalação de PUF, especificamente para o exercício indoor. Nas aulas de atividades em grupo indoor que incluem conceitos holísticos (Yoga, Pilates, Thai-chi) também foram inaladas doses de PUF porém, menores, todavia quando os praticantes realizaram uma mistura de treinamento cardio e de força, isto sucedeu em uma inalação de PUF em torno de 1,8 vezes maior. Para otimizar o benefício dos exercícios para a saúde, as características ambientais dos locais em que os exercícios físicos e/ou atividades físicas são realizadas precisam ser consideradas (SLEZAKOVA *et al.*, 2019).

No estudo de Kocot and Zejda (2021) foi verificado que o exercício físico e/ou atividade física realizado em ambiente sob poluição do ar pode aumentar a dose absorvida de poluentes atmosféricos. Durante a prática de exercício em um cicloergômetro foram observadas elevadas concentrações de poluentes do ar, onde o SO<sub>2</sub> foi um preditor estatisticamente significativo de diminuição imediata (OR: 1,09, IC 95%: 1,01–1,17) e tardia no fluxo aéreo (OR: 1,08, IC 95%: 1,01–1,16), e MP<sub>2,5</sub> também foi uma variável explicativa estatisticamente relevante do declínio pós-exercício no VEF1/CVF [ VEF1 (volume expiratório forçado em 1s)/CVF (capacidade vital forçada)] (OR: 1,03, IC 95%: 1,00–1,06). O material particulado eleva a produção de óxido nítrico através de mudanças epigenéticas e as associações entre MP<sub>2,5</sub> e FeNO, foram mais fortes um dia depois da prática do exercício (CHEN *et al.*, 2015).

Inicialmente caracterizado como um elemento relaxante derivado do endotélio importante no tônus arterial, o Óxido Nítrico (NO) é atualmente reconhecido como um importante biomarcador para doenças respiratórias. Trabalhos científicos confirmaram que a concentração fracionada de Óxido Nítrico Exalado (FeNO) é aumentada nas vias aéreas de pacientes com asma, além de que o nível de FeNO está bem correlacionado com a presença e o nível de inflamação das vias aéreas. Isto posto, o FeNO é um importante acessório auxiliador no manejo de pacientes com asma e outras doenças inflamatórias (HOYTE *et al.*, 2018). Para Kocot *et al.*, (2020), o aumento de FeNO durante sua pesquisa foi relacionado a um maior nível de atividade física e/ou exercício físico e também, a maiores concentrações externas de

PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> concluindo que os participantes com um alto nível de atividade física e/ou exercício físico eram mais propensos a ter um aumento na FeNO após sua respectiva prática em um ambiente poluído.

Gu *et al.* (2021) constataram que concentrações de dióxido de carbono foram elevadas conforme com horário de funcionamento da academia se prolongava na sala de *spinning*, nas três salas de exercício aeróbico e no espaço da sala de corrida. Após o uso da sala de *spinning*, as concentrações de dióxido de carbono após o foram, 3 vezes maiores do que antes de seu uso. A importância de uma ventilação adequada no ambiente de prática esportiva e/ou exercício físico também foi verificada por Xie *et al.* (2021) quando analisaram a ventilação em um salão de *badminton* e a mesma foi considerada ruim. O impacto da alta umidade, no mesmo local, também foi causa de uma maior percepção de calor aos que ali permaneciam. A importância da correlação entre a umidade relativa do ar e poluentes atmosféricos foi verificada por Seurat *et al.* (2021) os quais demonstraram que o efeito das condições reais de umidade relativa do ar, combinada com a exposição aguda a vários poluentes atmosféricos, parecia estruturais da pele e também, com a determinação do resultado da resposta inflamatória isto, dependendo das características físico-químicas dos poluentes. Estas condições corroboram o estudo de Rundell *et al.* (2018) o qual observou que os fatores ambientais que influenciam as doenças das vias aéreas incluem a umidade relativa do ar e poluentes atmosféricos conduzidos pelo ar, incluindo irritantes químicos e material particulado.

#### **4.4 Resultado da exposição à poluentes ambientais internos e externos durante a realização de exercício**

De acordo com o ambiente interno e o exercício nele realizado e/ou exposição humana no mesmo, foram mensurados os resultados da prática de exercício físico e/ou exposição humana quanto a exposição aos níveis de poluentes contidos nos respectivos ambientes (Tabela 5).

**Tabela 5. Referências (Ano), Exercício Físico Realizado e Resultado**

Referência (Ano)	Exercício Físico Realizado	Conclusão
Slezakova <i>et al.</i> (2019)	i) Recreação/cardiovascular de alta intensidade (nomeadamente corrida e ciclismo) e média intensidade (Power Walking) realizadas tanto ao ar livre como no interior (em esteiras e bicicletas ergométricas); ii) As aulas de atividades em grupo indoor incluíram conceitos holísticos (Yoga, Pilates, Thai-chi) e foram realizadas em estúdios de academias de ginástica; iii) Aulas mistas em grupo <i>indoor</i> que incluíram: Exercício cardiovascular e treino de força e resistência (Body Pump e Treino em Circuito e iv) Treino de Musculação individual.	As Concentrações de Número de Partículas (CNP) <i>outdoor</i> foram aproximadamente 1,6 vezes maiores do que <i>indoor</i> . As doses mais baixas foram inaladas durante as aulas do grupo de atividades holísticas, enquanto o grupo de exercício com cardio misto e treinamento de força levou a níveis aproximadamente 1,8 vezes mais altos.
Kocot and Zejda (2021)	Ciclismo em Cicloergômetro ou Bicicleta Ergométrica	O contato de curto prazo a elevadas concentrações de MP <sub>2,5</sub> e SO <sub>2</sub> durante o exercício submáximo foi relacionado a redução do VEF1 (volume expiratório forçado em 1s)/CVF (capacidade vital forçada) em 30 homens jovens e saudáveis. O ajuste para o IMC (índice de massa corporal), o estado de alergia ou padrão de atividade física não alterou a associação.
Kocot <i>et al.</i> (2020)	Vôlei e Basquete nas aulas de educação física e Vôlei, Basquete e Judô nos treinos da Associação Esportiva Universitária	Com relação ao FeNO (óxido nítrico exalado), a exposição ao ar livre antes do exercício é mais importante do que a exposição durante o exercício, pois a resposta inflamatória à poluição atmosférica pode exigir mais tempo para se desenvolver. Mesmo em adultos jovens e saudáveis, algumas diferenças nas respostas fisiológicas ao exercício entre ambientes poluídos e de controle puderam ser observadas. Apenas o exercício em condições de controle foi relacionado a uma diminuição significativa no marcador de inflamação pulmonar FeNO. Pessoas com um nível mais alto de atividade física eram mais propícias a ter um aumento na FeNO somente após o exercício em um ambiente poluído e não após os exercícios de controle.
Liu <i>et al.</i> (2020)	Caminhada <i>Indoor</i> e Caminhada <i>Outdoor</i>	A poluição atmosférica <i>outdoor</i> em Toronto está relacionada a alterações adversas nas medidas cardiovasculares em pacientes com cardioversor desfibrilador implantado (CDI). Embora as diferenças na resposta à poluição atmosférica não tenham favorecido fortemente o grupo de intervenção, os conselhos para reduzir a exposição à poluição atmosférica com base na previsão do <i>Canadian Air Quality Health Index (AQHI)</i> podem ajudar a mitigar os impactos adversos nas medidas cardiovasculares. Exercícios leves diários por mais de 70 dias podem beneficiar a função cardiovascular nessa população de pacientes com CDI.
Zavieh <i>et al.</i> (2021)	Exercícios Físicos Variados Indoor em Academias	A concentração máxima de bactérias foi de 877 UFC/m <sup>3</sup> (unidades formadoras de colônias por metro cúbico de ar) a uma umidade relativa de 24,5% e uma temperatura de 27,2 C. Em 2 academias em Ardabil, a contagem de bioaerossóis do total de bactérias ultrapassou os 500 UFC/m <sup>3</sup> estando, portanto, acima da diretriz estabelecida pela OMS. A concentração média de bioaerossóis de bactérias foi menor do que as orientações da OMS e da União Europeia (EU). Assim, os atletas, devido ao aumento da taxa de respiração e da profundidade da respiração, correm um risco especial de inalar bioaerossóis. Bactérias Gram-positivas exibiram concentrações mais altas do que bactérias Gram-negativas em amostras de ar interno, e <i>Pseudomonas</i> foram os tipos de bactérias mais frequentemente observados nas academias. A temperatura e umidade são parâmetros significativos, resultando em uma densidade elevada de bioaerossóis bacterianos <i>indoor</i> . Além disso, com o aumento dos pisos dos edifícios, a densidade de bioaerossóis bacterianos também aumenta.
Felgueirasa <i>et al.</i> (2020)	Natação em Piscina Olímpica Coberta	As condições rotineiras de manutenção e ventilação garantiram um clima interno muito estável na área onde as atividades de natação ocorreram, em termos de temperatura e umidade relativa do ar, níveis de CO <sub>2</sub> baixos a moderados e concentrações de Partículas Ultrafinas (UFP) em ambientes <i>indoor</i> . Os níveis de desinfetante e Trihalometanos (THM) foram mantidos dentro dos intervalos recomendados na água, contudo um considerável cotidiano com variação interdia de THM no ar e outras diversas concentrações iminentemente perigosas de VOC foram observadas, mas nunca excedendo os limites nacionais estabelecidos para a exposição ocupacional. Alterações nas condições de ventilação, ocupação e alguns parâmetros relacionados à água estão entre os fatores que explicaram, pelo menos até certo ponto, as variações observadas. Estas conclusões indicam que as zonas de respiração típicas de recorrentes utilizadores e ocupantes do edifício inquirido, nomeadamente nadadores de elite, treinadores e funcionários da piscina apresentam concentrações substancialmente diferentes de THM na atmosfera. De acordo com as concentrações medidas ao longo do dia, a equipe de manutenção poderia minimizar o contato com substâncias perigosas, escolhendo, sempre que possível, o período da madrugada para realizar práticas de manutenção que exijam uma longa permanência ativa na área ao redor da piscina. O método de amostragem foi reconhecido como melhor para avaliar a exposição quando em comparação com uma abordagem passiva. Observa-se uma tendência a sazonalidade, mais evidentes durante as atividades de treinamento, apoiando a necessidade de realizar pesquisas de QAI mais abrangentes durante estações do ano nos períodos frio e quente para garantir uma avaliação precisa dos níveis de exposição nas piscinas durante todo o ano.

Bennett <i>et al.</i> (2018)	Ciclismo em Cicloergômetro ou Bicicleta Ergométrica	<p>A deposição fracionada de partículas de 2,6-<math>\mu\text{m}</math> em indivíduos que respiram pela boca permaneceu inalterado na passagem do repouso para o exercício. Houve uma ligeira mudança na deposição para vias aéreas mais centrais, resultando em aumento da depuração após o exercício físico. No entanto, o aumento da deposição central não foi grande o suficiente para alterar significativamente a carga pulmonar fracionada em 24h, entre o repouso e as exposições aos exercícios. Como a carga pulmonar fracionada ficou inalterada, a dose total ou carga pulmonar de partículas em 24h foi aumentada pelo aumento do <math>V_E</math> (ventilação minuto) com o exercício. Finalmente, houve considerável variabilidade intersujeitos na carga pulmonar para exposições de repouso e exercício. Embora outros fatores também possam ser importantes, nossos resultados sugerem que esta variabilidade é pelo menos parcial devido à variabilidade no padrão respiratório (<math>V_{T/f}</math>), com maiores cargas ocorrendo para sujeitos com respiração lenta e profunda (alto <math>V_{T/f}</math>) do que para aqueles com respiração rápida e superficial (baixo <math>V_{T/f}</math>), onde <math>f</math> = frequência respiratória.</p>
Heaney <i>et al.</i> (2019)	Natação em Piscina Coberta	<p>O estudo demonstrou dois <i>washout</i> (O <i>washout period</i> ou período de eliminação é o tempo necessário para que o organismo elimine todo o medicamento e os seus metabólitos ativos, de modo figurado pode ser chamado de "período de descanso") distintos, perfis associados à exposição a <i>Disinfection By-Products</i> (DBPs) halogenados conhecidos após uma intervenção de natação de 30 minutos em um ambiente da piscina. A maioria dos participantes apresentou perfis de <i>washout</i> que espelhavam as descobertas anteriores, com um pequeno subconjunto exibindo um atraso no pico de concentração exalada. Além disso, alterações detectáveis no ar exalado endógeno VOC, para o ar exalado foram observados durante o período de <i>washout</i> prolongado. Concentrações exaladas de dois compostos endógenos (benzofuran-2-carboxaldeído e geraniacetona) foram observados para aumento, atingindo níveis significativamente elevados em 510 e 600 minutos pós-natação. Geraniacetona foi o contribuinte mais significativo; no entanto, a alta variabilidade intersujeitos foi um fator de confusão e, portanto, um estudo com um poder estatístico maior para permitir o ajuste para variáveis de confusão (por exemplo: massa corporal e distância nadada) é necessário para verificar esta observação estudos prospectivos direcionados envolvendo aumento de participantes.</p>
Slezakova <i>et al.</i> (2018)	Exercícios Físicos Variados <i>Indoor</i> em Academias	<p>Em quatro academias, as concentrações de gases (TVOCs, <math>\text{O}_3</math>, <math>\text{CO}_2</math>) e poluentes particulados (<math>\text{MP}_4</math> e <math>\text{MP}_{10}</math>) apresentaram grandes variações espaciais temporais. Os compostos orgânicos voláteis totais (TVOCs) ultrapassaram largamente o limite de 600 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> designado pela legislação portuguesa em todos os Health Clubs, mesmo quando estes estavam desocupados, indicando assim a magnitude dos riscos potenciais para os respectivos ocupantes. Os níveis mais altos de todos os poluentes gasosos foram observados nas grandes academias sofisticadas (reconhecidas internacionalmente) que acomodavam de 400 a 1.000 clientes/dia, onde os níveis de <math>\text{CO}_2</math> excederam o padrão de 1800 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> (mesmo quando o clube estava vazio), indicando ventilação insuficiente. Em todos os clubes analisados, o <math>\text{CO}_2</math> foi bem correlacionado com a umidade relativa (<math>r_s</math> 0,534 – 0,625) e seus perfis diários são compatíveis com as ocupações, sugerindo contribuição das atividades humanas (devido a expiração durante o exercício). No geral, os níveis de poluentes gasosos e particulados foram maiores quando os clubes estavam ocupados (<math>p &lt; 0,05</math>) do que nos períodos vagos, com maiores medianas observadas nas principais áreas de treino do que nos espaços/estúdios para exercícios em grupo. Em relação ao <math>\text{MP}_{10}</math>, concentrações maiores (~2 vezes) foram observadas em clubes com ventilação natural. <math>\text{MP}_{10}</math> representou aproximadamente 93–96% do <math>\text{MP}_4</math>; ambos os <math>\text{MP}</math> foram altamente correlacionados (<math>r_s</math> 0,936–0,995) apontando para originários das mesmas fontes de emissão. A química interna de poluentes individuais é complexa. Além disso, durante o exercício físico, a QAI é influenciada pela ocupação humana e pela intensidade do exercício. A dose de inalação de indivíduos em classes mais exigentes (cardio) resultou em 1,7–1,9 (masculino) e 1,9–2,6 (feminino) maior do que em outros tipos de exercício. Além disso, indivíduos do sexo feminino inalaram durante o exercício doses cerca de 10 à 23% maiores do que os do sexo masculino, demonstrando assim a necessidade de considerar as diferenças entre ambos os sexos nos estudos de exposição.</p>
Xie <i>et al.</i> (2021)	Badminton	<p>A temperatura interna do salão de badminton atendeu aos requisitos do padrão na China, mas como a umidade relativa do ar estava elevada, os participantes geralmente se sentiam excessivamente aquecidos. Os resultados da investigação por meio de abordagens objetivas e subjetivas foram diferentes. As concentrações internas de <math>\text{MP}</math> (material particulado) e <math>\text{CO}_2</math> eram normais de acordo com os padrões chineses, e todas as concentrações de TVOCs estavam abaixo de 0,1 ppm (resolução do instrumento). Mas queixas sobre o odor do corpo humano e o cheiro de materiais de construção eram comuns entre os participantes. De acordo com as normas relevantes da <i>The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i> (ASHRAE), OMS e Europa, que são mais rigorosas do que as normas chinesas, os resultados objetivos do ambiente do salão de badminton não foram satisfatórios. Os participantes que terminaram recentemente de se exercitar tenderam a dar maior voto de sensação térmica e foram mais receptivos ao QAI do que aqueles que não haviam se exercitado. A ventilação do salão de badminton foi considerada ruim. O volume de ar fresco necessário foi estimado de acordo com o método de Fanger com parâmetro modificado que refletiu o impacto da alta umidade.</p>
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Exercícios Físicos Variados <i>Indoor</i> em Academias	<p>Em todas as academias avaliadas, observou-se que o risco de infecção aumentou nos períodos de pico de ocupação, onde a ventilação necessária pelos ocupantes era maior. O período do dia apesar do risco de infecção ter sido considerado maior, foi no período noturno que se contactou maior risco de infecção. A ventilação ineficiente em academias é um problema significativo, com altas concentrações de <math>\text{CO}_2</math> a qualidade do ar será prejudicada e haverá altos riscos a higidez dos ocupantes.</p>

