

**Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra
Instituto Politécnico de Coimbra**

**Avaliação da Qualidade do Ar em Ginásios e
a Exposição Humana a Poluentes
Atmosféricos**

Daniela Pires Nunes

Orientador: Professora Doutora Ana Ferreira, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra

Coorientador: Professor Doutor João Paulo de Figueiredo, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra

Coordenado do Mestrado: Professor Mestre Hélder Simões, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra

Mestrado em Segurança e Saúde do Trabalho

(esta versão inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri)

Coimbra, 2018

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrónica. A sua reprodução total ou parcial apenas é permitida para fins académicos e científicos, desde que figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

Aos meus pais e irmãs

“A Qualidade do ar que respiramos é um fator fundamental para a manutenção da Saúde.”

João Roberto da Silveira Rodrigues

[Esta Dissertação foi escrita ao abrigo do Novo Acordo Ortográfico]

Agradecimentos

Gostaria de manifestar o meu especial apreço a todos os que colaboraram e me apoiaram ao longo desta etapa do meu percurso académico, na qual foi muita enriquecedora em termos profissionais, mas também pessoais.

Primeiramente, queria agradecer à orientadora Professora Doutora Ana Ferreira, que acreditou nas minhas capacidades para a concretização desta investigação, na confiança depositada em mim ao longo da elaboração da mesma, pela autonomia que me facultou, e ainda por toda a compreensão demonstrada desde do contacto inicial.

Ao coorientador, Professor Doutor João Paulo de Figueiredo, pela sua dedicação e disponibilidade em auxiliar-me no tratamento estatístico dos dados recolhidos, na qual foi crucial na execução desta investigação.

Ao Professor Fernando Moreira, que me facultou os equipamentos utilizados para as medições dos poluentes do ar, na qual foi essencial para o desenvolvimento da investigação, num campo que para mim era desconhecido.

Ao Professor Hélder Simões, por toda a atenção, dedicação e disponibilidade demonstrada desde do início do Mestrado, como coordenador de curso.

E a todos os docentes do Mestrado, pela preocupação e dedicação no leccionamento de cada unidade curricular, por todos os conhecimentos transmitidos ao longos das aulas.

Agradeço, também, à direção de cada um dos ginásios, na qual apresentaram interesse em colaborar desde do primeiro contacto, disponibilizando-se de imediato para me facultarem as condições necessárias ao desenvolvimento da componente prática desta investigação.

E a todos os técnicos e colaboradores dos ginásios onde desenvolvi esta investigação, pela simpatia dada durante os dias passados nos ginásios e pela disponibilidade em colaborar comigo, através do preenchimento dos questionários.

E por fim, com muito afeto e amor, aos meus pais e irmãos, a quem devo tudo o que sou e por me terem dado a oportunidade. Obrigada pela compreensão, incentivo, carinho, e por tudo o que me ensinaram na vida. Um especial OBRIGADA.

A todos vós a minha sincera gratidão.

Índice Geral

Índice de Tabelas	xv
Índice de Figuras	xvii
Índice de Gráficos.....	xix
Índice de Quadros	xxi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos	xxiii
Resumo	xxv
Abstract	xxvii
Introdução.....	1
Pertinência e objetivos do estudo	4
PARTE I: ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	7
I. Qualidade do Ar	9
1.1. Breve sinopse histórica	9
1.2. A Qualidade do Ar Interior	10
1.3. Poluentes do Ar Interior.....	11
II. Poluentes e os principais efeitos na saúde.....	15
2.1. Agentes Químicos.....	16
2.2 Agentes Biológicos	22
2.3 Agentes Físicos	23
III. Prevenção e Controlo de Problemas de QAI	25
3.1. Ventilação	26
3.2. Síndrome do Edifício doente (SED).....	31
IV. Legislação aplicável.....	35
4.1. Qualidade do Ar Interior	35
4.3. Ginásios	38
PARTE II: INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA	41
V. Material e Métodos.....	43
5.1. Local do Estudo	43
5.2. Tipo, Técnica de Amostragem e Dimensão da Amostra.....	49
5.3. Estudo da densidade do tráfego nas ruas envolventes	50
5.4. Tipo de Estudo.....	51
5.5. Metodologia e Instrumentos de Recolha de Dados	51
5.6. Estratégias para o Tratamento Estatístico dos Dados	52
VI. Análise de Resultados	55
6.1. Descrição das Características da Amostra em Estudo	55
6.2. Monitorização da qualidade do ar.....	57

6.3. Avaliação da saúde dos funcionários e utilizadores dos ginásios.....	77
VII. Discussão de Resultados	101
7.1. Monitorização da qualidade do ar.....	101
7.2. Avaliação da saúde dos funcionários e utilizadores dos ginásios.....	114
VIII. Conclusão	117
IX. Perspetivas Futuras.....	121
Referências Bibliográficas	123
ANEXOS.....	137
Anexo I: Questionário - Funcionários	138
Anexo II: Questionário - Utilizadores	143
Anexo III: Fotografias de cada ginásio em estudo	147
Anexo IV: Tráfego Rodoviário	153

Índice de Tabelas

Tabela 1: Principais poluentes do ar interior, as fontes e os seus efeitos na saúde pública	12
Tabela 2: Principais poluentes mensuráveis no interior e exterior de edifícios.....	15
Tabela 3: Valores Limite dos parâmetros químicos em estudo.	37
Tabela 4: Valores Limite dos parâmetros físicos em estudo.	38
Tabela 5: Caracterização do Ginásio A.....	44
Tabela 6:Caraterização do Ginásio B	45
Tabela 7: Caraterização do Ginásio C	46
Tabela 8: Caraterização do Ginásio D	47
Tabela 9: Caraterização do Ginásio E	48
Tabela 10: Modalidades praticadas em cada ginásio.....	49

Índice de Figuras

Figura 1: Mortes prematuras globais de riscos ambientais selecionados: da linha de base de 2010 a 2050 (Fonte: OCDE, 2012).	14
Figura 2: Fatores que condicionam a qualidade de ambientes interiores (adaptado de Martínez e Callejo, 2006).....	16
Figura 3: Deposição de partículas no aparelho respiratório (Adaptado de OFEFP, 2005)	22
Figura 4: Hierarquia de sistemas de ventilação (Adaptado de Etheridge, 2012)	28
Figura 5: Exemplificação da dinâmica da Ventilação Natural. (Geocities, s.d)	30
Figura 6: Período das avaliações efetuadas	50
Figura 7: Fotografias do Ginásio A.....	147
Figura 8: Fotografias do anexo do Ginásio A	148
Figura 9: Fotografias do Ginásio B.....	148
Figura 10: Fotografias do Ginásio C	149
Figura 11: Fotografias do Ginásio D	149
Figura 12: Fotografias do Ginásio E.....	150
Figura 13: Imediações de cada ginásio.....	151

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Concentração média de CO ₂ no interior dos diferentes ginásios.	68
Gráfico 2: Concentração média de CO no interior dos diferentes ginásios.....	69
Gráfico 3: Temperatura média no interior dos diferentes ginásios.....	69
Gráfico 4: Humidade Relativa média no interior dos diferentes ginásios	70
Gráfico 5: Concentração média de PM _{2,5} no interior dos diferentes ginásios.	71
Gráfico 6: Concentração média de PM ₁₀ no interior dos diferentes ginásios.	72
Gráfico 7: Concentração média de CO ₂ no interior dos diferentes ginásios	73
Gráfico 8: Concentração média de CO no interior dos diferentes ginásios.....	73
Gráfico 9: Concentração média de T °C no interior dos diferentes ginásios.....	74
Gráfico 10: Concentração média de PM _{2,5} no interior dos diferentes ginásios.....	76
Gráfico 12: Concentração média de PM _{5,0} no interior dos diferentes ginásios.....	77
Gráfico 13: Relação entre os professores e o número de atividades por espaço físico	77
Gráfico 14: Relação dos Professores com os espaços físicos frequentados.....	78