Boonrattanakij <i>et al.</i> (2021)	Ciclismo em Cicloergômetro ou Bicicleta Ergométrica, Exercícios Resistidos com Halteres e Exercícios Abdominais em Banco de Abdominais, todos <i>indoor</i> , em Academia	Os resultados indicam que o ClO <sub>2</sub> foi mais eficaz na inativação de fungos, enquanto o *WAHW ( <i>Weak Acid Hypochlorous Water</i> ) foi melhor na desinfecção de bactérias. A água teve a menor eficiência na remoção de bioaerossóis do ar, como esperado por meio de depuração física, não de desinfecção. O número de usuários diminuiu estatisticamente a eficiência de remoção de bactérias e fungos durante o período experimental de 60 min para todos os tratamentos testados. De acordo com os resultados, a desinfecção do ar na sala de ginástica por aerossolização de ClO <sub>2</sub> por 15 minutos após o uso parece ser a opção mais adequada para o controle de bactérias e fungos em bioaerossóis, a fim de melhorar a qualidade do ar no ambiente interno e a higidez humana. Para microrganismos no controle de equipamentos esportivos, descobriu-se que dióxido de cloro (ClO <sub>2</sub> ) e óxido de zinco (ZnO) eram visivelmente melhores desinfetantes do que o *WAHW em termos de inativação de bactérias, enquanto todos os produtos químicos tiveram eficácia comparável na desinfecção de <i>E. coli</i> . Os microrganismos alvo foram efetivamente inativados em 2 minutos após a aplicação. No que diz respeito ao desempenho geral de desinfecção de bioaerossóis e superfícies de equipamentos esportivos, o ClO <sub>2</sub> foi considerado o desinfetante mais adequado e eficaz. * WAHW - água hipoclorosa ácida fraca
Kapalo <i>et al.</i> (2018)	Caminhada, Corrida, Atividades Físicas Leves e Moderadas em Salas de Aula com as janelas e portas foram fechadas e depois com as janelas abertas	As conclusões comprovaram uma consistente relação entre a concentração de CO <sub>2</sub> e a ocupação humana para todas as medições, excedendo os níveis de CO <sub>2</sub> <i>indoor</i> . O valor recomendado de 1.000 ppm de acordo com Pettenkofer foi excedido em 60,9%. Cálculo da produção de CO <sub>2</sub> com base no peso corporal dos indivíduos e do tipo de atividade praticada por duas abordagens (de acordo com os coautores deste estudo e os autores Persily e de Jonge) ratifica a similaridade para os homens. A diferença entre as produções de CO <sub>2</sub> por homem variou de 0,4 a 9,7% havendo assim, uma evolução interessante da produção de CO <sub>2</sub> durante o exame. Os níveis caíram e então começaram a aumentar com o tempo, este fato pode ser causado devido ao nível de estresse. O maior aumento de CO <sub>2</sub> foi registrado durante a atividade física mais intensa (corrida no local, agachamento exercícios aeróbicos com ênfase nos pulmões e rotação dos quadris).
Finewax <i>et al.</i> (2020)	Exercícios Resistidos <i>Indoor</i> em Academia	As medições de VOCs foram realizadas em uma sala de musculação enquanto estudantes atletas estavam se exercitando. As emissões dentro da sala foram identificadas e quantificadas alternando-se rapidamente as medições entre o interior da sala e o ar ambiente fornecido. Assim, os fatores de emissão de VOCs, H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> e CO <sub>2</sub> foram quantificados, onde CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O e alguns VOCs foram aprimorados em relação a estudos anteriores os quais foram conduzidos quantificando fatores de emissão em ambientes <i>indoor</i> a partir da amostragem de ar de sala e insuflação. Fatores de emissão para VOCs que apresentaram correlação com fatores de emissão de CO <sub>2</sub> foram identificados como tendo origem predominantemente humana, enquanto aqueles que não apresentaram correlação com o CO <sub>2</sub> quando a sala ainda estava ocupada, foram identificados como sendo de origem predominantemente relacionada a produtos de cuidados pessoais (PCP).
Gu <i>et al.</i> (2021)	Ciclismo em Cicloergômetro ou Bicicleta Ergométrica, Ginástica Aeróbica e Corrida, todos <i>indoor</i> , em Academias	Para os principais indicadores de QAI do ginásio (dióxido de carbono, formaldeído, material particulado) os resultados mostram que as concentrações de dióxido de carbono aumentaram com a extensão de o horário comercial da academia. A concentração de dióxido de carbono da sala de <i>spinning</i> após o uso é mais de 3 vezes maior do que antes do uso, a da sala de ginástica aeróbica é cerca de 1,2 vezes maior do que antes do uso e a da sala de corrida é cerca de 1,35 vezes maior do que antes do uso. Simultaneamente, a pesquisa mostra que o CO <sub>2</sub> <i>indoor</i> das academias está relacionado a área per capita e à capacidade per capita das academias. Academias com menor volume per capita são mais propensas a exceder o padrão de concentração de CO <sub>2</sub> . Outros indicadores da QAI das 5 academias testadas foram: formaldeído, material particulado inalável e outros indicadores atendem aos padrões nacionais. Dentre eles, o maior valor de concentração de formaldeído foi de 0,0441%, e o menor valor foi de 0,0233%. A concentração de formaldeído advinda da decoração, foi sendo gradativamente diminuída ao longo do tempo. As cinco academias investigadas abriram por 3 anos em período reduzido pois, se tivessem aberto logo após suas respectivas decorações terem sido realizadas, estima-se que o índice de formaldeído houvesse ultrapassado o valor padrão; a concentração de material particulado aumentou com a extensão do tempo de exercício, e a taxa de valor agregado aumentou de 75,06 para 97,86 por hora. Não houve alteração significativa no índice de material particulado inalável antes e após o uso da sala de corrida, contudo, na sala de <i>spinning</i> , o material particulado inalável após o uso foi 2,5 vezes maior do que o antes do uso.
Rodio <i>et al.</i> (2022)	Ciclismo em Cicloergômetro ou Bicicleta Ergométrica	A relação entre trabalho mecânico e metabólico realizado em um ambiente sobrecarregado de partículas finas pode afetar negativamente a eficiência bruta do desempenho, levando a um maior consumo de oxigênio na mesma carga de trabalho. Este efeito prejudicial é mais evidente durante o exercício sustentado acima do limiar ventilatório, no qual o desempenho perde 5% em eficiência e pode ter implicações para a saúde e bem-estar em geral.
Cassilhas <i>et al.</i> (2022)	Exercício Aeróbico <i>indoor</i> e <i>Outdoor</i>	A prática de atividades aeróbicas <i>indoor</i> apresenta uma menor quantidade de MP e PUF quando comparada à prática <i>outdoor</i> , além de proporcionar benefícios relevantes no controle da glicemia, aumento da capacidade cognitiva e elevação dos níveis de BDNF (Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro). Assim, conclui-se que o exercício aeróbico <i>indoor</i> é mais eficiente tanto para a saúde física quanto mental, superando o desempenho alcançado na prática <i>outdoor</i> .
Mazoterias-Brown <i>et al.</i> (2023)	Exercício Físicos em Aparelhos e Reabilitação Física	Fundamentado nos dados atingidos e de acordo com as normas estabelecidas pela European Environment Agency (EEA) em 2021, foi possível concluir que a QAI do centro de treinamento foi satisfatória, levando em conta as diferentes variáveis analisadas. Além disso, alguns dos elementos que compõem o ar <i>indoor</i> apresentaram níveis de qualidade ainda mais elevados quando comparados com o ar <i>outdoor</i> .

A atividade física e/ou exercício físico praticados regularmente, por consequência melhoram a respiração, amenizam patologias e com isto tornam a vida do ser humano mais saudável contudo, a exposição e absorção de diversos poluentes atmosféricos resulta em impactos negativos na saúde humana (SLEZAKOVA *et al.*, 2019).

Praticar atividades físicas, exercícios físicos e esportes de modo *indoor* eleva a quantidade de indivíduos sujeitos a poluentes atmosféricos, por causa da ventilação ineficiente e ruim numa área reduzida destinada a essas práticas (ANDRADE e DOMINSKI, 2018).

A QAI e suas consequências para a higidez humana vem sendo motivo de estudos e debates em todo mundo em diversos setores em particular, de decisores políticos e profissionais de saúde pública. Os elementos que compõe o ar atmosférico *indoor* e *outdoor* são essenciais determinadores para a higidez humana, podendo ser químicos como VOCs [e.g., ésteres, álcoois (etanol, isopropanol e etc.)]; cetonas (e.g., acetona); aldeídos (e.g., hexanal) e terpenos (e.g., limoneno) e formaldeído, ozônio (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), material particulado (MP) de aerodímetro <10µm, <2,5µm e <0,1µm (MP<sub>10</sub>, MP<sub>2,5</sub>, MP<sub>0,1</sub>, respectivamente), amianto, radônio, fumaça de tabaco ou biocontaminantes (e.g., bactérias, fungos, vírus, bolores, alérgenos, pelos de animais) (BONNEFOY *et al.*, 2003). O bem-estar do ser humano está relacionado a temperatura *indoor* e *outdoor* e a qualidade do ar interior, pois são fontes importantes de determinação da saúde e *performance* de suas atividades esportivas e/ou da vida diária, sendo elas influenciadas por fatores do meio ambiente (temperatura das superfícies circundantes, movimento do ar, taxa de troca de ar, umidade relativa, pressão e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (MENDES *et al.*, 2015; MENDES *et al.*, 2013 e ORMANDY e EZRATTY, 2012). Assim constataram também Xie *et al.* (2021) pois apesar da temperatura *indoor* do salão de badminton ter atendido aos requisitos do padrão nacional chinês, porém como a umidade relativa estava alta de acordo com o método Fanger e a ventilação foi considerada ruim, os participantes geralmente se sentiam excessivamente aquecidos.

A qualidade do ar *indoor* de um centro de treinamento, tanto para a prática desportiva quanto para a reabilitação, deve ser apropriada para que não somente sejam obtidos os efeitos benéficos da atividade física e/ou exercício físico mas

também, sejam mitigadas as possibilidades de transmissão de doenças respiratórias (MAZOTERAS-BROWN *et al.*, 2023).

Ao praticar atividade física e/ou exercício físico em um espaço sob poluente atmosférico, provoca-se uma elevada resistência das vias aéreas. A princípio este fato foi relatado em protocolos que definem essa relação com o O<sub>3</sub> em diferentes concentrações (ADAMS, 1987 e SCHONFELD *et al.*, 1989). Durante o exercício moderado e máximo em um ambiente contaminado com O<sub>3</sub>, existem outros sintomas como dispneia, desconforto respiratório e sensação de aperto no peito, que causam rápida suspensão da prática do exercício físico e/ou atividade física (McDONNELL *et al.*, 1999 e CARDONA, 1990). No estudo de Liu *et al.* (2020) o grupo intervenção, o qual fez exercícios *indoor*, O<sub>3</sub> e CO foram significativamente associados ao aumento da saturação de oxigênio, o que não foi constatado no grupo controle, ou seja, que fez exercícios *outdoor*. A constatação anterior, entretanto, não foi observada por Li *et al.* (2016) os quais associaram que a significativa exposição de curto prazo aos principais poluentes atmosféricos e principalmente ao O<sub>3</sub> e ao NO<sub>2</sub> causam risco emergencial de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). O oxigênio é essencial ao corpo humano, seu transporte até as células humanas é feito pelas hemoglobinas e como a saturação de oxigênio mede quanta hemoglobina, está atualmente ligada ao oxigênio em comparação com quanta hemoglobina permanece não ligada, a saturação de oxigênio é um importante biomarcador para saúde respiratória humana (HAFEN e SHARMA, 2022).

As concentrações de poluentes atmosféricos que são absorvidas pelos pulmões durante as atividades físicas e/ou exercício, estão sujeitas tanto ao seu volume no ar quanto a grandeza, intensidade e tipo da atividade física e/ou exercício físico realizado e a relevância dos eventos fisiológicos pulmonares característicos dessas práticas: broncodilatação, aumento da ventilação, respiração bucal e aumento da capacidade de difusão (DAIGLE *et al.*, 2003). Kocot e Zejda (2021) verificaram que indivíduos sentiram o declínio do fluxo de ar quando a poluição do ar ambiente foi alta (MP<sub>2,5</sub>: 106 µg/m<sup>3</sup>; MP<sub>10</sub>: 246 µg/m<sup>3</sup>; SO<sub>2</sub>: 47 µg/m<sup>3</sup>). Segundo Rundell *et al.* (2003) sinais respiratórios incomuns também foram constatados após uma hora de práticas corporais e uma hora de inatividade física em ambiente afetado por MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub>. Na prática esportiva recreativa foi verificado que altas concentrações de PUFs no ar, causam prejuízo na eficiência em ciclistas e que, quando os mesmos aumentam a

intensidade do exercício a produção de espécies reativas de oxigênio também é aumentada (RODIO *et al.*, 2022).

Uma condição imprescindível que deve ser observada relativa as Doenças Cardiovasculares (DCV) é a poluição do ar constituída por partículas suspensas no ar conhecidas como MP, vista como a décima principal razão de ameaça de óbito no mundo (STANAWAY *et al.*, 2018). Uma análise sobre qual a associação entre poluição do atmosférica e suas consequências e no sistema cardiovascular comprovou que a cada elevação de 10µg/m<sup>3</sup> de MP com diâmetro menor que 10µm (MP<sub>10</sub>) e MP com diâmetro menor que 2,5µm (MP<sub>2,5</sub>) houve uma elevação nos indicadores de hospitalização e mortalidade cardiovascular (NOGUEIRA, 2009). Esse fato pode ser explicado devido a uma profusão de alterações fisiopatológicas que ocorrem no sistema cardiovascular incluindo inflamação, coagulação e ritmo do coração (VANDERLEI *et al.*, 2009 e TASK FORCE ESC - NASPE, 1996). Diminutas variações no ritmo do coração são capazes de ser identificadas por meio do sistema nervoso autônomo (SNA), que interfere na coordenação do sistema cardiovascular, por intermédio das vias parassimpática e simpática, usando uma ferramenta bastante utilizada: a variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Esse método é capaz de caracterizar e detectar uma série de condições mórbidas, sugerindo que a VFC possa ser um marcador da perda da homeostase, contribuindo, assim, para diagnósticos mais precoces (VANDERLEI *et al.*, 2009). Indivíduos com excesso de peso expostos à poluição atmosférica apresentaram menor variabilidade da frequência cardíaca global, ou seja, desequilíbrio autonômico e assim, uma maior suscetibilidade ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (BASE *et al.*, 2020).

Elevadas solicitações ventilatórias da prática da atividade física e/ou exercício físico intensificam a exposição total a estímulos deletérios possibilitando que o material particulado seja alocado em níveis de maior profundidade no interior dos pulmões (DAIGLE *et al.*, 2003). Pessoas híidas e não híidas, com e sem doenças respiratórias podem manifestar sintomas respiratórios em ambientes sob poluentes atmosféricos ou ar frio e seco, sendo desde a asma de início recente por inalação crônica de poluentes atmosféricos e a reação de broncoconstrição aguda induzida pelo exercício, até com a exposição crônica, ao desenvolvimento de asma e outras condições alérgicas/imunológicas (RUNDELL *et al.*, 2018). Shi *et al.* (2022) também verificaram em seu estudo que a exposição a poluentes atmosféricos pode causar

inflamação alérgica das vias aéreas aumentando os níveis de óxido nítrico exalado (FeNO) em populações exercitadas e afetando adversamente a saúde humana.

O exercício aeróbico *indoor* quando praticado sob baixas concentrações de MP e PUF proporciona melhores benefícios no manejo da glicemia, melhora a cognição e aumenta os níveis do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) quando comparado com a mesma atividade desempenhada ao ar livre sob concentrações elevadas dos mesmos poluentes ambientais (CASSILHAS et al., 2022).

Alguns VOCs são classificados poluentes atmosféricos *indoor* e são extremamente nocivos à saúde humana perigosos, mesmo existentes em diminutas concentrações (WHO, 1989 e KUMAR et al., 2016). Sendo TVOCs são a soma das concentrações dos VOCs identificados e não identificados (WHO, 2010).

O formaldeído é um VOC, um poluente atmosférico *indoor* ubíquo. É exalado de matérias primas usuais a base de madeira, revestimentos, materiais de isolamento e pisos. Verificou-se que exposições de curto prazo ao formaldeído causam irritação nos olhos e nariz (GODISH, 2016 e KULLE, 1993) e na exposição de médio e longo prazo também pode causar asma (CASSET et al., 2006 e MCGWIN et al., 2010) e câncer nasofaríngeo (IARC, 2006 e IARC, 2006). Foi designado como cancerígeno de categoria 1B pela União Europeia (COGLIANO et al., 2005).

Os bioaerossóis são substâncias carregadas de maneira aérea provindas de origens biológicas. Eles são omnipresentes e incluem bactérias patogênicas e não patogênicas transmitidas pelo ar, esporos de fungos e gotículas (que podem conter bactérias ou vírus) produzidas durante o espirro e a tosse. Devido ao vasto conhecimento sobre a capacidade ameaçadora dos agentes biológicos, houve uma elevada preocupação quanto ao contato com o bioaerossol. Vale ressaltar, que o contato com bioaerossóis *indoor* é capaz de causar consequências graves a saúde pessoal e pública, afetando doenças infecciosas, asma, reação tóxica aguda, alergias e câncer (D'AMATO et al., 2016; DOUWES et al., 2003; SWAN et al., 2003; VON MUTIUS e VERCELLI, 2010; WURIE et al., 2016).

Diversas organizações nacionais e internacionais, com intuito de mitigar os efeitos nocivos decorrentes do contato com bioaerossóis, têm sugerido padrões/diretrizes para uma padronização mais atual e satisfatória com relação a estes poluentes. A OMS recomenda como valor máximo, 500 unidades formadoras

de colônias (UFC)/m<sup>3</sup> de bioaerossóis fúngicos como critério permitido em residências (RAO *et al.*, 1996 e OMS, 1988). Centros de Controle e Prevenção de Doenças da China delimitaram a quantidade máxima de bioaerossol bacteriano a 2500 UFC/m<sup>3</sup> nos domicílios (GUO *et al.*, 2020). Os limites se atentam somente na concentração de bioaerossóis, não se importando com a avaliação dos seus respectivos tamanhos. A ameaça a higidez humana dos bioaerossóis está extremamente associado ao seu tamanho, os quais diferem de dezenas de nm a mais de 100µm, incluindo as classes de PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> (material particulado com diâmetros aerodinâmicos de ≤ 10µm e ≤ 2,5µm, respectivamente), que podem ser aspirados de modo involuntário (WHO, 1999). Inquestionavelmente, os microrganismos carregados pela atmosfera são diminutos o bastante para impedir choques inerciais nas vias aéreas superiores, como a cavidade oral e nasal, contudo possuem a capacidade de alcançar a região alveolar (CAO *et al.*, 2014; POH *et al.*, 2018; RICHARDSON *et al.*, 2019). A aspiração de bioaerossóis ou contato com toxinas pode ocasionar avarias físicas ao trato respiratório (SCHIRMER *et al.*, 2011).

Vários estudos sobre o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) têm sido feitos dentre os diversos poluentes antrópicos. As principais consequências da poluição atmosférica sob SO<sub>2</sub> compreendem elevado perigo de internações hospitalares, doenças cardiopulmonares, infarto do miocárdio, doença pulmonar obstrutiva crônica, doenças respiratórias e morte (GERAVANDI *et al.*, 2015; KHANIABADI *et al.*, 2017 e EFFATPANAHI *et al.*, 2020).

O forte contato com o dióxido de nitrogênio está relacionado com uma redução da função dos pulmões em pacientes com doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), elevada reatividade do tecido pulmonar à ação de fatores broncoconstritores, piora do estado clínico de pacientes que sofrem de asma. Partículas suspensas podem causar consequências nas vias respiratórias superiores e inferiores, provocando acréscimo de doenças crônicas do sistema respiratório e decréscimo de atividades durante o dia em pessoas com bronquite, pneumonia, asma, um incremento de convulsões e uma redução da fase interconvulsiva em asmáticos. Diversos trabalhos científicos ratificam o vínculo entre a elevada ocorrência de inflamações respiratórias agudas, secreção do trato respiratório superior e substâncias poluidoras fotoquímicas e restauradoras, incluindo: poluentes como ozônio (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e aerossóis ácidos. Estes trabalhos científicos

consideraram a relação das mudanças na incidência diária de asma brônquica com as concentrações de O<sub>3</sub>. Fenômenos climáticos como o *smog* concomitante a uma elevada poluição atmosférica urbana foi relacionada ao aumento da mortalidade por doenças cardiovasculares e também uma elevada procura por atendimentos para estas emergências. Foi constatado, da mesma forma, uma elevada taxa de mortalidade neonatal fortemente associada ao aumento de partículas de aerossol com diâmetro inferior a 10 microns no ar ambiente (AVALIANI *et al.*, 2014 e AVALIANI *et al.*, 2015).

#### **4.5 Impactos da poluição do ar interno na saúde humana de acordo com as *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)***

Dos 18 trabalhos selecionados, todos examinaram a relação entre os poluentes contidos nos ambientes internos monitorados durante a prática do exercício físico e/ou exposição humana aos mesmos e seus danos à saúde humana de acordo com as novas e atualizadas diretrizes da OMS, *WHO Global Air Quality Guidelines (2021)*, conforme demonstra a (Tabela 5).

**Tabela 6.** Referências, Poluentes e Efeito na Saúde Humana

Referências (Ano)	Poluentes	Efeitos na Saúde Humana
Slezakova <i>et al.</i> (2019)	Partículas Ultrafinas (< 2,5µm)	<p>As Partículas Ultrafinas (PUF) são capazes de carrear outros poluentes tóxicos, como metais traço (elementos não-degradáveis e tóxicos para os seres humanos como p. ex. mercúrio, chumbo, cádmio e arsênio) e gases orgânicos, além de interagir com células pulmonares, o que os torna mais tóxicos e inflamatórios do que o material particulado (MP) fino, o qual está associado ao aumento da hospitalização por doenças pulmonares obstrutivas e infecções pulmonares, sendo o sexto maior fator de risco para mortes prematuras.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>: PUF: Não especificado por falta de consenso científico.</p>
Kocot and Zejda (2021)	SO <sub>2</sub> , MP <sub>2,5</sub> e MP <sub>10</sub>	<p>Diminuição do VEF1/CVF (VEF1 (volume expiratório forçado em 1s) /CVF (capacidade vital forçada).</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>: SO<sub>2</sub>: Causa provável para efeitos respiratórios, decréscimo da função pulmonar (quando em exposição. de 5 à 10 minutos) em adultos e crianças com asma, e também doenças respiratórias pré-existentes. MP<sub>2,5</sub>: Causa provável com efeitos respiratórios e Causalidade para mortalidade cardiovascular e respiratória. MP<sub>10</sub>: Causa provável para a mortalidade por câncer de pulmão.</p>
Kocot <i>et al.</i> (2020)	MP <sub>10</sub> e NO <sub>2</sub>	<p>Aumento de Óxido Nítrico Exalado Fracionado (FeNO), marcador de inflamação *eosinofílica das vias aéreas). *eosinofilia corresponde ao aumento do número de **eosinófilos circulantes no sangue. **Os eosinófilos são um tipo de glóbulos brancos que destroem substâncias e micro-organismos em nosso corpo e participam de reações alérgicas.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>: MP<sub>10</sub>: Causa provável para a mortalidade por câncer de pulmão. NO<sub>2</sub>: Causa provável para efeitos respiratórios e Causalidade sugestiva para mortalidade respiratória.</p>

---

Liu *et al.* (2020)

MP<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e CO

Os parâmetros utilizados para a quali/quantificação de risco foram definidos pelo *Canadian Air Quality Health Index* (AQHI). Para o **Grupo Intervenção** exposto à poluição atmosférica *indoor* e *outdoor* de risco moderado a higidez humana, MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> e CO foram de modo considerável associados à pressão arterial sistólica (PAS) elevada e saturação de oxigênio da hemoglobina arterial (SpO<sub>2</sub>). MP<sub>2,5</sub>, e NO<sub>2</sub> foram significativamente associados com pressão arterial diastólica (PAD). MP<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> e CO foram significativamente associados à redução da SpO<sub>2</sub>. A frequência de pulso (FP) também foi elevada em associação com NO<sub>2</sub> em pacientes com CDI. Para o **Grupo Controle** exposto à poluição atmosférica *outdoor* houve um aumento da PAD pós-exercício em resposta ao AQHI elevado de MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> e CO e um aumento na pulsação pós-exercício em resposta ao nível elevado de MP<sub>2,5</sub>. O NO<sub>2</sub> também foi associado ao aumento da PAD, enquanto o SO<sub>2</sub> foi associado com aumento da FP. O<sub>3</sub> e CO foram de modo considerável associados ao aumento da SpO<sub>2</sub> em pacientes com CDI. Em conclusão, a poluição atmosférica *outdoor* em Toronto está associada a alterações adversas nas medidas cardiovasculares em pacientes com CDI.

Quanto as **WHO Global Air Quality Guidelines (2021)**:

MP<sub>2,5</sub>: Causa provável com efeitos respiratórios e causalidade para mortalidade cardiovascular e respiratória.

O<sub>3</sub>: Causa provável para nocivos efeitos respiratórios e causalidade sugestiva para mortalidade respiratória.

NO<sub>2</sub>: Causa provável para efeitos respiratórios e causalidade sugestiva para mortalidade respiratória.

SO<sub>2</sub>: Causa provável para efeitos respiratórios, decréscimo da função pulmonar (em exposição de 5 à 10 minutos) em adultos e crianças com asma, e também doenças respiratórias pré-existentes.

CO: Causa provável para efeitos cardiovasculares em exposição a curto prazo em estudos epidemiológicos (US EPA, 2010).