Índice de Quadros

Quadro 1: Caracterização geral da amostra dos Funcionários dos ginásios em estudo.	55
Quadro 2: Caracterização geral da amostra dos Utilizadores dos ginásios em estudo.	56
Quadro 3: Valores médios de CO, CO ₂ , T ^o , HR, PM _{0.5} , PM _{1.0} , PM _{2.5} , PM _{5.0} e PM ₁₀ no interior dos espaços dos ginásios em estudo.....	57
Quadro 4: Valores médios registados em cada modalidade praticada no interior dos ginásios em estudo.....	60
Quadro 5: Relação entre as concentrações dos poluentes CO, CO ₂ , T ^o , HR, PM _{0.5} , PM _{1.0} , PM _{2.5} , PM _{5.0} e PM ₁₀ avaliados e a localização geográfica dos ginásios.....	65
Quadro 6: Relação entre as concentrações dos poluentes CO, CO ₂ , T ^o , HR, PM _{0.5} , PM _{1.0} , PM _{2.5} , PM _{5.0} e PM ₁₀ avaliados e o interior e exterior dos ginásios.	66
Quadro 7: Relação entre as concentrações dos poluentes CO, CO ₂ , T ^o , HR, PM _{0.5} , PM _{1.0} , PM _{2.5} , PM _{5.0} e PM ₁₀ avaliados e o momento da medição nos ginásios.....	67
Quadro 8: Análise das concentrações médias de Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Carbono (CO ₂) de cada ginásio em estudo.....	73
Quadro 9: Análise das concentrações médias dos parâmetros Temperatura (T °C) e Humidade Relativa (Hr) de cada ginásio em estudo	74
Quadro 10: Análise das concentrações médias da Matéria Particulada de frações PM _{2.5} , PM ₁₀ ; PM _{0.5} , PM _{1.0} e PM _{5.0} de cada ginásio em estudo	75
Quadro 11: Condição de saúde dos funcionários.....	79
Quadro 12: Sintomas e patologias dos funcionários, em função do número de atividades por espaço físico.....	80
Quadro 13: Relação entre os sintomas e/ou patologias dos funcionários e o seu género	81
Quadro 14: Relação entre os sintomas e patologias dos funcionários e os seus hábitos tabágicos	83
Quadro 15: Relação entre as horas semanais de trabalho nos ginásios e os sintomas e patologias dos funcionários.....	84
Quadro 16: Relação entre o tempo de atividade no ginásio [em meses] e os sintomas e patologias dos funcionários dos ginásios.	86
Quadro 17: Presença ou ausência de sintomas/patologias percecionados pelos funcionários	88
Quadro 18: Condição de saúde dos utilizadores.....	89

Quadro 19: Relação entre os utilizadores dos ginásios e a frequência dos sintomas e patologias identificados.....	89
Quadro 20: Relação entre o número de participantes e a frequência de utilização nos ginásios	90
Quadro 21: Relação entre o número de participantes e o género dos utilizadores dos ginásios	90
Quadro 22: Relação entre o número de participantes e o hábito tabágico dos utilizadores dos ginásios.....	91
Quadro 23: Relação entre o número de participantes e a localização geográfica dos ginásios	91
Quadro 24: Correlação entre o tempo frequentado pelos utilizadores dos ginásios que afirmaram possuir sintomas/patologias.....	91
Quadro 25: Presença ou ausência da patologia Asma percecionada pelos utilizadores	92
Quadro 26: Presença ou ausência do sintoma Pieira e Assobios percecionado pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio	93
Quadro 27: Presença ou ausência de Crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido percecionados pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio	93
Quadro 28: Presença ou ausência da patologia Rinite Alérgica percecionada pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio	94
Quadro 29: Presença ou ausência de dores de cabeça percecionadas pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio	95
Quadro 30: Presença ou ausência de Prurido, ardor ou irritação dos olhos percecionado pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio.....	95
Quadro 31: Presença ou ausência de Irritação, prurido e secura da pele percecionada pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio.....	96
Quadro 32: Presença ou ausência de tonturas percecionadas pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio.....	97
Quadro 33: Presença ou ausência de Problemas digestivos percecionados pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio	97
Quadro 34: Presença ou ausência de dificuldades respiratórias percecionadas pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio	98

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

ADENE – Agência para a Energia

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditionins Engineers

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

ATSDR - *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*

BPM – Batimentos por minuto

CCOHS - *Canadian Center for Occupational Health and Safety*

CMR – Concentração Máxima de Referência

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de Carbono

COHb – Composto Carboxihemoglobina

COV's – Compostos Orgânicos Voláteis

COVT - Compostos Orgânicos Voláteis Totais

CH₂O - Formaldeído

DA – Diâmetro Aerodinâmico

dB - Decibel

DL – Decreto-Lei

DP – Desvio Padrão

DGS - Direcção-Geral da Saúde

DRE - Doenças Relacionadas Com o Edifício

EPA – *Environmental Protection Agency*

H – Horas

Hr – Humidade Relativa

IARC – *International Agency for Research on Cancer*

IGAMAOT - Inspeção Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e Ordenamento do Território

IQA – Índice da Qualidade do Ar

m - Metro

M – Média

m³ – Metro cúbico

m² – Metro quadrado

mg - Miligrama

MDPH - *Massachusetts Department of Public Health*

mg/m³ – Miligrama por metro cúbico

m/s – Metro por segundo

NT – Nota Técnica

O₂ - Oxigénio

O₃ – Ozono

°C – Grau Celsius

OMS – Organização Mundial de Saúde

PM – Matéria particulada

PM_x - Partículas ou aerossóis em suspensão no ar

PM_{0,5} – Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 0,5µm

PM_{1,0} - Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 1µm

PM_{2,5} - Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 2,5µm

PM_{5,0} - Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 5µm

PM₁₀ - Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 10µm

ppm – Partes por milhão

QAI – Qualidade do Ar Interior

R – Coeficiente de correlação de Pearson

SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar interior nos Edifícios

SED - Síndrome do Edifício Doente

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

T° - Temperatura

UE- União Europeia

µm – Micrómetro

V_{ar} – Velocidade do Ar

WHO – *World Health Organization*

Resumo

Os ginásios são um local frequente para a prática de desporto e de promoção de saúde e, sendo um espaço fechado, as suas condições ambientais poderão não ser as mais adequadas a esta prática.

É neste contexto que se enquadra a Qualidade do ar como sendo uma condição essencial para o bem-estar e saúde do ser humano, uma vez que o ar que respiramos tem influência direta na saúde e bem-estar.

O objetivo da investigação consistiu em avaliar a exposição ocupacional dos funcionários e utilizadores dos ginásios aos poluentes do ar interior e ainda, verificar qual a prevalência de sintomas/doenças.

O estudo aplicado foi de nível II, do tipo *observacional* e de natureza transversal, sendo que todos os funcionários e utilizadores foram considerados elegíveis para participar no estudo. Foi solicitado o preenchimento de inquéritos aos funcionários e utilizadores, como também foi avaliada a qualidade do ar dos ginásios através das concentrações de Dióxido de Carbono (CO₂), Monóxido de Carbono (CO), Matéria particulada (PM_{2.5} e PM₁₀), bem como a temperatura (T^o) e humidade relativa (Hr).