---

---

Zavieh <i>et al.</i> (2021)	Bioaerossóis Bacterianos (fungos anemófilos, bactérias, vírus)	<p>Bactérias Gram-Positivas (Pneumococo, Clostridium perfringens, Clostridium difficile e etc.) mostraram concentrações mais elevadas do que Bactérias Gram-Negativas (Pseudomonas aeruginosas, Haemophilus influenzae e, Neisseria gonorrhoeae, Escherichia coli, Salmonella 32 entérica e Meningococo) em amostras de ar <i>indoor</i>, e Pseudomonas foram os tipos de bactérias mais regularmente verificados nas academias. Os bioaerossóis têm um papel significativo na poluição atmosférica <i>indoor</i>, pois podem ser patogênicos ou causar uma reação alérgica após inalação, ingestão ou absorção pela pele.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>: Bioaerossóis Bacterianos: Não especificados.</p>
Felgueirasa <i>et al.</i> (2020)	Partículas Ultrafinas (abaixo de 100nm), CO e CO <sub>2</sub>	<p>As concentrações médias dos poluentes Partículas Ultrafinas (abaixo de 100nm), CO e CO<sub>2</sub> encontrados estavam abaixo do que regem as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>.</p>
Bennett <i>et al.</i> (2018)	MP <sub>2,5</sub> e MP <sub>10</sub>	<p>As concentrações médias dos poluentes MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub> encontrados estavam abaixo do que regem as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>.</p>
Heaney <i>et al.</i> (2019)	CHCl <sub>3</sub> , CHBrCl <sub>2</sub> e CHBr <sub>2</sub> Cl	<p>As elevadas concentrações destes poluentes na respiração têm sido associadas a respostas de inflamação/estresse oxidativo.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>: CHCl<sub>3</sub>, CHBrCl<sub>2</sub>, CHBr<sub>2</sub>Cl: Não especificados.</p>
Slezakova <i>et al.</i> (2018)	TVOCs (comp. orgânicos voláteis totais), MP <sub>1</sub> , MP <sub>4</sub> , CO, CO <sub>2</sub> e O <sub>3</sub>	<p>Os poluentes estudados neste trabalho apresentam efeitos adversos à saúde. Interações potencialmente sinérgicas entre esses poluentes parecem ser fator indispensável quando se considera a relação entre a exposição humana aos poluentes atmosféricos e os efeitos adversos à saúde.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>: TVOCs: Não especificado. MP<sub>1</sub> e MP<sub>4</sub>: Causam mortalidade cardiovascular e respiratória também são considerados na determinação da causa de efeitos respiratórios/cardiovasculares. CO: Causa provável para efeitos cardiovasculares. CO<sub>2</sub>: Não especificado. O<sub>3</sub>: Causa provável para nocivos efeitos respiratórios e causalidade sugestiva para mortalidade respiratória.</p>

---

---

Xie <i>et al.</i> (2021)	TVOCs, MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>10</sub> e CO <sub>2</sub>	<p>Os participantes, em geral, sentiram hipertemia, odores relacionados ao suor e o cheiro de materiais de construção. Esses sintomas associados a alta umidade relativa do ar ambiente, em torno de 90%, são danosos à saúde humana, pois podem causar desidratação.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>:  TVOCs: Não especificado.  MP<sub>2,5</sub>: Causa provável com efeitos respiratórios e Causalidade para mortalidade cardiovascular e respiratória.  MP<sub>10</sub>: Causa provável para a mortalidade por câncer de pulmão.  CO<sub>2</sub>: Não especificado.</p>
Andrade <i>et al.</i> (2018)	CO <sub>2</sub>	<p>Pode levar à sonolência e perda de produtividade em indivíduos hígidos. Há também um alto risco para infecção por influenza devido a alta taxa de geração quântica desse agente e tuberculose.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>:  CO<sub>2</sub>: Não especificado.</p>
Boonrattanakij <i>et al.</i> (2021)	Bioaerossóis Bacterianos, CO <sub>2</sub> , MP <sub>1</sub> , MP <sub>2,5</sub> , MP <sub>7</sub> e MP <sub>10</sub>	<p>Tomadas as medidas de desinfecção e filtragem de ar houve uma neutralização dos poluentes ambientais internos e por conseguinte, não houve nenhum risco a hígidez humana.</p>
Kapalo <i>et al.</i> (2018)	CO <sub>2</sub>	<p>Altos níveis de CO<sub>2</sub> podem afetar a percepção dos ocupantes no interior do edifício de forma negativa, bem como, causar problemas de saúde (dores de cabeça e irritação da mucosa) segundo Krawczyk <i>et al.</i> (2016) e Fan <i>et al.</i> (2017). Os níveis de CO<sub>2</sub> podem causar as seguintes adversidades: acima de 20.000ppm (partes por milhão) – respiração profunda 40.000ppm – aumenta a respiração acentuadamente; 100.000ppm – distúrbios visuais e tremores, perda de consciência; 250.000ppm – morte (Satish <i>et al.</i> 2012) citam os autores.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>:  CO<sub>2</sub>: Não especificado.</p>
Finewax <i>et al.</i> (2020)	VOCs (comp. orgânicos voláteis), CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , O <sub>3</sub> e SO <sub>2</sub>	<p>Devido às medidas efetivas de limpeza e também com a diminuição dos fatores de emissão de derivados humanos e dos produtos de cuidados pessoais (PCPs), não houve risco a hígidez humana.</p>

---

---

Gu <i>et al.</i> (2021)	VOCs, Bioaerossóis Bacterianos, CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , HCHO e MP <sub>10</sub> (abaixo de 10µm)	<p>Os VOCs <i>indoor</i> são uma das causas importantes de asma infantil, leucemia infantil e doenças cardíacas adquiridas em crianças. A exposição ao HCHO (formaldeído) está associada a reações do sistema nervoso central, função imunológica anormal dos pulmões e fígado, sintomas de irritação dos olhos, nariz e garganta, reações alérgicas na pele e câncer. A exposição prolongada ao CO e CO<sub>2</sub> provocará anomalias no sistema nervoso humano e no sistema cardiovascular, manifestando-se como tontura, dor de cabeça, arritmia e etc. Não houve alteração significativa no índice de material particulado inalável antes e após o uso na sala de corrida, mas o índice de material particulado inalável na sala de <i>spinning</i> foi 2,5 vezes maior, comparado ao antes do uso da sala de corrida, o que pode sugerir danos ao trato respiratório superior e inferior resultando em perigo a higidez humana.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>:  VOCs: Não especificado.  Bioaerossóis Bacterianos: Não especificado.  CO: Causa provável para efeitos cardiovasculares.  CO<sub>2</sub>: Não especificado.  SO<sub>2</sub>: Causa provável para efeitos respiratórios, decréscimo da função pulmonar (em exposição de 5 à 10 minutos) em adultos e crianças com asma, e também doenças respiratórias pré-existentes.  NO<sub>2</sub>: Causa provável para efeitos respiratórios e causalidade sugestiva para mortalidade respiratória.  HCHO: Não especificado.  MP<sub>10</sub> (abaixo de 10µm): Não especificado por falta de consenso científico.</p>
Rodio <i>et al.</i> (2022)	MP <sub>1</sub> , MP <sub>2.5</sub> e MP <sub>10</sub>	<p>Número de PUF (expresso em parte cm<sup>-3</sup>) foi 33,2 vezes maior em condições de alta exposição aos poluentes do que em baixa. Bem como, para o número de MP<sub>10</sub> concentrações (mg m<sup>-3</sup>) foram cerca de 92 vezes maiores no cenário de alta exposição do que no de baixa exposição.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>:  MP<sub>1</sub>: Causam mortalidade cardiovascular e respiratória também são considerados na determinação da causa de efeitos respiratórios/cardiovasculares.  MP<sub>2.5</sub>: Causa provável com efeitos respiratórios e causalidade para mortalidade cardiovascular e respiratória.  MP<sub>10</sub>: Causa provável para a mortalidade por câncer de pulmão.</p>

---

---

Cassilhas <i>et al.</i> (2022)	MP <sub>1</sub> , MP <sub>2.5</sub> e MP <sub>10</sub>	<p>Os achados do estudo sugeriram que a exposição a níveis mais elevados de MP no ambiente <i>outdoor</i> pode explicar parcialmente a ausência de melhora nos níveis de BDNF, no entanto, o grupo que se exercitou no ambiente <i>indoor</i> obteve melhores benefícios no manejo da glicemia, melhora na cognição, aumento nos níveis de BDNF, diminuição do risco de danos às fibras musculares cardíacas e esqueléticas e por conseguinte, menor inflamação.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>:</p> <p>MP<sub>1</sub>: Causam mortalidade cardiovascular e respiratória também são considerados na determinação da causa de efeitos respiratórios/cardiovasculares.</p> <p>MP<sub>2.5</sub>: Causa provável com efeitos respiratórios e causalidade para mortalidade cardiovascular e respiratória.</p> <p>MP<sub>10</sub>: Causa provável para a mortalidade por câncer de pulmão.</p>
Mazoterias-Brown <i>et al.</i> (2023)	CO, CO <sub>2</sub> , HCHO, TVOCs, MP <sub>1</sub> , MP <sub>2.5</sub> , MP <sub>10</sub> e O <sub>3</sub>	<p>Os resultados mostraram uma clara diferença nos níveis de CO <i>indoor</i> e <i>outdoor</i>, com níveis muito mais altos dentro da academia. Fora da academia, há mais variação nos níveis de CO entre a manhã e à tarde, enquanto os números são relativamente consistentes dentro dela. Os diferentes parâmetros mostraram que as concentrações de CO<sub>2</sub> foram mais altas em ambientes <i>indoor</i> do que <i>outdoor</i> em ambos os turnos de medição. Os níveis de HCHO foram quase insignificantes e não variaram de modo significativo, exceto por um ligeiro aumento à tarde ao ar livre. Os níveis de O<sub>3</sub> não foram relevantes. TVOC, MP<sub>1</sub>, MP<sub>2.5</sub> e MP<sub>10</sub> apresentaram menor variação, embora foram maiores <i>outdoor</i> pela manhã.</p> <p>Quanto as <b>WHO Global Air Quality Guidelines (2021)</b>:</p> <p>CO: Causa provável para efeitos cardiovasculares.</p> <p>CO<sub>2</sub>: Não especificado.</p> <p>HCHO: Não especificado.</p> <p>TVOCs: Não especificado.</p> <p>MP<sub>1</sub>: Causam mortalidade cardiovascular e respiratória também são considerados na determinação da causa de efeitos respiratórios/cardiovasculares.</p> <p>MP<sub>2.5</sub>: Causa provável com efeitos respiratórios e causalidade para mortalidade cardiovascular e respiratória.</p> <p>MP<sub>10</sub>: Causa provável para a mortalidade por câncer de pulmão.</p> <p>O<sub>3</sub>: Causa provável para nocivos efeitos respiratórios e causalidade sugestiva para mortalidade respiratória.</p>

---

No intuito de mitigar e/ou extinguir os poluentes atmosféricos internos cabe sugerimos procedimentos e/ou providências com este fim. Com a crescente popularidade dos ginásios e locais de treinamento indoor, quando os atletas competem ou treinam em ambientes fechados, a qualidade do ar dos locais esportivos *indoor* deve atender aos padrões das *WHO AQGs 2021* por ser muito importante para a saúde dos atletas.

Em vista disso, é muito importante um sistema que monitore os gases relacionados ao ar interno por meio de vários sensores do tipo gás tudo-em-um para coletar a temperatura e umidade, CO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, TVOCs e concentração de formaldeído no ar, o qual poderá ser utilizado no tratamento do ar interno em locais de prática de exercício garantindo assim, que os atletas estejam treinando ou competindo no melhor ambiente de ar *indoor*.

Sendo a ventilação que acessa as áreas de execução de exercícios físicos (e.g., academias de ginástica), um dos preceitos de QAI tanto para mitigação e/ou exclusão de poluentes indoor (principalmente CO<sub>2</sub> e consideráveis concentrações de aerossol emitidos) quanto para patógenos infecciosos [e.g., Influenza A, B e C, Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavírus-2 (SARS-CoV-2)] a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)* recomenda ventilação de 15 pés cúbicos por minuto (7,1 litros por segundo) (LEWIS, 2023).

A radiação ultravioleta (UV) é uma tecnologia interessante, pois já é utilizada para a desinfecção do ar em ambientes internos pertencentes ao setor de saúde escolas, universidades e escritórios, com foco em microrganismos como bactérias, vírus, fungos, etc. Atualmente, a *ASHRAE* e a *United States Environmental Protection Agency (USEPA)* também reconhecem a importância de empregar soluções de limpeza de ar que incluem sistemas de filtragem e baseados em UV para evitar a propagação de doenças infecciosas em ambientes internos. Para evitar riscos colaterais à saúde do ocupante, a liberação potencial de subprodutos tóxicos (como ozônio) por todos os tipos de sistemas UV deve ser cuidadosamente controlada (MATA, 2022).

Em suma, se faz necessário uma tecnologia que inclua autolimpeza, purificação de ar, superfícies fáceis de limpar, superfícies antibacterianas, superfícies

antiembaçantes, tratamento ecologicamente correto em madeiras e isolantes térmicos, superfícies antirreflexo e etc. O notável desenvolvimento da nanotecnologia, se bem orientado, normatizado, rigorosamente fiscalizado e controlado socialmente, poderá suprir essas urgentes demandas, pois foi adaptado no campo da arquitetura e do acabamento, o que acarretou a vinda de diversas nanotecnologias diferentes, as quais podem aumentar o desempenho econômico e ambiental de edifícios em geral. Comparado com materiais de acabamento tradicionais, o nanoacabamento se mostrou superior tanto no aspecto econômico quanto no ambiental, pois se destaca por sua longa vida útil, redução das emissões de dióxido de carbono, redução do trabalho de manutenção e do consumo de energia e, portanto, redução dos custos operacionais. (MAHMOUD *et al.*, 2022).

Por fim, recomenda-se a condução de pesquisas primárias adicionais concernentes ao tema em tela, de modo que as *WHO AQGs 2021* possam ser aperfeiçoadas quanto a novos contaminantes e níveis.

#### **4.6 Limitações do Estudo**

A Heterogeneidade e o Viés de Publicação advindo de reduzida suficiência amostral de alguns estudos.

### **5. CONCLUSÃO**

Este trabalho identificou e analisou como principais contaminantes comprometedores da QAI e higidez dos praticantes de atividades e/ou exercícios: CO, CO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> e SO<sub>2</sub> em ambientes com espaços reduzidos, ventilação precária e/ou ineficiente, os quais estão vinculados sobretudo a doenças respiratórias e cardíacas.

**Declaração de Interesses Conflitantes** - O autor declarou não haver potenciais conflitos de interesse com relação à pesquisa, autoria e/ou publicação deste artigo.

**Financiamento** - O autor não recebeu apoio financeiro para a pesquisa, autoria e/ou publicação deste artigo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, W. C. Effects of ozone exposure at ambient air pollution episode levels on exercise performance. **Sports Medicine**, v. 4, n. 6, p. 395-424, 1987.

AMMAR, A.; TRABELSI, K.; BRACH, M.; CHTOUROU, H.; BOUKHRIS, O.; MASMOUDI, L.; BOUAZIZ, B.; BENTLAGE, E.; HOW, D.; AHMED, M.; MÜLLER, P.; MÜLLER, N.; ALOUI, A.; HAMMOUDA O.; PAINEIRAS-DOMINGOS, L.L.; BRAAKMAN-JANSEN, A.; WREDE, C.; BASTONI, S.; PERNAMBUCO, C. S.; MATARUNA, L.; TAHERI, M.; IRANDOUST, K.; KHACHAREM, A.; BRAGAZZI, N. L.; STRAHLER, J.; ADRIAN, J.; ANDREEVA, A.; GLENN, J. M.; BOTT, N. T.; GARGOURI, F.; CHAARI, L.; BATATIA, H.; KHOSHNAME, S. C.; SAMARA, E.; ZISI, V.; SANKAR, P.; AHMED, W. N.; ALI, G. M.; ABDELKARIM, O.; JARRAYA, M.; EL ABED, K.; MOALLA, W.; ROMDHANI, M.; ALOUI, A.; SOUISSI, N.; VAN GEMERTPIJNEN, L.; RIEMANN, B. L.; RIEMANN, L.; DELHEY, J.; GÓMEZ-RAJA, J.; EPSTEIN, M.; SANDERMAN, R.; SCHULZ, S.; JERG, A.; AL-HORANI, R.; MANSI, T.; JMAIL, M.; BARBOSA, F.; FERREIRA-SANTOS, F.; ŠIMUNIČ, B.; PIŠOT, R.; PIŠOT, S.; GAGGIOLI, A.; ZMIJEWSKI, P.; BAILEY, S. J.; STEINACKER, J.; CHAMARI, K.; DRISS, T.; HOEKELMANN, A. Effects of home confinement on mental health and lifestyle behaviours during the COVID-19 outbreak: Insight from the ECLB-COVID19 multicenter study. **Biology of Sport**, v. 38, n. 1, p. 9-21, 2021.

AMMAR, A.; MUELLER, P.; TRABELSI, K.; CHTOUROU, H.; BOUKHRIS, O.; MASMOUDI, L.; BOUAZIZ, B.; BRACH, M.; SCHMICKER, E.; BENTLAGE, E.; HOW, D.; AHMED, M.; ALOUI, A.; HAMMOUDA, O.; PAINEIRAS-DOMINGOS, L. L.; BRAAKMAN-JANSEN, A.; WREDE, C.; BASTONI, S.; PERNAMBUCO, C. S.; MATARUNA-DOS-SANTOS, L. J.; TAHERI, M.; IRANDOUST, K.; KHACHAREM, A.; BRAGAZZI, N. L.; WASHIF, J. A.; GLENN, J. M.; BOTT, N. T.; GARGOURI, F.; CHAARI, L.; BATATIA, H.; KHOSHNAME, S. C.; SAMARA, E.; ZISI, V.; SANKAR, P.; AHMED, W. N.; ALI, G. M.; ABDELKARIM, O.; JARRAYA, M.; ABED, K. E.; ROMDHANI, ROMDHANI, M.; SOUISSI, N.; GEMERT-PIJNEN, V. L.; BAILEY, S. J.; MOALLA, W.; GÓMEZ-RAJA, J.; EPSTEIN, M.; SANDERMAN, R.; SCHULZ, S.; JERG, A.; AL-HORANI, R.; MANSI, T.; JMAIL, M.; BARBOSA, F.; FERREIRA-SANTOS, F.; ŠIMUNIČ, B.; PIŠOT, R.; GAGGIOLI, A.; ZMIJEWSKI, P.; STEINACKER, J. M.; STRAHLER, J.; RIEMANN, L.; RIEMANN, B. L.; MUELLER, N.; CHAMARI, K.; DRISS, T.; HOEKELMANN, A. Psychological consequences of COVID-19 home confinement: The ECLB-COVID19 multicenter study. **PloS One**, v. 15, n. 11, p. e0240204, 2020a.

AMMAR, A.; TRABELSI, K.; BRACH, M.; CHTOUROU, H.; BOUKHRIS, O.; MASMOUDI, L.; BOUAZIZ, B.; BENTLAGE, E.; HOW, D.; AHMED, M.; MÜLLER, P.; MÜLLER, N.; ALOUI, A.; HAMMOUDA O.; PAINEIRAS-DOMINGOS, L.L.; BRAAKMAN-JANSEN, A.; WREDE, C.; BASTONI, S.; PERNAMBUCO, C. S.; MATARUNA, L.; TAHERI, M.; IRANDOUST, K.; KHACHAREM, A.; BRAGAZZI, N. L.; STRAHLER, J.; ADRIAN, J.; ANDREEVA, A.; GLENN, J. M.; BOTT, N. T.; GARGOURI, F.; CHAARI, L.; BATATIA, H.; KHOSHNAME, S. C.; SAMARA, E.; ZISI,

V.; SANKAR, P.; AHMED, W. N.; ALI, G. M.; ABDELKARIM, O.; JARRAYA, M.; EL ABED, K.; MOALLA, W.; ROMDHANI, M.; ALOUI, A.; SOUISSI, N.; VAN GEMERTPIJNEN, L.; RIEMANN, B. L.; RIEMANN, L.; DELHEY, J.; GÓMEZ-RAJA, J.; EPSTEIN, M.; SANDERMAN, R.; SCHULZ, S.; JERG, A.; AL-HORANI, R.; MANSI, T.; JMAIL, M.; BARBOSA, F.; FERREIRA-SANTOS, F.; ŠIMUNIČ, B.; PIŠOT, R.; PIŠOT, S.; GAGGIOLI, A.; ZMIJEWSKI, P.; BAILEY, S. J.; STEINACKER, J.; CHAMARI, K.; DRISS, T.; HOEKELMANN, A. COVID-19 Home Confinement Negatively Impacts Social Participation and Life Satisfaction: A Worldwide Multicenter Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 17, p. 6237, 2020b.

AMMAR, A.; TRABELSI, K.; BRACH, M.; CHTOUROU, H.; BOUKHRIS, O.; MASMOUDI, L.; BOUAZIZ, B.; BENTLAGE, E.; HOW, D.; AHMED, M.; MÜLLER, P.; MÜLLER, N.; ALOUI, A.; HAMMOUDA O.; PAINEIRAS-DOMINGOS, L.L.; BRAAKMAN-JANSEN, A.; WREDE, C.; BASTONI, S.; PERNAMBUCO, C. S.; MATARUNA, L.; TAHERI, M.; IRANDOUST, K.; KHACHAREM, A.; BRAGAZZI, N. L.; STRAHLER, J.; ADRIAN, J.; ANDREEVA, A.; GLENN, J. M.; BOTT, N. T.; GARGOURI, F.; CHAARI, L.; BATATIA, H.; KHOSHNAME, S. C.; SAMARA, E.; ZISI, V.; SANKAR, P.; AHMED, W. N.; ALI, G. M.; ABDELKARIM, O.; JARRAYA, M.; EL ABED, K.; MOALLA, W.; ROMDHANI, M.; ALOUI, A.; SOUISSI, N.; VAN GEMERTPIJNEN, L.; RIEMANN, B. L.; RIEMANN, L.; DELHEY, J.; GÓMEZ-RAJA, J.; EPSTEIN, M.; SANDERMAN, R.; SCHULZ, S.; JERG, A.; AL-HORANI, R.; MANSI, T.; JMAIL, M.; BARBOSA, F.; FERREIRA-SANTOS, F.; ŠIMUNIČ, B.; PIŠOT, R.; PIŠOT, S.; GAGGIOLI, A.; ZMIJEWSKI, P.; BAILEY, S. J.; STEINACKER, J.; CHAMARI, K.; DRISS, T.; HOEKELMANN, A. Effects of COVID-19 Home Confinement on Eating Behaviour and Physical Activity: Results of the ECLB-COVID19 International Online Survey. **Nutrients**, v. 12, n. 6, p. 1583, 2020c.

ANDRADE, A.; DOMINSKI, F. H. Indoor air quality of environments used for physical exercise and sports practice: Systematic review. **Journal of Environmental Management**, v. 206, p. 577-586, 2018.

ANDRADE, A.; DOMINSKI, F. H.; PEREIRA, M. L.; DE LIZ, C. M.; BUONANNO, G. Infection risk in gyms during physical exercise. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 20, p. 19675-19686, 2018.

AVALIANI, S. L.; BUSHUEVA, K. A.; GOLUB, A. Medikodemograficheskaya otsenka benefits ot snizheniya vyzlikh ghlikh gaz [Medical and demographic assessment of benefits from reducing greenhouse gas emissions]. **Materials of Mezhdunar, Seminar April 5-6, 2020-Moscow: Publishing Partnership Adamant Kommersant**, p. 185-194, 2014.

AVALIANI, S. L.; PETROV, V. I.; LATYSHEVSKAYA, N. I. Environmental risk to public health. **Volgograd: Volgografskaya Meditsinskaya Akademiya Publikatsiya**, p. 80, 2015.

BASE, L. H.; OLIVEIRA, J. R. C. E.; MAIA, L. C. P.; ANTÃO, J. Y. F.D. L.; FERREIRA FILHO, C.; FERREIRA, C. Effect of air pollution on the autonomic modulation of heart rate in overweight adults. **Einstein (São Paulo) Official Publication of the Israeli Institute of Teaching and Research Albert Einstein**, v. 18, 2020.

- BENNETT, W. D.; MESSINA, M. S.; SMALDONE, G. C. Effect of exercise on deposition and subsequent retention of inhaled particles. **Journal of Applied Physiology**, v. 59, n. 4, p. 1046-1054, 1985.
- BONNEFOY, X. R.; BRAUBACH, M.; MOISSONNIER, B.; MONOLBAEV, K.; RÖBBEL, N. Housing and health in Europe: preliminary results of a pan-European study. **American Journal of Public Health**, v. 93, n. 9, p. 1559-1563, 2003.
- BOONRATTANAKIJ, N.; YOMCHINDA, S.; LIN, F. J.; BELLOTINDOS, L. M.; LU, M. C. Investigation and disinfection of bacteria and fungi in sports fitness center. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 37, p. 52576-52586, 2021.
- BOOTH, A.; CLARKE, M.; DOOLEY, G.; GHERSI, D.; MOHER, D.; PETTICREW, M.; STEWART, L. The nuts and bolts of PROSPERO: an international prospective register of systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2012.
- BRAUER, M.; BROOK, J. R.; CHRISTIDIS, T.; CHU, Y.; CROUSE, D. L.; ERICKSON, A.; HYSTAD, P.; LI, C.; MARTIN, R. V.; MENG, J.; PAPPIN, A. J.; PINAULT, L. L.; TJEPKEMA, M.; VAN DONKELAAR, A.; WEICHENTHAL, S.; BURNETT, R. T. Mortality–Air Pollution Associations in Low-Exposure Environments (MAPLE): Phase 1. In: **Research Reports: Health Effects Institute**, v. 2019, 2019.
- BURGE, H. A. An update on pollen and Fungal spore aerobiology. **Journal of the Allergy and Clinical Immunology**, v. 110, n. 4, p. 544-552, 2002.
- CAO, C.; JIANG, W.; WANG, B.; FANG, J.; LANG, J.; TIAN, G.; JIANG, J.; ZHU, T. F. Inhalable microorganisms in Beijing's PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> pollutants during a severe smog event. **Environmental Science & Technology**, v. 48, n. 3, p. 1499-1507, 2014.
- CARDONA, T. M. Performance of athletes exercising in ozone polluted air. **Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico**, v. 82, n. 12, p. 517-522, 1990.
- CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**, v. 100, n. 2, p. 126, 1985.
- CASSET, A.; MARCHAND, C.; PUROHIT, A.; LE CALVE, S.; URING-LAMBERT, B.; DONNAY, C.; MEYER, F.; DE BLAY, F. Inhaled formaldehyde exposure: effect on bronchial response to mite allergen in sensitized asthma patients. **Allergy**, v. 61, n. 11, p. 1344-1350, Nov. 2006.
- CASSILHAS, R. C.; DE SOUSA, R. A. L.; CAXA, L.; VIANA, V.; MEEUSEN, R.; GONÇALVES, F. L.; DINIZ E MAGALHÃES, C. O.; TUFIK, S.; PEIXOTO, M. F. D.; MONTEIRO JUNIOR, R. S.; DE MELLO, M. T. Indoor aerobic exercise reduces exposure to pollution, improves cognitive function, and enhances BDNF levels in the elderly. **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 15, n. 1, p. 35-45, 2022.
- CAVINATTO, V.M. Influência de fatores ambientais na dispersão de partículas originadas em um sistema de tratamento biológico de esgotos em valos de oxidação. 1991. p. 123. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000733576>. Acesso em: 26 jun.2023.

CHEN, R.; QIAO, L.; LI, H.; ZHAO, Y.; ZHANG, Y.; XU, W.; WANG, C.; WANG, H.; ZHAO, Z.; XU, X.; HU, H.; KAN, H. Fine particulate matter constituents, nitric oxide synthase DNA methylation and exhaled nitric oxide. **Environmental Science & Technology**, v. 49, n.19, p. 11859–11865, 2015.

CHONG, D.; ZHU, N.; ZHENG, G. Developing a continuous graphical index to assess heat strain in extremely hot environments. **Building and Environment**, v. 138, p. 283-292, 2018.

CHTOUROU, H.; TRABELSI, K.; H'MIDA, C.; BOUKHRIS, O.; GLENN, J. M.; BRACH, M.; BENTLAGE, E.; BOTT, N.; SHEPHARD, R. J.; AMMAR, A.; BRAGAZZI, N. L. Staying physically active during the quarantine and self-isolation period for controlling and mitigating the COVID-19 pandemic: a systematic overview of the literature. **Frontiers in Psychology**, v. 11, p. 1708, 2020.

COGLIANO, V. J.; GROSSE, Y.; BAAN, R. A.; STRAIF, K.; SECRETAN, M. B.; GHISSASSI, F. E. Meeting report: Summary of IARC Monographs on formaldehyde, 2-butoxyethanol, and 1-*tert*-butoxy-2-propanol. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, no 9, p. 1205–1208, Sep. 2005.

D'AMATO, G.; VITALE, C.; LANZA, M.; MOLINO, A.; D'AMATO, M., 2016. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update. **Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology**, v. 16, p. 434–440, 2016.