Os dados foram tratados através do *software* estatístico IBM SPSS. A interpretação dos testes estatísticos foi realizada com base no nível de confiança de 95% para um erro aleatório inferior ou igual a 5%.

Os poluentes com maiores níveis de excedência são o CO₂ e as partículas PM_{2.5} e PM₁₀. As excedências devem-se essencialmente à sobrelotação das salas, excesso de atividade física e ventilação insuficiente.

A semiologia com maior prevalência foram as dores de cabeça, tonturas, crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido e ardor ou irritação dos olhos, sendo que se considerou que os locais avaliados não apresentavam Síndrome do Edifício Doente (SED).

A presente investigação reconheceu a necessidade de fazer regressar as auditorias obrigatórias ao ar interior dos edifícios.

Palavras-chave: Ginásios, Qualidade do Ar, Exposição Ocupacional, Síndrome do Edifício Doente

Abstract

The gymnasiums are a frequent place for practice of sports and for health promotion. But, being an enclosed space, its environmental conditions may not be always the most appropriate for that.

It is in this context that Air Quality is defined as an essential condition for human well-being and health, since the air we breathe has a direct influence on both health and well-being.

The objective of the investigation was to evaluate the occupational exposure of gymnasiums employees and users to indoor air pollutants and to verify the prevalence of symptoms/diseases.

The applied study was a level II, the observational type and transversal nature, being that all the employees and users of the gyms were considered eligible to participate in the study.

It was asked to fill out surveys to employees and users, as well as air quality of gyms was evaluated through the concentrations of Carbon Monoxide (CO₂), Carbon Monoxide (CO), Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), and as well as temperature (T°) and relative humidity (Hr).

The data was processed through the “IBM SPSS statistics” software.

The interpretation of statistical tests was performed based on a 95% confidence level for a random error of less or equal than 5%.

The pollutants with the highest levels of exceedance are carbon dioxide and particulates PM_{2.5} and PM₁₀. Exceedances are mainly due to room overcrowding, excessive physical activity and insufficient ventilation.

The most prevalent semiology was headache, dizziness, sneezing, runny nose or stuffy nose, and pruritus, burning or irritation of the eyes. It was considered that the sites evaluated did not present Sick Building Syndrome (SED).

The present investigation recognizes the need of returning compulsory audits to the indoor air of buildings.

Keywords: Gyms, Air Quality, Atmospheric Pollutants, Occupational Exposure, Sick Building Syndrome

Introdução

A relevância do controlo e avaliação da Qualidade do Ar Interior da qualidade em edifícios, resulta do facto da sociedade ter a tendência em passar a maioria do seu dia em ambiente fechados, ficando desta forma potencialmente exposta à ação de diversos poluentes, tanto externos ou internos como também existentes em equipamentos de natureza AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado. De facto, passamos grande parte do tempo nestes ambientes, muitas vezes expostos a atmosferas pouco ou nada saudáveis (Frontczak *et al.*, 2012; Dales *et al.*, 2008; Madureira *et al.*, 2015).

O ponto fulcral de partida para esta investigação é o facto de grande parte da exposição diária a vários poluentes, bem como, a transmissão de um elevado número de doenças, é através da inalação do ar (Albrecht *et al.*, 2007; Rudnick e Milton, 2003).

Os ginásios oferecem serviços e atividades desenvolvidas em contexto interior no qual é criado um treino personalizado e adaptado às necessidades de cada indivíduo, com recurso a equipamentos específicos de treino muscular, com acompanhamento permanente de um Técnico de Desporto. Portanto, tendo em conta que estes locais são um local frequente para a prática de desporto e de promoção de saúde e, uma vez que é realizado num espaço fechado, é relevante mencionar que os indivíduos estão em particular risco de inalar poluentes, não só porque durante a atividade desportiva estão sujeitos a maiores taxas de consumo de ar, mas também ao facto de uma grande fração de ar ser inalada pela boca durante a prática de exercício físico (Marques *et al.*, 2013).

Embora que a grande maioria dos utilizadores realizem apenas curtos treinos diários ou semanais (1 a 2 horas), outras despendem muito tempo do seu tempo nos ginásios, como é o caso dos instrutores e profissionais dos ginásios, sendo estes, os seus locais de trabalho. Por um lado, a prática de exercício é saudável, mas o local onde é realizado poderá influenciar a saúde? Terão os ginásios uma boa qualidade do ar interior maximizando os benefícios obtidos da prática de exercício físico?

A poluição do ar interior é reconhecida como um dos cinco principais riscos ambientais para a saúde pública, sendo que os níveis de poluentes no interior dos edifícios podem ser duas a cinco vezes superiores aos níveis exteriores, podendo chegar, em casos extremos, a níveis superiores a cem vezes mais que no exterior (Ayoko, 2004; Sundell, 2004; Dales *et al.*, 2008; Almeida *et al.*, 2010; WHO, 2010; Silva *et al.*, 2012; EEA, 2013).

Estes níveis de contaminação revelam-se de grande importância visto que a sociedade nos dias de hoje, como já foi referido, passa grande parte do seu dia em ambientes fechados (Wang *et al.*, 2007; Herberger *et al.*, 2010).

É de referir que a Organização Mundial de Saúde (OMS) também determinou que a poluição do ar interior é o 8º fator de risco mais importante, sendo responsável por 2,7% do conjunto de casos doenças no Mundo (OMS, 2010).

Nas últimas décadas, a investigação no âmbito da qualidade do ar, tem alcançado alguma dimensão, incidindo-se na identificação dos poluentes existentes no interior de edifícios, em vários ambientes públicos e privados (casas, escritórios, escolas, universidades, hospitais, lares de idosos, centros comerciais, entre outros), bem como as suas fontes e os efeitos na saúde (Gemenetzis *et al.*, 2006; Chan *et al.*, 2009; Mumovic *et al.*, 2009; Santos, 2010; Lourenço, 2011; Costa, 2011; Sanguessuga, 2012; Ferreira e Cardoso, 2013; Loureiro, 2015; Neto, 2015; Coentro, 2015; Jardim *et al.*, 2015; Peliano, 2016).

Tendo em conta as inúmeras investigações acerca desta temática, é relevante salientar alguns aspetos importantes a reter, como a designação da Qualidade do Ar Interior (QAI), sendo que diz respeito à qualidade do ar dentro dos edifícios e estruturas e ainda, às causas da poluição do seu interior, existindo uma combinação de fatores físicos, químicos e biológicos, estando também relacionadas com a adequação da ventilação.

Garantir uma boa QAI deve ser, por isso, um objetivo de qualquer projeto de construção e de gestão de qualquer edifício, de modo a alcançar-se um ambiente interno saudável e produtivo. Não devemos preocupar-nos apenas com a qualidade do ar atmosférico, ou seja, o ar exterior aos edifícios, mas também com aquele que respiramos dentro dos mesmos.

Neste contexto, é importante realçar que a gestão do recurso ar é então, uma etapa fundamental para a manutenção dos níveis de qualidade do ar dentro dos limites impostos pela legislação.

Tendo em conta as consequências possíveis que acarretam um edifício com uma deficiente QAI na saúde dos seus ocupantes, foi enunciada a seguinte questão de partida que contribuiu para o surgimento desta investigação: Qual é a relação da Qualidade do Ar em ginásios e a exposição humana a poluentes atmosféricos durante a prática desportiva?