DAIGLE, C. C.; CHALUPA, D. C.; GIBB, F. R.; MORROW, P. E.; OBERDÖRSTER, G.; UTELL, M. J.; FRAMPTON, M. W. Ultrafine Particle Deposition in Humans During Rest and Exercise. **Inhalation Toxicology**, v. 15, n. 6, p. 539-552, 2003.

DE ASSIS JR., W. R. A.; DA SILVA CAETANO, I.; GIORDANO, F. Lesões por *overuse* em praticantes de pedestrianismo. **Unisanta Health Science**, v. 2, n. 1, p. 72-85, 2018.

DE OLIVEIRA NETO, L.; ELSANGEDY, H. M.; DE OLIVEIRA TAVARES, V. D.; TEIXEIRA, C. V. L. S.; BEHM, D. G.; DA SILVA-GRIGOLETTO, M. E. TrainingInHome - Home-based training during COVID-19 (SARS-COV2) pandemic: physical exercise and behavior-based approach. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 19, n. 2, p. 9-19, 2020.

DE PINHO, R. A.; PETROSKI, E. L. Adiposidade corporal e nível de atividade física em adolescentes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 1, n. 1, p. 60-68, 1999.

DOMINICI, F.; SCHWARTZ, J.; DI, Q.; BRAUN, D.; CHOIRAT, C.; ZANOBBETTI, A. Assessing Adverse Health Effects of Long-Term Exposure to Low Levels of Ambient Air Pollution: Phase 1. **Research Reports: Health Effects Institute**, v. 2019, 2019.

DONG, X.; YANG, S.; ZHANG, C. Air Pollution Increased the Demand for Gym Sports under COVID-19: Evidence from Beijing, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 12614, 2022.

DOUWES, J.; THORNE, P.; PEARCE, N.; HEEDERIK, D. Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. **The Annals of Occupational Hygiene**, v. 47, p. 187–200, 2003.

- EFFATPANA, M.; EFFATPANA, H.; JALALI, S.; PARSEH, I.; GOUDARZI, G.; BARZEGAR, G.; GERAVANDI, S.; DARABI, F.; GHASEMIAN, N.; MOHAMMADI, M. J. Hospital admission of exposure to air pollution in Ahvaz megacity during 2010–2013. **Clinical Epidemiology and Global Health**, v. 8, n. 2, p. 550-556, 2020.
- FAN, G.; XIE, J.; LIU, J. Indoor air quality in a naturally ventilated research student office in Chinese universities during heating period. **Procedia Engineering**, v. 205, p. 1272-1278, 2017.
- FELGUEIRAS, F.; MOURÃO, Z.; MORAIS, C.; SANTOS, H.; GABRIEL, M. F.; DE OLIVEIRA FERNANDES, E. Comprehensive assessment of the indoor air quality in a chlorinated Olympic-size swimming pool. **Environment international**, v. 136, p. 105401, 2020.
- FINEWAX, Z.; PAGONIS, D.; CLAFLIN, M. S.; HANDSCHY, A. V.; BROWN, W. L.; JENKS, O.; NAULT, B. A.; DAY, D. A.; LERNER, B. M.; JIMENEZ, J. L.; ZIEMANN, P. J.; DE GOUW, J. A. Quantification and source characterization of volatile organic compounds from exercising and application of chlorine-based cleaning products in a university athletic center. **Indoor Air**, v. 31, n. 5, p. 1323-1339, 2021.
- FRANCHINI, M.; MANNUCCI, P. M. Short-term effects of air pollution on cardiovascular diseases: outcomes and mechanisms. **Journal of Thrombosis and Haemostasis**, v. 5, n. 11, p. 2169-2174, 2007.
- FREEDMAN, B. Environmental ecology: the ecological effects of pollution, disturbance, and other stresses. **Academic Press**, San Diego, p. 606. 1995.
- GERAVANDI, S.; GOUDARZI, G. R.; NIRI, M. V.; MOHAMMADI, M. J.; SAEIDIMEHR, S.; GERAVANDI, S. Estimate of cardiovascular and respiratory mortality related to sulfur dioxide pollutant in Ahvaz. **Journal of Environmental Studies**, v. 41, p. 341–350, 2015.
- GERBER, Y. (2019). Can atrial fibrillation be caused or triggered by air pollution? An epidemiological perspective. An epidemiological perspective. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 26, n. 11, p. 1205-1207, 2019.
- GODISH, T. **Indoor Environmental Quality**. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2016.
- GOLETTA, V.; MIALON, G.; FAIVRE, T.; WANG, Y.; LESIEUR, I.; PETIGNY, N.; VIJAPURAPU, S. Formaldehyde and total VOC (TVOC) commercial low-cost monitoring devices: From an evaluation in controlled conditions to a use case application in a real Building. **Chemosensors**, v. 8, n. 1, p. 8, Jan. 2020.
- GU, W.; DONG, S.; ZHANG, J. Research on the Status Quo and Optimization Strategy of Indoor Air Quality in Gyms. **IOP (Institute of Physics Publishing) Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, v. 781, n. 3, p. 032047, 2021.
- GUO, H.; LEE, S. C.; CHAN, L. Y. Indoor air quality in ice skating rinks in Hong Kong. **Environmental Research**, v. 94, p. 327–335, 2004.
- GUO, K.; QIAN, H.; ZHAO, D.; YE, J.; ZHANG, Y.; KAN, H.; ZHAO, Z.; DENG, F.; HUANG, C.; ZHAO, B.; ZENG, X.; SUN, Y.; LIU, W.; MO, J.; SUN, C.; GUO, J.;

- ZHENG, X. Indoor exposure levels of bacteria and fungi in residences, schools, and offices in China: a systematic review. **Indoor Air**, v. 30, n. 6, p. 1147-1165, 2020.
- HAFEN B. B.; SHARMA S. Oxygen Saturation. **StatPearls Publishing**, Treasure Island (FL). 2022. PMID: 30247849.
- HALPERN, B.; M.; MANCINI, M. C.; MELO, M. E.; LAMOUNIER, R. N.; MOREIRA, R. O.; CARRA, M. K.; KYLE, T. K.; CERCATO, C.; BOGUSZEWSKI, C. L. Proposal of an obesity classification based on weight history: an official document by the Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM) and the Brazilian Society for the Study of Obesity and Metabolic Syndrome (ABESO). **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 66, p. 139-151, 2022.
- HEANEY, L. M.; KANG, S.; TURNER, M. A.; LINDLEY, M. R.; THOMAS, C. L. P. Evidence for alternative exhaled elimination profiles of disinfection by-products and potential markers of airway responses to swimming in a chlorinated pool environment. **Indoor Air**, v. 30, n. 2, p. 284-293, 2020.
- HOYTE, F. C. L.; BRUTO, L. M.; KATIAL, R. K. Exhaled nitric oxide: an update. **Immunology and Allergy Clinics**, v. 38, n. 4, p. 573-585, 2018.
- HUANG, C.; LEE, C. L. F.; MA, Y.; SU, H. J. The seasonal distribution of bioaerosols in municipal landfill sites: a 3-yr study. **Atmospheric Environment**, v. 36, n. 1, p. 4385-4395, 2002.
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. **IARC Monographs Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**, v. 88, p. 1, Jun. 2006.
- INDOOR AIR QUALITY: ORGANIC POLLUTANTS, **World Health Organization**, Geneva, Switzerland, 1989.
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**. Volume 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-Tert-Butoxypropan-2-OL. Accessed: Dec. 11, 2022. [On-line]. Available: <http://www.Monographs/vol100F/mono100F-29>.
- KAPALO, P.; MEČIAROVÁ, Ľ.; VILČEKOVÁ, S.; BURDOVÁ, K. E.; DOMNITA, F.; BACOTIU, C.; PÉTERFI, K. E. Investigation of CO<sub>2</sub> production depending on physical activity of students. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 29, n. 1, p. 31-44, 2019.
- KENNY, G. P.; FLOURIS, A. D. The human thermoregulatory system and its response to thermal stress. In: Protective Clothing. **Woodhead Publishing**, p. 319-365, 2014.
- KHAN K. S.; KUNZ R.; KLEIJNEN J.; Antes G. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, n. 3, p. 118-121, 2003.
- KHANIABADI, Y. O.; DARYANOOSH, S. M.; HOPKE, P. K.; FERRANTE, M.; DE MARCO, A.; SICARD, P.; CONTI, G. O.; GOUDARZI, G.; BASIRI, H.; MOHAMMADI, M. J.; KEISHAMS, F. Acute myocardial infarction and COPD attributed to ambient SO<sub>2</sub> in Iran. **Environmental Research**, v. 156, p. 683-687, 2017.
- KOCOT, K.; BARAŃSKI, K.; MELANIUK-WOLNY, E.; ZAJUSZ-ZUBEK, E.; KOWALSKA, M. Acute FeNO and blood pressure responses to air pollution exposure

in young adults during physical activity. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 23, p. 9012, 2020.

KOCOT, K.; ZEJDA, J. E. Acute cardiorespiratory response to ambient air pollution exposure during short-term physical exercise in young males. **Environmental Research**, v. 195, p. 110746, 2021.

KRAWCZYK, D. A.; RODERO, A.; GŁADYSZEWSKA-FIEDORUK, K.; GAJEWSKI, A. CO<sub>2</sub> concentration in naturally ventilated classrooms located in different climates-measurements and simulations. **Energy and Buildings**, v. 129, p. 491-498, 2016.

KRUPA, S.; MC GRATH, M. T.; ANDERSEN, C. P.; BOOKER, F. L.; BURKEY, K. O.; CHAPPELKA, A. H.; CHEVONE, B. I.; PELL, E. J.; ZILINSKAS, B. A. Ambient ozone and plant health. **Plant Disease**, v. 85, n. 1, p. 4-12, 2001.

KULLE, T. J. Acute odor and irritation response in healthy nonsmokers with formaldehyde exposure. **Inhalation Toxicology**, v. 5, n. 3, p. 323-332, Jan. 1993.  
KUMAR, P.; SKOULLOUDIS, A. N.; BELL, M.; VIANA, M.; CAROTTA, M. C.; BISKOS, G.; MORAWSKA, L. Real-time sensors for indoor air monitoring and challenges ahead in deploying them to urban buildings, **Science of the Total Environment**, vols. 560–561, p. 150–159, Aug. 2016.

KUMAR, S.; SINGH, M. K.; KUKREJA, R.; CHAURASIYA, S. K.; GUPTA, V. K. Comparative study of thermal comfort and adaptive actions for modern and traditional multi-storey naturally ventilated hostel buildings during monsoon season in India. **Journal of Building Engineering**, v. 23, p. 90-106, 2019.

LEWIS, D. Indoor air is full of flu and COVID viruses. Will countries clean it up?. **Nature**, v. 615, n. 7951, p. 206-208, 2023.

LI, J.; SUN, S.; TANG, R.; QIU, H.; HUANG, Q.; MASON, T. G.; TIAN, L. Major air pollutants and risk of COPD exacerbations: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 11, p. 3079, 2016.

LI, J.; XU, J. Air quality monitoring system for indoor sports venues. **2021 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 5th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)**, v. 5, p. 715-718, March. 2021.

LIMA, B. S.; DA ROCHA, F. R.; GUEDERT, D. G.; SOUZA, R.; DE LIMA, P. Exercício físico: como a pandemia por sars-cov-2 alterou os hábitos de estudantes de medicina. **RBPFEV-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 16, n. 103, p. 254-261, 2022.

LIMA, D. F.; LEVY, R. B.; LUIZ, O. C. Recomendações para atividade física e saúde: consensos, controvérsias e ambiguidades. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 36, p. 164-170, 2014.

LIU, L.; URCH, B.; NANTHAKUMAR, K.; CHEN, L.; SMITH-DOIRON, M.; BROOK, J. R.; SPECK, M.; SILVERMAN, F.; STIEB, D. M. Air Pollution, Physical Activity, and Cardiovascular Function of Patients with Implanted Cardioverter Defibrillators: A Randomized Controlled Trial of Indoor Versus Outdoor Activity. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 62, n. 4, p. 263-271, 2020.

MADÉLIN, T. M. Fungal aerosols: a review. **Journal of Aerosol Science**, v. 25, n. 8, p.1405-1412, 1994.

MAHMOUD, M. T.; AHMED, H. A.; AL-DIN, M. S. K. The Impact of Nanotechnology on Exterior and Interior Finishing Materials in Hospitals. **International Journal of Mechanical Engineering**, v. 7, n. 12, December. 2022.

MAIN, C. E. Aerobiological, ecological and health linkages. **Environment International**, v. 29, n. 2-3, p. 347-349, 2003.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CALHEIROS, C. S.; VILLANUEVA, F.; ALONSO-CUEVILLA, N. P.; GABRIEL, M. F.; SILVA, G. V. Indoor Air Quality: A Review of Cleaning Technologies. **Environments**, v. 9, n. 9, p. 118, 2022.

MAZOTERAS-PARDO, V.; LOSA-IGLESIAS, M. E.; CASADO-HERNÁNDEZ, I.; CALVO-LOBO, C.; MORALES-PONCE, Á.; MEDRANO-SORIANO, A.; COCO-VILLANUEVA, S.; BECERRO-DE-BENGOA-VALLEJO, R. Indoor air quality in a training centre used for sports practice. **PeerJ**, v. 11, p. e15298, 2023.

MCDONNELL, W. F.; STEWART, P. W.; SMITH, M. V.; PAN, W. K.; PAN, J. Ozone-induced respiratory symptoms: Expo-sure-response models and association with lung function. **European Respiratory Journal**, v. 14, n. 4, p. 845-853, 1999.

MCGWIN JR., G.; LIENERT, J.; KENNEDY JR., J. I. Formaldehyde exposure and asthma in children: A systematic review. **Environmental Health Perspectives**, v. 118, n. 3, p. 313–317, Mar. 2010.

MENDES, A.; BONASSI, S.; AGUIAR, L.; PEREIRA, C.; NEVES, P.; SILVA, S.; MENDES, D.; GUIMARÃES, L.; MORONI, R.; TEIXEIRA, J. P. Indoor air quality and thermal comfort in elderly care centers. **Urban Climate**, v. 14, p. 486-501, 2015.

MENDES, A.; PEREIRA, C.; MENDES, D.; AGUIAR, L.; NEVES, P.; SILVA, S.; BATTERMAN, S.; TEIXEIRA, J. P. Indoor air quality and thermal comfort-Results of a pilot study in elderly care centers in Portugal. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 76, n. 4-5, p. 333-344, 2013.

MIZUMOTO, K.; CHOWELL, G. Transmission potential of the novel coronavirus (COVID-19) onboard the diamond princess cruises ship. **Infectious Disease Modelling**, v. 5, p. 264-270, 2020.

MOHER, D.; BOOTH, A.; STEWART, L. How to reduce unnecessary duplication: use PROSPERO. **BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology**, v. 121, n. 7, p. 784-786, 2014.

MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; STEWART, L. A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2015.

MOOLA, S.; MUNN, Z.; TUFANARU, C.; AROMATARIS, E.; SEARS, K.; SFETCU, R.; CURRIE, M.; LISY, K.; QURESHI, R.; MATTIS, P.; MU, P. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. **Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual**. v. 5, 2017.

NAZYROV, F. G.; SHAMSIEV, A. M.; BAYBEKOV, I. M.; ESHONHODJAEV, O. D.; DAVLATOV, S. S. Age-related structural changes in aponeuroses of the rectus

abdominal muscles in patients with postoperative ventral hernias. **Клінічна та експериментальна патологія**, v. 17, n. 3, 2018.

NOGUEIRA, J. B. Air pollution and cardiovascular disease. **Portuguese Journal of Cardiology: An Official Journal of the Portuguese Society of Cardiology**, v. 28, n. 6, p. 715-733, 2009.

OMIDVARBORNA, H.; KUMAR, P.; HAYWARD, J.; GUPTA, M.; NASCIMENTO, E. G. S. Low-cost air quality sensing towards smart homes. **Atmosphere**, v. 12, n. 4, p. 453, 2021.

ORMANDY, D.; EZRATTY, V. Health and thermal comfort: From WHO guidance to housing strategies. **Energy Policy**, v. 49, p. 116-121, 2012.

PASTUSZKA, J. S.; PAW, U. K. T.; LIS, D. O.; WLAZLO, A.; ULFIG, K. Bacterial and fungal aerosol in indoor environment in Upper Silesia, Poland. **Atmospheric Environment**, v. 34, n. 3, p. 3833-3842, 2000.

PEI-CHIN, W.; HUEY-JEN, S.; CHIA-YIN, L. Characteristics of indoor and outdoor airborne fungi at suburban and urban homes in two seasons. **The Science of the Total Environment**, v. 253, n. 2, p. 111-118, 2000.

POH, T. Y.; ALI, N.; MAC AOGÁIN, M.; KATHAWALA, M. H.; SETYAWATI, M. I.; NG, K. W.; CHOTIRMALL, S. H. Inhaled nanomaterials and the respiratory microbiome: clinical, immunological and toxicological perspectives. **Particle and Fibre Toxicology**, v. 15, n. 1, p. 1-16, 2018.

RAMOS, C. A.; WOLTERBEEK, H. T.; ALMEIDA, S. M. Exposure to indoor air pollutants during physical activity in fitness centers. **Building and Environment**, v. 82, p. 349-360, 2014.

RAO, C. Y.; BURGE, H. A.; CHANG, J. C. Review of quantitative standards and guidelines for fungi in indoor air. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 46, n. 9, p. 899-908, 1996.

RICHARDSON, M.; BOWYER, P.; SABINO, R. The human lung and Aspergillus: you are what you breathe in? **Medical Mycology**, v. 57, n. Supplement 2, p. S145-S154, 2019.

RIVA, D. R.; MAGALHAES, C. B.; LOPES, A. A.; LANÇAS, T.; MAUAD, T.; MALM, O.; VALENÇA, S. S.; SALDIVA, P. H.; FAFPE, D. S.; ZIN, W. A. Low dose of fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) can induce acute oxidative stress, inflammation, and pulmonary impairment in healthy mice. **Inhalation Toxicology**, v. 23, n. 5, p. 257-267, 2011.

RODIO, A.; MISITI, F.; ZAGAGLIA, A.; STABILE, L.; BUONANNO, G.; FATTORINI, L. Airborne Ultrafine Particle and Acute Physiological Effects during Maximal Aerobic Power Test. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 22, p. 220029, 2022.

RUNDELL, K. W. High Levels of Airborne Ultrafine and Fine Particulate Matter in Indoor Ice Arenas. **Inhalation Toxicology**, v. 15, n. 3, p. 237-250, 2003.

RUNDELL, K. W.; SMOLIGA, J. M.; BOUGAULT, V. Exercise-induced bronchoconstriction and the air we breathe. **Immunology and Allergy Clinics**, v. 38, n. 2, p. 183-204, 2018.

- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, p. 83-89, 2007.
- SATISH, U.; MENDELL, M. J.; SHEKHAR, K.; HOTCHI, T.; SULLIVAN, D.; STREUFERT, S.; FISK, W. J. Is CO<sub>2</sub> an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO<sub>2</sub> concentrations on human decision-making performance. **Environmental Health Perspectives**, v. 120, n. 12, p. 1671-1677, 2012.
- SCHIRMER, W. N.; PIAN, L. B.; SZYMANSKI, M. S. E.; GAUER, M. A. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3583-3590, 2011.
- SCHONFELD, B. R.; ADAMS, W. C.; SCHELEGLE, E. S. Duration of enhanced responsiveness upon re-exposure to ozone. **Archives of Environmental Health: An International Journal**, v. 44, n. 4, p. 229-236, 1989.
- SEURAT, E.; VERDIN, A.; CAZIER, F.; COURCOT, D.; FITOUSSI, R.; VIÉ, K.; DESAUZIERS, V.; MOMAS, I.; SETA, N.; ACHARD, S. Influence of the environmental relative humidity on the inflammatory response of skin model after exposure to various environmental pollutants. **Environmental Research**, v. 196, p. 110350, 2021.
- SHEEHAN, M. C.; LAM, J. Use of systematic review and meta-analysis in environmental health epidemiology: a systematic review and comparison with guidelines. **Current Environmental Health Reports**, v. 2, n. 3, p. 272-283, 2015.
- SHEEHAN, M. C.; LAM, J.; NAVAS-ACIEN, A.; CHANG, H. H. Ambient air pollution epidemiology systematic review and meta-analysis: a review of reporting and methods practice. **Environment International**, v. 92, p. 647-656, 2016.
- SHI, J.; CHEN, R.; YANG, C.; LIN, Z.; CAI, J.; XIA, Y.; WANG, C.; LI, H.; JOHNSON, N.; XU, X.; ZHAO, Z.; KAN, H. Association between fine particulate matter chemical constituents and airway inflammation: A panel study among healthy adults in China. **Environmental Research**, v. 150, p. 264-268, 2016.
- SHI, P.; LI, C. Y.; SUN, J. Y. Effects of air pollutant exposure on lung function in exercisers: a systematic review and meta-analysis. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v. 26, n. 2, p. 462-470, 2022.
- SLEZAKOVA, K.; PEIXOTO, C.; CARMO PEREIRA, M. D.; MORAIS, S. (Ultra) Fine particle concentrations and exposure in different indoor and outdoor microenvironments during physical exercising. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 82, n. 9, p. 591-602, 2019.
- STANAWAY, J. D.; AFSHIN, A.; GAKIDOU, E.; LIM, S. S.; ABATE, D.; ABATE, K. H.; ABD-ALLAH, F. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental, and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, n. 10159, p. 1923-1994, 2018.
- SWAN, J.; KELSEY, A.; CROOK, B.; GILBERT, E. Occupational and environmental exposure to bioaerosols from composts and potential health effects: a critical review of published data. **Health and Safety Executive (HSE) Books Research Report**, 2003.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

THURSTON, G. D.; KIPEN, H.; ANNESI-MAESANO, I.; BALMES, J.; BROOK, R. D.; CROMAR, K.; DE MATTEIS, G. S.; FORASTIERE, F.; FORSBERG, B.; FRAMPTON, M. W.; GRIGG, J.; HEEDERIK, D.; KELLY, F. J.; KUENZLI, N.; LAUMBACH, R.; PETERS, A.; RAJAGOPALAN, S. T.; RICH, D.; RITZ, B.; SAMET, J. M.; SANDSTROM, T.; SIGSGAARD, T.; SUNYER, J.; BRUNEKREEF, B. A Joint ERS/ATS Policy Statement: what Constitutes an Adverse Health Effect of Air Pollution? an Analytical Framework. **European Respiratory Journal**, v. 49, n. 1, 2017.

UTTLEY, L.; QUINTANA, D. S.; MONTGOMERY, P.; CARROLL, C.; PAGE, M. J.; FALZON, L.; SUTTON, A.; MOHER, D. The Problems with Systematic Reviews: A Living Systematic Review. **Journal of Clinical Epidemiology**, 2023.

VANDERLEI, L. C.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; CARVALHO, T. D.; GODOY, M. F. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, p. 205-217, 2009.

VARSHNEY, M.; PAREL, J. T.; RAIZADA, N.; SARIN, S. K. Initial Psychological Impact of COVID-19 and its Correlates in Indian Community: An online (FEEL-COVID) survey. **PloS One**, v. 15, n. 5, p. e0233874, 2020.

VON MUTIUS, E.; VERCELLI, D. Farm living: effects on childhood asthma and allergy. **Nature Reviews Immunology**, v. 10, n. 12, p. 861-868, 2010.

WAGNER, D. R.; CLARK, N. W. Effects of ambient particulate matter on aerobic exercise performance. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 16, n. 1, p. 12-15, 2018.

WESTBROOK, J. K.; ISARD, S. A. Atmospheric scales of biotic dispersal. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 97, n. 4, p.263-274, 1999.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION), H. P. **Control in the Work Environment: Airborne Particle. Prevention and Control Exchange (PACE)**. World Health Organization, WHO/SDE/OEH/99.14, Geneva, Switzerland, p. 1–219, 1999.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). **Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease, 2016**; Department of Public Health, Environmental and Social Health Organization, World Health Organization: Geneve, Switzerland, p. 1–121, 2019.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). **Guidelines for Indoor Air Quality**, (2010) 978 92 890 0213 4c World Health Organization 2010. Disponível em: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/128169/e94535.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf). Acesso em: 04.01.2023.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). **World Health Organization Regional Publications European Series, No. 31: Indoor Air Quality: Biological Contaminants**. Report on a WHO Meeting. WHO, Copenhagen, Denmark, 1998.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). (2021). **WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide**. World Health Organization. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. Acesso em: 22 nov.2022.

WURIE, F. B.; LAWN, S. D.; BOOTH, H.; SONNENBERG, P.; HAYWARD, A. C., 2016. Bioaerosol production by patients with tuberculosis during normal tidal breathing: implications for transmission risk. **Thorax**, v. 71, n. 6, p. 549-554, 2016.

XIE, R.; XU, Y.; YANG, J.; ZHANG, S. Indoor air quality investigation of a badminton hall in humid season through objective and subjective approaches. **Science of The Total Environment**, v. 771, p. 145390, 2021.

XU, C. W.; LUO, X. L.; YU, C.; CAO, S. J. The 2019-ncov epidemic control strategies and future challenges of building healthy smart cities. **Indoor and Built Environment**, v. 29, n. 5, p. 639-644, 2020.

YOON, D. W.; LEE, K.; YANAGISAWA, Y.; SPENGLER, J. D.; HUTCHINSON, P. Surveillance of indoor air quality in ice skating rinks. **Environment International**, v. 22, n. 23, p. 309–314, 1996.

ZAVIEH, F. S.; MOHAMMADI, M. J.; VOSOUGHI, M.; ABAZARI, M.; RAESEE, E.; FAZLZADEH, M.; GERAVANDI, S.; BEHZAD, A. Assessment of types of bacterial bio-aerosols and concentrations in the indoor air of gyms. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 43, n. 5, p. 2165-2173, 2021.

## APÊNDICE 1

### JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST PARA ESTUDOS TRANSVERSAIS ANALÍTICOS

Artigo: **(Ultra) Fine Particle Concentrations and Exposure in Different Indoor and Outdoor Microenvironments During Physical Exercising**

Autor(es): Klara Slezakova, Cátia Peixoto, Maria do Carmo Pereira & Simone Morais

Data:

Ano: 2019

Número do Registro: DOI: 10.1080/15287394.2019.1636494

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?	<b>X</b>			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?			<b>X</b>	
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

**Artigo Acute Cardiorespiratory Response to Ambient Air Pollution Exposure During Short-Term Physical Exercise in Young Males**

Autor(es): Krzysztof Kocot & Jan E. Zejda

Data:

Ano: 2021

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.envres.2021.110746

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?	<b>X</b>			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?	<b>X</b>			
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

**Artigo Acute FeNO and Blood Pressure Responses to Air Pollution Exposure in Young Adults during Physical Activity**

Autor(es): Krzysztof Kocot, Kamil Barański, Edyta Melaniuk-Wolny, Elwira Zajusz-Zubek & Małgorzata Kowalska

Data:

Ano: 2020

Número do Registro: DOI: org/10.3390/ijerph17239012

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?	<b>X</b>			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?	<b>X</b>			
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

**Artigo Air Pollution, Physical Activity, and Cardiovascular Function of Patients with Implanted Cardioverter Defibrillators: A Randomized Controlled Trial of Indoor Versus Outdoor Activity**

Autor(es): Ling Liu, Bruce Urch, Kumaraswamy Nanthakumar, Li Chen, Marc Smith-Doiron, Jeffrey R. Brook, Mary Speck, Frances Silverman & David M. Stieb

Data: 04.04

Ano: 2020

Número do Registro: DOI: 10.1097/JOM.0000000000001795

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?	<b>X</b>			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?	<b>X</b>			
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			
Avaliação geral: Incluir <b>X</b>	Excluir	Procurar mais informações		
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)				

Artigo **Air Quality Monitoring System for Indoor Sports Venues**

Autor(es): Juan Li & Jiajun Xu

Data: 03.07

Ano: 2021

Número do Registro: ISSN 2689-6621

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?				X
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?				X
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?				X
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?				X
5. Foram identificados fatores de confusão?				X
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				X
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?				X
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?				X

Avaliação geral: Incluir Excluir X Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de um sistema de monitoramento de ar interno baseado no STM32F103ZET6, que utiliza um sensor de gás tudo-em-um para coletar a temperatura e umidade, CO2, PM2.5, TVOC e concentração de formaldeído no ar o qual poderá ser sugerido no tratamento do ar interno em locais de prática de exercício *indoor*.

## Artigo **Assessment of Types of Bacterial Bio-Aerosols and Concentrations in the Indoor Air of Gyms**

Autor(es): Fatemeh Shahi Zavieh, Mohammad Javad Mohammadi, Mehdi Vosoughi, Malek Abazari, Elham Raese, Mehdi Fazlzadeh, Sahar Geravandi & Aylar Behzad

Data: 05.01

Ano: 2021

Número do Registro: DOI: org/10.1007/s10653-020-00774-1

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	X			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	X			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	X			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	X			
5. Foram identificados fatores de confusão?	X			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?		X		
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	X			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	X			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: O estudo avalia os bioaerossóis bacterianos na concentração do ar interno de academias e constata que com o aumento\_ da temperatura e da umidade, a densidade de bactérias aumenta. Além de verificar também, que maior quantidade dos microrganismos foi observada no ar das academias na menor área disponível por pessoa, o que causa danos à saúde dos atletas.