Assim sendo, o estudo da QAI torna-se um desafio mais interessante e revestido de maior importância quando analisado num ambiente que se deseja francamente favorável à promoção da saúde dos indivíduos. A avaliação da QAI em ginásios torna-

se, pois, da maior relevância, tendo-se a necessidade de se obter mais informação sobre o contributo de fonte internas e externas, nestes locais públicos, onde os seus ocupantes se tornam um público de risco durante a prática desportiva.

Pertinência e objetivos do estudo

Atualmente, segundo a Comissão Europeia (2017), seis dos sete principais fatores de risco de morte prematura na Europa, nomeadamente a pressão arterial, colesterol, índice de massa corporal elevados, ingestão insuficiente de fruta e legumes, inatividade física e o consumo excessivo de álcool estão associados a hábitos alimentares pouco saudáveis e à falta de exercício físico (Comissão Europeia, 2017). É indiscutível que a atividade física está cada vez mais presente no nosso quotidiano, não só pela preocupação crescente que os indivíduos têm vindo a demonstrar com a sua imagem pessoal, mas também pela relação que a atividade física apresenta na minimização de vários problemas de saúde física e mental.

Apesar de conhecidos os benefícios da atividade física para a saúde, os níveis de sedentarismo continuam a ser motivo de preocupação, sendo necessário promover e motivar um estilo de vida ativo e saudável (Park, *et al.*, 2011). Deste modo, esta necessidade de se praticar mais exercício físico, implica passar mais tempo no exterior, praticando exercício ao ar livre, ou em alternativa realizar a prática desportiva no interior, em ginásios e clubes. Considerando que atualmente os indivíduos passam cerca de 90% do seu tempo em contexto interior (Ar Diagnostic, 2008), os ginásios passam a fazer parte do conjunto de espaços que contribuem para essa percentagem e consequentemente para a exposição diária a poluentes atmosféricos.

De facto, nem todos os ginásios apresentam as melhores condições, nomeadamente de construção, ventilação, processos de limpeza e lotação de ocupantes superior ao limite, podendo assim interferir e contribuir para uma débil QAI. Apesar de existir legislação específica para ginásios, principalmente para as condições de implementação, a mesma é reduzida e não contempla a QAI.

Define-se “ginásios” como “os estabelecimentos abertos ao público ou a uma categoria determinada de utentes, que integram uma ou mais salas destinadas à prática de atividades físicas e desportivas e respetivas instalações de apoio” (Conselho Nacional do Desporto, 2008) e também “as salas de desporto abertas ao público dotadas de equipamento para o treino da força, nomeadamente para a prática do culturismo, da musculação ou atividades afins, bem como as destinadas ao desenvolvimento, manutenção ou recuperação da condição física, designadamente para a prática da ginástica, manutenção, aeróbica ou atividades semelhantes, ainda que integrem ou estejam integradas em infraestruturas vocacionadas para a prática de outras modalidades” (Decreto-Lei n.º 385/99 de 28 de Setembro). Ao longo da pesquisa realizada acerca da temática da Qualidade do Ar Interior, deparou-se com o facto de

que os ginásios, são um espaço relativamente pouco estudado. A grande maioria dos estudos publicados incide sobre ginásios escolares, ou seja, sobre os espaços que em Portugal se designam por pavilhões gimnodesportivos, de realçar o estudo realizado por Marques (2013). Outros dois espaços também estudados e em Portugal são as piscinas interiores (Matias, 2011; Pedroso, 2009). Deste modo, a QAI em ginásios é uma área que oferece grandes possibilidades de estudo.

É neste contexto que surge a presente dissertação que consistiu na realização de uma avaliação de fontes emissoras de poluentes interiores em ginásios sedeados no distrito de Castelo Branco. Esta investigação teve como principal objetivo não só avaliar as concentrações de poluentes durante a prática desportiva, como também avaliar o impacto desses poluentes para a exposição humana.

Para tal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Monitorização dos principais poluentes interiores, CO₂, CO, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀, temperatura ambiente e humidade relativa, durante 40 dias em salas com diferentes atividades (sala de musculação e *cardiofitness* e sala de aulas de grupo);
- Determinar os principais fatores que influenciam a variação dos parâmetros monitorizados ao longo do dia;
- Caracterizar a influência das diferentes atividades no perfil de variação dos poluentes selecionados;
- Embora seja inexistente a legislação específica referente às concentrações dos poluentes relevantes para a QAI nos ginásios, comparar os resultados obtidos para cada ginásio com as concentrações limiares presentes na Portaria nº 353-A/2013 de 4 de Dezembro, com exceção da temperatura e humidade relativa que tem valores de referência mencionados no diploma relativo à construção, instalação e funcionamento de ginásios;
- Propor, sempre que possível, medidas corretivas e preventivas de forma a poder minimizar ou eliminar a exposição aos poluentes monitorizados.

Em termos de organização da presente tese, esta encontra-se dividida em duas partes distintas: o Enquadramento Teórico e a Investigação Empírica, sendo ambas as partes divididas em capítulos.

A Parte 1 contempla o Enquadramento Teórico da dissertação, onde é efetuada uma revisão da literatura existente sobre a temática a estudar. Encontram-se na Parte I, quatro capítulos: Capítulo I, que inicia com uma breve sinopse histórica acerca da temática QAI e os poluentes existentes em ambientes interiores. No capítulo II é feita

uma descrição sumária sobre as principais fontes e poluentes presentes em atmosferas interiores, e, ainda, os principais efeitos na saúde dos ocupantes de um determinado edifício. No capítulo III, remete-nos para a prevenção e controlo dos problemas associados à QAI, nomeadamente a ventilação natural e mecânica e ainda, é referido duas “situações” que resultam do estado da QAI: o Síndrome do Edifício Doente (SED) e Doença Relacionada com o Edifício (DRE). No capítulo IV apresenta-se sucintamente o enquadramento legal existente relativo à temática de QAI.

A segunda parte da dissertação corresponde à componente prática efetuada e às respetivas conclusões afetas a este estudo. Ao longo dos capítulos V, VI e VII são abordados, respetivamente, a metodologia e os instrumentos utilizados na recolha dos dados, a população-alvo e a amostra como também o tratamento estatístico utilizado para o tratamento dos dados recolhidos, os resultados obtidos e a discussão dos mesmos à luz do conhecimento atual. No VIII, a dissertação culmina com a Conclusão, que faz um encerramento global do que foi executado, em que são apresentados os resultados mais importantes evidenciando o cumprimento dos objetivos propostos e por fim, as Perspetivas Futuras no capítulo IX, onde são abordadas as mais-valias deste estudo e as limitações encontradas.

PARTE I: ENQUADRAMENTO TEÓRICO



I. Qualidade do Ar

1.1. Breve sinopse histórica

Ao longo da história, o Homem tem verificado que o ar poluído pode ser prejudicial para a saúde e bem-estar em ambientes interiores pelas emissões de contaminantes por diversas fontes interiores (Sundell *et al.*, 2004). Consta que desde de 1950, pelo autor Weschler (2009), houve uma diminuição das concentrações de poluentes interiores, que por sua vez, fatores como o aumento do tempo de permanência em edifícios e a evolução da tecnologia conduziram a um aumento da exposição a poluentes do ar interior (Dales *et al.*, 2008).

No início de 1970, com a crise energética na qual foi associada à diminuição de produção de petróleo, conduziu a que as pessoas repensassem a forma como estavam a utilizar os recursos energéticos (Wang *et al.*, 2005). Os fabricantes e empreiteiros desenvolveram novos materiais e métodos de construção, focando-se essencialmente num maior isolamento dos edifícios de forma a manter a energia térmica gerada por maiores períodos de tempo no interior do espaço onde era produzida. Esta circunstância provocou uma menor renovação do ar no interior dos edifícios o que, conseqüentemente, aumentou a exposição dos ocupantes a concentrações mais elevadas de poluentes das atmosferas interiores (Milica & Bobić, 2009).

Em Meados dos anos 1973/74, os sintomas e as doenças relacionados com a QAI são classificados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como a Síndrome dos Edifícios Doentes (SED). De referir que nos anos 80, nos países ocidentais, foi atingido um pico em relação a esta problemática, em que foi associada, na maioria dos casos, a uma ventilação inadequada (Sundell *et al.*, 2004)

Em Copenhaga nos anos de 1978, surgiu a primeira grande conferência sobre QAI, tendo esta a intenção de ser feito um estudo acerca dos efeitos do ambiente interior na performance do Homem, no seu bem-estar e na sua saúde. O autor Nazaroff, em 2012, acrescenta ainda, que após trinta e cinco anos, alguns dos temas debatidos nesta conferência continuam a fazer parte dos temas de investigação atuais, como por exemplo as emissões dos materiais de construção e os agentes alergénios. No entanto, com o desenvolvimento da tecnologia, hoje em dia, é possível alargar o leque de

investigação incluindo mais espaços, mais poluentes e um maior número de resultados num menor espaço de tempo, representado assim, uma grande vantagem em relação aos estudos realizados naquela época.

1.2. A Qualidade do Ar Interior

A qualidade do ar é o termo utilizado para traduzir o grau de poluição no ar que respiramos. A poluição do ar é provocada por uma mistura de substâncias químicas promovidas no ar ou resultantes de reações químicas que alteram o que seria a composição natural da atmosfera (Jesus *et al*, 2012).

Os autores Ashmore e Dimitroulopoulou, em 2009, referem que o número de queixas relacionadas com a QAI tem aumentado consideravelmente devido ao aumento da densidade de edifícios, o crescente uso de materiais sintéticos, as medidas de conservação de energia e a poluição do ar exterior. A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) refere também que são vários os compostos com potencial perigoso que se libertam dentro de um edifício, dos quais passo a citar: os materiais de construção utilizados no revestimento e decoração dos edifícios, tais como: aglomerados de madeira, alcatifas, papéis de parede, tintas, vernizes, colas, os produtos de limpeza (lixívia e detergentes), os próprios equipamentos de limpeza (como por exemplo, o aspirador), o material de escritório (fotocopiadoras, impressoras, computadores entre outros) e os seus ocupantes que geram a disseminação aérea de várias substâncias químicas, em particular os compostos orgânicos voláteis (COV's), o ozono (O₃) e o dióxido de carbono (CO₂) (Agência Portuguesa do Ambiente, 2016).

As reações a estes agentes podem conduzir a um fenómeno designado de Síndrome do Edifício Doente (SED). Esta denominação existe devido à baixa qualidade do ar nos diversos compartimentos de alguns edifícios em que uma deficiente QAI pode desencadear uma grande variedade de efeitos/sintomas na saúde humana, como letargia, cefaleias, cansaço, irritação do nariz e garganta e falta de concentração (APA, 2010; Lee *et al.*, 2006), como também problemas respiratórios, cancro do pulmão, irritação nos olhos e alergias (Dales *et al.*, 2008; Billionnet *et al.*, 2011; Sarigiannis *et al.*, 2011). Além dos efeitos diretos na saúde pública, uma deficiente QAI também poderá afetar a produtividade e desempenho dos vários indivíduos (Manzey & Lorenz, 1998; Mendell & Heath, 2005; Saari *et al.*, 2006; Wargocki *et al.* 2006).

Dado este contexto surge então, a questão sobre qual a situação da Qualidade do Ar Interior (QAI) nos ginásios. Este tema considerou-se bastante pertinente de ser

estudado devido ao facto de, durante o exercício físico, existir as seguintes características enunciadas pelos autores Carlisle e Sharp, 2001:

- Um aumento do volume de poluentes inalados com o aumento de ar inalado;
- Um volume considerável de ar ser inalado oralmente, não passando pelas vias nasais de filtração onde ficam retidas partículas maiores;
- O aumento da velocidade do ar inalado depositar as partículas em zonas mais profundas do pulmão.

Em suma, esta interação com o aparelho respiratório ocorre tendo em conta que um aumento da atividade física resulta numa maior frequência respiratória (inspirações/minuto) e num maior volume inspiratório (L), de forma a dar resposta à necessidade do organismo a maiores concentrações de oxigénio (O₂) em menos tempo e ainda ao facto que maiores quantidades de ar poderão levar uma maior quantidade de poluentes que irão entrar nas vias respiratórias, sendo que algumas delas irão dar entrada pela boca e não pelo nariz, não sofrendo os processos normais de filtração nasal. De referir que no caso específico das partículas, depois deste processo segue-se então, a deposição de partículas no aparelho respiratório que está estreitamente ligada à frequência respiratória, ao tipo de respiração, à intensidade do exercício e às propriedades aerodinâmicas das partículas (Hussain *et al.*, 2011).

1.3. Poluentes do Ar Interior

A poluição do ar interior pode ser definida pela presença de poluentes químicos, físicos ou biológicos no ar interior de edifícios, como por exemplo, escolas, escritórios, habitações, edifícios de comércio e serviços e meios de transporte (Jacobs *et al.*, 2007; Jantunen *et al.*, 2011; APA, 2015). A QAI apresenta-se como uma das maiores ameaças à saúde humana, pois os estilos de vida dos indivíduos têm mudado ao longo do tempo e o que é certo, é que o tempo que permanecem em ambientes interiores é de aproximadamente de 90%, onde os níveis de poluentes podem ser até 100 vezes superiores aos do ar exterior (Ayoko, 2004; Sundell, 2004; Dales *et al.*, 2008; Almeida *et al.*, 2010; WHO, 2010; Silva *et al.*, 2012; EEA, 2013).

Uma deficiente QAI pode conduzir a inúmeros sintomas, sendo esses os mais comuns os seguintes: dores de cabeça, fadiga, congestão nasal, tosse, espirros e a irritação das mucosas. Porém, além destes sintomas, poderá ter consequências ainda mais graves como se pode analisar na Tabela 1 (Adaptado de Agência Portuguesa do Ambiente, 2009).

Tabela 1.: Principais poluentes do ar interior, as fontes e os seus efeitos na saúde pública (Adaptado de Agência Portuguesa do Ambiente, 2009).