Artigo **Can Atrial Fibrillation Be Caused or Triggered by Air Pollution - An Epidemiological Perspective**

Autor(es): Yariv Gerber

Data:

Ano: 2019

Número do Registro: DOI: 10.1177/2047487319842233

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?				X
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?				X
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?				X
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?				X
5. Foram identificados fatores de confusão?				X
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				X
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?				X
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?				X

Avaliação geral: Incluir Excluir **X** Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de um Estudo Epidemiológico que apesar de não ser um estudo primário, fundamentará a contextualização da Revisão Sistemática em questão.

## Artigo **Comprehensive Assessment of the Indoor Air Quality in a Chlorinated Olympic-Size Swimming Pool**

Autor(es): Fátima Felgueiras, Zenaida Mourão, Catarina Morais, Hugo Santos, Marta Fonseca Gabriel & Eduardo de Oliveira Fernandes

Data: 07.12

Ano: 2020

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.envint.2019.105401

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?			<b>X</b>	
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?	<b>X</b>			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?	<b>X</b>			
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Artigo **Effect of Exercise on Deposition and Subsequent Retention of Inhaled Particles**

Autor(es): William D. Bennett, Matthew S. Messina & Gerald C. Smaldone

Data: 03.08

Ano: 2018

Número do Registro: DOI: 10.1152/jappl.1985.59.4.1046

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?			<b>X</b>	
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Artigo **Effects of Ambient Particulate Matter on Aerobic Exercise Performance**

Autor(es): Dale R. Wagner & Nicolas W. Clark

Data: 04.01

Ano: 2018

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.jesf.2018.01.002

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?	<b>X</b>			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?	<b>X</b>			
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir Excluir **X** Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Apesar de se tratar de um estudo em cicloergômetro outdoor, a análise da influência inversão climática durante o exercício físico servirá de sugestão para trabalhos futuros acrescentando as “mudanças climáticas” ao escopo estudado.

**Artigo Evidence for Alternative Exhaled Elimination Profiles of Disinfection by-Products and Potential Markers of Airway Responses to Swimming in a Chlorinated Pool Environment**

Autor(es): Liam M. Heaney, Charles L. Paul Thomas, Shuo Kang, Matthew A. Turner & Martin R. Lindley

Data: 04.12

Ano: 2019

Número do Registro: DOI: 10.1111 / ina.12630

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?	<b>X</b>			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Artigo **Exercise-Induced Bronchoconstriction and the Air We Breathe**

Autor(es): Kenneth W. Rundell, James M. Smoliga & Valérie Bougault

Data: 02.05

Ano: 2018

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.iac.2018.01.009

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?				X
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?				X
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?				X
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?				X
5. Foram identificados fatores de confusão?				X
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				X
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?				X
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?				X

Avaliação geral: Incluir Excluir **X** Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura, a qual será utilizada para explanar quais os fatores ambientais que influenciam na liberação de mediadores químicos celulares do organismo humano que respondem quando há uma inflamação das vias aéreas e de que maneira estes fatores ambientais podem afetar atletas competitivos e recreacionais.

Artigo **Exercising Under Particulate Matter Exposure - Providing Theoretical Support for Lung Deposition and Its Relationship With COVID-19**

Autor(es): Ramon Cruz, Adriano E. Lima-Silva, Romulo Bertuzzi & Leonardo Hoinaski

Data: 22/07

Ano: 2021

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.envres.2021.111755

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?				X
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?				X
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?				X
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?				X
5. Foram identificados fatores de confusão?				X
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				X
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?				X
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?				X

Avaliação geral: Incluir Excluir **X** Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de estudo realizado através de modelagem matemática estatística (Método de Monte Carlo) aplicada para analisar e comparar exercícios físicos resistidos x deposição de material particulado pulmonar e fornecer uma nova visão sobre como o SARS-CoV-2 seria agravado após estes eventos, Apesar de não ser um estudo primário, será utilizado no contexto da Revisão Sistemática.

Artigo **Health Effects of Physical Activity as Predicted by Particle Deposition in the Human Respiratory Tract**

Autor(es): Qihong Deng, Cuiyun Ou, Yong-Ming Shen, Yuguang Xiang, Yufeng Miao & Yuguo Li

Data: 07.12

Ano: 2018

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.067

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?				X
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?				X
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?				X
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?				X
5. Foram identificados fatores de confusão?				X
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				X
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?				X
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?				X

Avaliação geral: Incluir Excluir **X** Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de estudo utilizando modelagem matemática (Método do Lagrangiano acoplado unidirecional) simulando atividade física no ar poluído outdoor, observando a deposição de partículas nas vias aéreas (superior, central e inferior). Apesar de não ser um estudo primário, torna-se viável para demonstrar que um indivíduo quando exposto à ambiente com poluição (sedentário) ou praticante de atividade física moderada ou intensa, qual tipo de estilo de vida distribuiu uniformemente as partículas nas vias aéreas superiores, centrais e inferiores. O que teoricamente, pode ser melhor para a saúde.

Artigo **Human Exposure to Air Contaminants in Sports Environments**

Autor(es): Heidi Salonen, Tunga Salthammer & Lidia Morawska

Data: 06.07

Ano: 2020

Número do Registro: DOI: 10.1111/ina.12718

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?				X
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?				X
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?				X
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?				X
5. Foram identificados fatores de confusão?				X
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				X
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?				X
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?				X

Avaliação geral: Incluir Excluir X Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura a qual será utilizada no contexto da introdução e/ou Discussão da Revisão Sistemática.

Artigo **Human Performance During Exposure to Toluene**

Autor(es): A A Rahill, B Weiss, P E Morrow, M W Frampton, C Cox, R Gibb, R Gelein, D Speers & M J Utell

Data: 10.06

Ano: 1996

Número do Registro: PMID: 8830943

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	?			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	?			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	?			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	?			
5. Foram identificados fatores de confusão?	?			
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?	?			
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	?			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	?			

Avaliação geral: Incluir Excluir **X** Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de um Estudo primário, porém está inacessível. Isto posto, será excluído.

**Artigo Indoor Air Quality in Health Clubs: Impact of Occupancy and Type of Performed Activities on Exposure Levels**

Autor(es): Klara Slezakova, Cátia Peixoto, Maria do Carmo Pereira & Simone Morais

Data: 03.07

Ano: 2018

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.jhazmat.2018.07.015

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?			<b>X</b>	
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

## Artigo **Indoor Air Quality Investigation of a Badminton Hall in Humid Season Through Objective and Subjective Approaches**

Autor(es): Ruoyi Xie, Yiyang Xu, Jinhui Yang & Shaozhi Zhang

Data: 25.01

Ano: 2021

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.scitotenv.2021.145390

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

## Artigo **Infection Risk in Gyms During Physical Exercise**

Autor(es): Alexandro Andrade, Fábio Hech Dominski, Marcelo Luiz Pereira, Carla Maria de Liz & Giorgio Buonanno

Data: 19.03

Ano: 2018

Número do Registro: DOI: org/10.1007/s11356-018-1822-8) c

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?		<b>X</b>		
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?		<b>X</b>		

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Artigo **Investigation of CO2 Production Depending on Physical Activity of Students**

Autor(es): Peter Kapalo, Ľudmila Mečiarová, Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Florin Domnita, Ciprian Bacotiu & Kinga-Eva Péterfi

Data: 02.08

Ano: 2018

Número do Registro: DOI: 10.1080/09603123.2018.1506570

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Artigo **Investigation and Disinfection of Bacteria and Fungi in Sports**

Autor(es): Nonglak Boonrattanakij, Sirikorn Yomchinda, Fang-Jia Lin, Luzvisminda M. Bellotindos & Ming-Chun Lu

Data: 03.05

Ano: 2021

Número do Registro: DOI: org/10.1007/s11356-021-14323-5

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

**Artigo Quantification and Source Characterization of Volatile Organic Compounds from Exercising and Application of Chlorine Based Cleaning Products in a University Athletic Center**

Autor(es): Zachary Finewax, Demetrios Pagonis, Megan S. Clafin, Anne V. Handschy, Wyatt L. Brown, Olivia Jenks, Benjamin A. Nault, Douglas A. Day, Brian M. Lerner, Jose L. Jimenez, Paul J. Ziemann & Joost A. de Gouw

Data: 30.11

Ano: 2020

Número do Registro: DOI: 10.1111/ina.12781

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Artigo **Research on the Status Quo and Optimization Strategy of Indoor Air Quality in Gyms**

Autor(es): Wei Gu, Shihou Dong & JianYu Zhang

Data:

Ano: 2021

Número do Registro: DOI:10.1088/1755-1315/781/3/032047

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

## Artigo **Should I Stay or Should I Go - Can Air Pollution Reduce The Health Benefits of Physical Exercise**

Autor(es): Bruna Marmett, Roseana Böek Carvalho, Gilson Pires Dorneles, Ramiro Barcos Nunes & Cláudia Ramos Rhoden

Data: 10.06

Ano: 2020

Número do Registro: DOI: org/10.1016/j.mehy.2020.109993

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?				X
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?				X
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?				X
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?				X
5. Foram identificados fatores de confusão?				X
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				X
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?				X
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?				X

Avaliação geral: Incluir Excluir **X** Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

Obs: Trata-se de uma Revisão Narrativa da Literatura a qual será utilizada no contexto da introdução e/ou Discussão da Revisão Sistemática.

## Artigo **Airborne Ultrafine Particle and Acute Physiological Effects during Maximal Aerobic Power Test**

Autor(es): Angelo Rodio, Francesco Misiti, Alessandro Zagaglia, Luca Stabile, Giorgio Buonanno & Luigi Fattorini

Data: 15.05

Ano: 2022

Número do Registro: DOI: org/10.4209/aaqr.220029

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações

Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

## Artigo **Indoor Aerobic Exercise Reduces Exposure to Pollution, Improves Cognitive Function, and Enhances BDNF Levels in the Elderly**

Autor(es): Ricardo Cardoso Cassilhas, Ricardo Augusto Leoni De Sousa, Luciana Caxa, Valter Viana, Romain Meeusen, Fábio Luiz Gonçalves, Caíque Olegário Diniz e Magalhães, Sérgio Tufik, Marco Fabrício Dias Peixoto, Renato Sobral Monteiro Junior & Marco Túlio de Mello

Data: 19.08

Ano: 2022

Número do Registro: DOI: org/10.1007/s11869-021-01083-x

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?	<b>X</b>			
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?	<b>X</b>			
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão)

## Artigo **Indoor Air Quality in a Training Centre Used for Sports Practice**

Autor(es): Victoria Mazoterias-Pardo, Marta Elena Losa Iglesias, Israel Casado Hernández, César Calvo Lobo, Ángel Morales Ponce, Alfredo Medrano Soriano, Sergio Coco Villanueva & Ricardo Becerro de Bengoa Vallejo

Data: 01.05

Ano: 2023

Número do Registro: DOI: 10.7717/peerj.15298

	Sim	Não	Pouco claro	Não aplicável
1. Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?			<b>X</b>	
2. Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos em detalhes?			<b>X</b>	
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
4. Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição?	<b>X</b>			
5. Foram identificados fatores de confusão?			<b>X</b>	
6. As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas?				<b>X</b>
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	<b>X</b>			
8. Foi utilizada análise estatística apropriada?	<b>X</b>			

Avaliação geral: Incluir **X** Excluir Procurar mais informações  
Comentários (incluindo o motivo da exclusão).

## APÊNDICE 2

**Environmental Research**  
**Do Atmospheric Pollutants Affect the Health of Physical Exercise Practitioners in Indoor Environments? A Systematic Review**  
 --Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	ER-23-8782
<b>Article Type:</b>	Review article
<b>Section/Category:</b>	Environmental Health & Risk Assessment
<b>Keywords:</b>	Physical exercise; Particulate matter; Indoor air pollution; Indoor air quality; Sick building syndrome
<b>Corresponding Author:</b>	Camilo Dias Seabra Pereira Federal University of Sao Paulo Santos, BRAZIL
<b>First Author:</b>	Wellington Rui Andrade de Assis Junior
<b>Order of Authors:</b>	Wellington Rui Andrade de Assis Junior Camilo Dias Seabra Pereira
<b>Abstract:</b>	<p>This systematic review aimed to: (i) identify key indoor environmental pollutants and their respective sources; (ii) compare concentrations with the World Health Organization (WHO) standards using their Global Air Quality Guidelines (AQGs) 2021; (iii) analyze health risks during physical exercise. This work followed the PRISMA criteria and was registered in PROSPERO (CRD42022354515). Study search was conducted in databases including LILACS, MEDLINE, PubMed, SciELO, and Scopus. Inclusion criteria considered studies published from 2018 to 2023, in any language, with quantitative and qualitative approaches after an initial search without date and/or year restrictions. Excluded were duplicate articles, gray literature, inconclusive or high-risk bias studies, and other literature reviews. Bias in the studies was evaluated using The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Tools. Among 3427 identified studies, 18 met the inclusion criteria. Pollutant monitoring was conducted in indoor environments where physical exercises are performed, identifying those most compromising Indoor Air Quality. A comparison was made between the concentrations of these pollutants and the WHO AQGs 2021, and the consequences of physical exercise in these environments were evaluated. Finally, the impacts of indoor pollution on human health were analyzed according to the WHO AQGs 2021. Conclusion: (i) the main indoor pollutants are CO, CO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, and SO<sub>2</sub>, of which PM and CO<sub>2</sub> concentrations are directly related to: the type of sports practice, the number of participants present, and the ventilation provided to the environment; (ii) Comparing the concentrations of pollutants found in the 18 studies with the limits established by the WHO AQGs (2021), we found: 9 studies with concentrations above and 5 studies with concentrations below what is recommended by the WHO AQGs (2021), however, 4 studies addressed pollutants not yet included in the WHO AQGs (2021); (iii) The main health risks for humans are linked to respiratory and cardiac diseases.</p>
<b>Suggested Reviewers:</b>	<p>Angel Del Valls tonye.casillas@gmail.com</p> <p>Debora Rocco derocco@unisanta.br</p> <p>Fabio Giordano giordano@unisanta.br</p> <p>Jeffer Branco jefferbc@hotmail.com</p> <p>Gyrlene Silva gyrlene.silva@unifesp.br</p> <p>Julian Blasco julian.blasco@csic.es</p>