Poluentes	Principais fontes	Principais efeitos na saúde
Formaldeído (CH ₂ O)	Desinfetantes, produtos derivados da madeira, isolantes, pinturas, adesivos, tabaco, têxtil, cola, carpetes, mobiliário.	Irritação dos olhos, irritação das mucosas e problemas respiratórios
Monóxido de carbono (CO)	Emissões de veículos (garagens, entradas de ar); Contaminação exterior, combustão incompleta sem exaustão, Fumo (tabaco); Ventilação deficiente, extração inadequada.	Apresenta grande toxicidade para os seres humanos, causando a redução da oxigenação do sangue e afetando o sistema nervoso; Tonturas e vertigens; Dores de cabeça, angina, dificuldade na concentração; Efeitos agudos que pode levar à morte quando em elevadas concentrações.
Dióxido de azoto (NO ₂)	Número de Pessoas no espaço (respiração humana); Contaminação exterior, combustões em aquecedores	Diminuição da resistência a infeções; Problemas respiratórios (ex. ° Asma, Rinite e Bronquite)
Compostos Orgânicos voláteis (COV's) (Tricloroetileno, benzeno, tolueno, metil etil cetonas, álcoois metacrilatos, acroleína, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, e pesticidas)	Tintas, produtos de limpeza, impressoras, computadores, solventes impermeabilizantes e isolantes derivados de silicone, carpetes, mobiliário, adesivos, inseticidas, herbicidas, produtos de combustão, fumo de tabaco, cosméticos e outros produtos de uso pessoal. Emissões de veículos; Emissões industriais.	Irritação dos olhos, nariz e garganta, dores de cabeça, perda de coordenação, danos no fígado, rins e cérebro, vários tipos de cancro.
Benzeno (C ₆ H ₆)	Produtos derivados da madeira, fumo do tabaco, contaminação exterior	Cancerígeno
Radão (gás radioativo) (Rn)	Libertação através da permeabilidade e porosidade dos solos e rochas (como por exemplo, as Zonas graníticas). Materiais de construção. É influenciada por parâmetros meteorológicos, como a pressão atmosférica, humidade e temperatura.	Aumento do risco de cancro do Pulmão
Ozono (O ₃)	Contaminação exterior, fotocopiadoras; impressoras; ambientadores.	Envelhecimento precoce; Diminuição da resistência a infeções; Irritação nos olhos, nariz e garganta; Problemas respiratórios (ex. ° Asma, Rinite e Bronquite)
Partículas em Suspensão no ar	Contaminação exterior, combustões, Filtros do sistema de AVAC, Fumo (ex. ° tabaco), Papel; Limpezas; entradas de ar; carpetes; isolamento de tubagens; resíduos de água; carpetes; Entradas de ar.	Irritação dos olhos, nariz e garganta, agravamento da asma e bronquite, aumento das doenças respiratórias, cancro do pulmão, doenças cardiovasculares, morte prematura, Cancro.
Dióxido Carbono (CO ₂)	Contaminação exterior, Respiração dos ocupantes (Devido a taxas de ocupação elevadas), Fumo (ex. ° tabaco); sistema de aquecimento a gás; Ventilação deficiente.	Afeta o sistema nervoso central, sistema cardiovascular, os ossos, fadiga; Sonolência; Falta de concentração; Dores de cabeça.
Microrganismos: Bactérias, fungos, Legionella pneumophila	Água estagnada em sistemas AVAC, materiais molhados e húmidos, desumidificadores, materiais de construção e decoração, alcatifa, ocupantes.	Reações alérgicas, sintomas de asma, irritação dos olhos e da garganta, febre do humidificador, gripe e outras doenças infecciosas.

O ar interior de um edifício resulta da interação da sua localização, do clima, do sistema de ventilação do edifício, das fontes de contaminação como o mobiliário, fontes de humidade, processos de trabalho e atividades e poluentes exteriores bem como o número de ocupantes do edifício (Matos *et al.*, 2010). Resumidamente, é a disposição física do edifício bem como o seu sistema de AVAC que influenciam a QAI, pois controla o movimento e circulação de ar, assim como a quantidade de ar fresco exterior que entra no interior do edifício. Mudanças como alteração da disposição do edifício, bem como, a existência de obstáculos à circulação do ar, terá como consequência a concentração de contaminantes em determinados locais do edifício. De salientar que a função de um sistema de AVAC é introduzir ar novo, garantir o conforto térmico, remover odores e contaminantes, então se este for mal projetado, ou não for garantida a sua manutenção, conduzirá a graves problemas de QAI (Matos *et al.*, 2010). Segundo os autores citados anteriormente, uma ventilação imprópria e a emissão de contaminantes químicos procedentes de fontes do ambiente interior como por exemplo, tapetes, estofos, colas, tintas, máquinas fotocopiadoras, madeiras e produtos de limpeza e pesticidas, originam elevadas concentrações de poluentes prejudiciais à saúde dos indivíduos.

Estima-se que a poluição do interior no ano de 2030 será uma das principais causas de morte associada a questões ambientais com cerca de 2,3 milhões de mortes (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, 2012). Prevê-se ainda que este número diminua para 1,8 milhões em 2050 pela redução de uso de combustíveis sólidos e devido principalmente a um aumento global do nível básico de vida. De salientar que as crianças e os idosos são os grupos mais suscetíveis à poluição do ar interior (OCDE, 2012).

Na figura 2 é apresentada as mortes prematuras globais associadas aos cinco principais riscos ambientais de 2010 a 2050 que são os seguintes:

- ❖ Partículas Particulada;
- ❖ Ozono ao nível do solo;
- ❖ Abastecimento de água e saneamento inadequado;
- ❖ Poluição do Ar Interior;
- ❖ Malária.

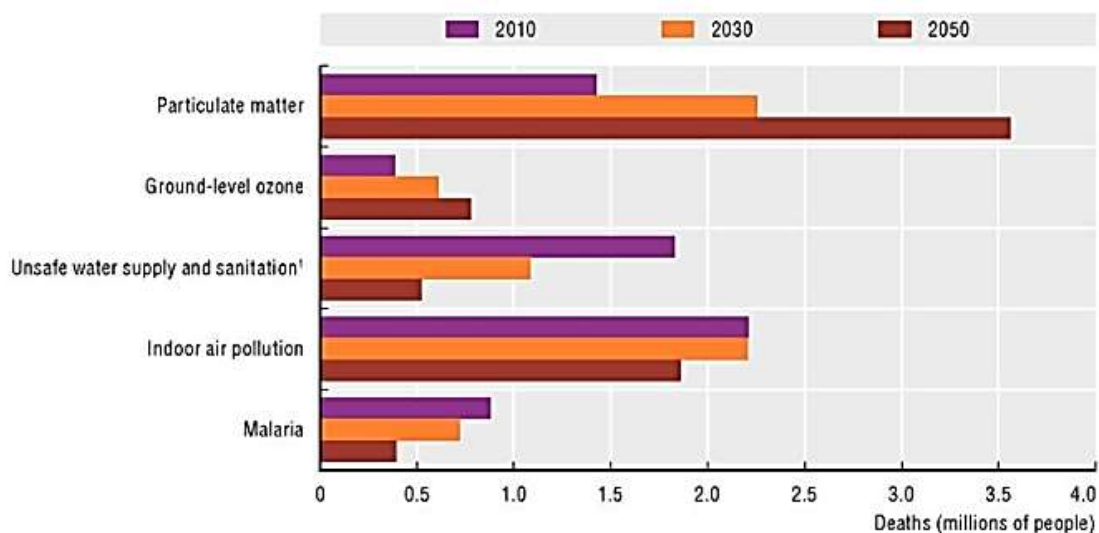


Figura 1: Mortes prematuras globais de riscos ambientais selecionados: da linha de base de 2010 a 2050 (Fonte: OCDE, 2012).

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) indica que as doenças relacionadas com os edifícios (DRE) como sintomas de uma doença específica conhecida, resultante da exposição a eventuais contaminantes do ar dentro de um edifício, são frequentemente encontrados nos sistemas AVAC, como é o caso da doença dos Legionários provocada pela bactéria *Legionella pneumophila* citada na tabela 1 (APA, 2009). Os sintomas como arrepios, dores musculares, febre, sensação de opressão torácica e tosse são indicadores de DRE (Gomes, 2010). De referir também, que muitas situações de saúde relacionadas principalmente com alergias e doenças respiratórias estão associadas com o ar interior, na qual afetam o bem-estar e o desempenho dos ocupantes desse mesmo edifício (Sundell *et al.*, 2004).

Importa ainda mencionar que, no ano 2013, foi considerado o ‘Ano do Ar’ pela Comissão Europeia de forma a alertar para a gravidade do problema da poluição do ar e para o seu impacto na saúde (APA, 2013).

II. Poluentes e os principais efeitos na saúde

Para além da identificação das fontes, deve-se ter em conta o modo de emissão dos compostos, ou seja, se a emissão é contínua ou esporádica, constante ou variável e ainda se em altas ou baixas concentrações. De salientar que a existência de concentrações de poluentes elevadas no ar exterior, podem afetar desfavoravelmente o ambiente interior (Hoskins, 2003). É de destacar que alguns dos poluentes enunciados em seguida podem ser originados tanto em ambiente interior, como em contexto exterior sendo depois transportados para o interior dos edifícios. Na tabela seguinte consta os principais poluentes mensuráveis no interior e exterior de edifícios.

Tabela 2.: Principais poluentes mensuráveis no interior e exterior de edifícios.

Poluente	Designação (Fórmula química)	Interior	Exterior
•Monóxido de Carbono	CO	✓	✓
•Dióxido de Carbono	CO ₂	✓	✓
•Compostos Orgânicos Voláteis	COV	✓	
•Óxidos de Azoto	NO _x		✓
•Matéria Particulada	PM ₁₀	✓	✓
•Ozono	O ₃	✓	✓
•Formaldeído	CH ₂ O	✓	
•Benzeno	C ₆ H ₆	✓	
•Bolor	-	✓	

Geralmente as atuais avaliações efetuadas no interior de edifícios incluem quatro aspetos principais: conforto térmico, qualidade do ar interior (QAI), conforto visual e conforto auditivo, fatores estes, que condicionam a qualidade de ambientes interiores (Minister of Health, 2003; Martinez e Callejo, 2006; Wong *et al.*, 2009), como demonstra a Figura 2.

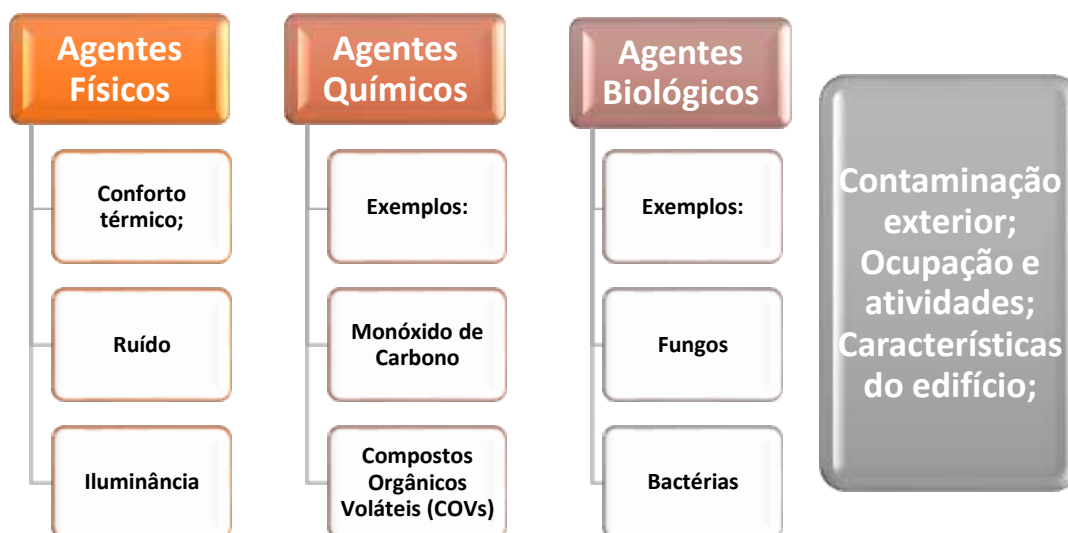


Figura 2: Fatores que condicionam a qualidade de ambientes interiores (adaptado de Martínez e Callejo, 2006)

Portanto, de um modo geral, os fatores que afetam diretamente a QAI são, entre outros (Minister of Health, 2003; Martínez e Callejo 2006; APA, 2010):

- ❖ as fontes de poluição interior, como materiais de construção, equipamentos produtos de consumo, limpeza, entre outros;
- ❖ os ocupantes através dos seus comportamentos e atividades;
- ❖ os sistemas de ventilação, aquecimento e ar condicionado (AVAC);
- ❖ as fontes de poluição exterior, como o fumo de combustão de veículos, emissões industriais, pólen e deposição de resíduos.

Neste capítulo pretende abordar-se essencialmente, os poluentes mais comuns presentes no ar interior, bem como as suas possíveis fontes de emissão e os efeitos na saúde humana, na qual passo a explicitar em seguida.

2.1. Agentes Químicos

2.1.1 Compostos Orgânicos Voláteis (COV)

Os compostos orgânicos voláteis são substâncias que existem na forma gasosa ou também podem passar para o estado gasoso, caso estejam à temperatura e humidade ambiente. Estes compostos podem derivar dos processos de queima, nomeadamente do fumo de tabaco e dos materiais utilizados na construção dos edifícios e acabamentos interiores (Hodgson e Beal, 2002). EPA (2011), também faz referência às concentrações destes poluentes, na qual estão em concentrações mais elevadas no interior do que no exterior, uma vez que são emitidos por objetos e/ou estruturas que maioritariamente existem no interior, tais como carpetes, mobiliário, produtos de

limpeza, tintas, perfumes, lacas e solventes (APA, 2009). Também, os espaços utilizados para armazenamento de tintas, óleos, gasolina e lacas, com ventilação insuficiente, são também potenciais fontes de COV's (WHO, 2010).

De evidenciar, que o fumo do tabaco é uma das principais causas de compostos orgânicos voláteis, nomeadamente o benzeno, diclorometano, cetona, amónia, tolueno, hidrocarbonetos aromáticos, fenóis e álcoois (Louro, 2013). O autor refere ainda que no ar interior, as espécies de COV existentes variam com a sua fonte emissora, sendo as espécies mais comuns o benzeno, cloreto de metileno, dibrometo de etileno, tetracloreto de carbono, 1,1-dicloroetileno e 1,4-diclorobenzeno.

O benzeno é um composto químico classificado pelo IARC (*International Agency for Research on Cancer*) como carcinogénico para os humanos, apresentando-se como um químico que origina danos no sistema imunitário, como as doenças de leucopenia, trombocitopenia ou anemia (IARC, 2000). Acrescentar ainda, que os níveis de exposição tão elevados que provoquem estes danos ocorrem ao nível da exposição ocupacional ou quando existem muitos materiais no interior do edifício com grandes quantidades de solventes ou à base de solventes.

No interior dos edifícios, muitos COVs podem estar presentes em concentrações de 2 a 20 mg m⁻³, mas o tabagismo e uma ventilação insuficiente podem contribuir para concentrações de COVs de 50 a 200 mg m⁻³ (Wolkoff *et al.*, 2010). Importar salientar novamente, o impacto dos materiais de construção na QAI pelo facto de ser notório em remodelações de edifícios e pinturas, bem como em edifícios novos onde muitos compostos podem estar presentes em concentrações superiores a 100 mg m⁻³.

Também a presença de ocupantes pode influenciar a emissão de COVs, tendo sido evidenciado, em períodos da sua ausência, uma redução de 50%, nas concentrações de uma série compostos (Crump, 2011).

A fim de minimizar possíveis danos na saúde, a comunidade europeia definiu um valor de 0,3 mg m⁻³ para COVT, tendo em conta que nenhum COV individualmente deve exceder 10% da concentração de COVT. Estes valores justificam-se pelo facto de exposições de 0,3 a 3 mg m⁻³ apresentarem origem nos odores, irritação e desconforto e valores superiores a 25 mg m⁻³ resultarem em desconforto temporário e irritações respiratórias. Os principais efeitos na saúde registados são então, irritação da garganta e vias respiratórias, dores de cabeça, distúrbios visuais, sonolência, tonturas e lesões do fígado e dos rins. Alguns COVs também têm efeitos cancerígenos (EPA, 2011).

2.1.2. Formaldeído (CH₂O)

O formaldeído é um COV, mas dada a sua importância, é normalmente avaliado de uma forma individualizada (Hoskins, 2003). Este composto químico, à temperatura ambiente é um gás incolor, inflamável e apresenta um odor característico.

As fontes de CH₂O no interior incluem o mobiliário e madeira, que contenham produtos à base de CH₂O, produtos de pintura, papel de parede, cola, adesivos, isolamento de espuma de ureia-formaldeído, vernizes, produtos de limpeza, computadores e fotocopiadoras (WHO, 2010; APA, 2009).

O formaldeído é o principal composto volátil orgânico encontrado nos processos de construção, como conservante de alguns alimentos e em numerosos produtos domésticos, como antissépticos, medicamentos e cosméticos, como velas e incensos (Wang *et al.*, 2005; ATSDR, 1999). É um composto omnipresente no ambiente, uma vez que é um poluente formado naturalmente através da combustão da biomassa e através de vulcões como também as fontes antropogénicas (causadas por atividades humanas) que envolvem as fontes industriais e combustão com origem no tráfego rodoviário. No entanto, este composto é produzido industrialmente em todo o mundo e é utilizado no fabrico de resinas ou como preservante de alguns produtos, tais com peças anatómicas (WHO, 2010). Também a World Health Organization refere que a emissão de formaldeído a partir dos materiais de construção aplica-se aos novos edifícios, uma vez que a emissão deste contaminante ocorre ao longo de vários meses, principalmente se se verificarem condições de elevada temperatura e humidade relativa no interior dos edifícios (WHO, 2010).

No exterior, as concentrações de formaldeído são geralmente inferiores a 0,005 mg m⁻³ atingindo, valores dez vezes superiores, em ambientes interiores (Crump, 2011). Segundo Wolkoff e Nielsen (2010), os edifícios novos ou com grandes áreas em madeira podem atingir concentrações superiores a 0,1 mg m⁻³. Os níveis de formaldeído devem ser inferiores a 0,1 ppm nos espaços interiores devido aos seus efeitos na saúde.

Os efeitos do CH₂O na saúde variam entre efeitos crónicos e efeitos agudos. Os efeitos agudos são essencialmente irritações ao nível das mucosas, tal como conjuntivites, irritações na garganta e vias respiratórias, alergias na pele e asma alérgica. Os efeitos crónicos, que surgem nomeadamente em contexto ocupacional, podem conduzir a problemas graves na saúde, uma vez que o formaldeído pode provocar alterações a nível celular, danos na função respiratória e efeitos teratogénicos e cancerígenos (IARC, 2006; ATSDR, 2016). Este composto sendo simultaneamente irritante e alergénio também pode estar na origem de reações cutâneas (WHO, 2010).

2.1.3. Monóxido de Carbono (CO)

O CO é um gás incolor e inodoro, resultante da combustão incompleta de combustíveis fósseis. A acumulação deste químico no interior de edifícios deve-se fundamentalmente à deficiente ventilação do ar, sendo que o nível de perigosidade pode ser rapidamente atingido dependendo da quantidade de combustível queimada, da eficiência e da velocidade de queima (WHO, 2010). Como o monóxido de carbono é inodoro e incolor, os ocupantes não conseguem detetar a presença deste gás no ambiente envolvente, se não utilizarem equipamento específico capaz de avaliar as concentrações de monóxido de carbono presente no ambiente em questão. As concentrações em ambientes interiores variam especialmente entre 1 e 5 ppm, enquanto no exterior os valores de fundo rondam os 0,19 ppm. Nas zonas urbanas, varia entre 3 a 60 ppm (Crump, 2011).

Este composto atua junto do sistema sanguíneo, ligando-se à hemoglobina. O composto formado designa-se de carboxihemoglobina (COHb) e provoca a diminuição do transporte de oxigénio (O₂) para os tecidos. A afinidade que o CO apresenta com a hemoglobina é cerca de 200 vezes maior do que a afinidade entre oxigénio (O₂) e a hemoglobina (Rodkey *et al.*, 1963; Kao e Nañagas, 2005).

O CO pode acumular-se no sangue, como resultado de uma exposição prolongada a baixas concentrações entre 11,5 -15mg/m³ ou a exposições agudas, para concentrações mais elevadas como 115 mg/m³ (Folinsbee, 1992).

Os níveis de toxinas no sangue podem atingir rapidamente níveis indesejáveis para a saúde humana, como demonstra um estudo feito em Nova Iorque com corredores/praticantes de corrida, que após 30 minutos de exercício junto a estradas com elevado tráfego, os níveis de COHb no sangue aumentavam entre 1.7% a 5.1%, sendo valores semelhantes aos detetados em fumadores (Sharman *et al.*, 2004). Já, em relação aos ciclistas que desenvolvem atividade física junto a estradas com elevado volume de tráfego, foram registadas alterações na função cardíaca nas horas que sucedem o exercício físico (Weichenthal *et al.*, 2011).

Os sintomas associados a elevadas concentrações de CO incluem dores de cabeça, sintomas análogos aos da gripe, náuseas, fadiga, respiração rápida, dor no peito, confusão e lentidão de raciocínio. Estes sintomas podem manifestar-se nos indivíduos com intensidades diferentes, consoante a suscetibilidade de cada um. Segundo o ASHRAE Standard 62-1989, o valor limite de exposição ao monóxido de carbono, para uma média de 8 horas, não deve exceder os 9 ppm. Valores acima dos 5 ppm são indicadores de fontes de poluentes ligados aos processos de combustão (APA, 2010).

2.1.4. Dióxido de Carbono (CO₂)

O dióxido de carbono é um gás incolor e inodoro que existe na atmosfera terrestre, por vezes indicado como poluente, quando apresenta concentrações acima dos 30000 ppm (MDPH, 2005). A ocorrência do CO₂ no ambiente deve-se a processos naturais e antropogénicos. Em relação aos processos naturais é destaca-se a respiração dos seres vivos, os incêndios florestais, as erupções vulcânicas e os processos ocorridos nos oceanos. Já em relação aos processos antropogénicos, os que mais se destacam são: a queima de biomassa e de combustíveis fósseis nas habitações (carvão, gás natural e derivados do petróleo), os processos de queima industrial e processos de combustão interna presentes na maior parte dos meios de transporte. No ar interior, a presença deste gás provém essencialmente da respiração dos ocupantes (é excretado durante a expiração), utilização de fogões e aquecedores que utilizem combustíveis fósseis ou da infiltração de ar exterior poluído (APA, 2009).

As concentrações de dióxido de carbono no interior dos edifícios dificilmente apresentam valores que coloquem em risco a saúde humana, porém tem sido amplamente utilizado como indicador de qualidade do ar e de eficiência de ventilação (Wong *et al.*, 2008). O aumento da concentração de dióxido de carbono no interior dos edifícios evidencia uma deficiente ventilação do espaço e, conseqüentemente, uma deficiente qualidade do ar interior. Níveis de dióxido de carbono baixos indicam que os espaços interiores se encontram bem ventilados e, portanto, apresentam em princípio uma boa qualidade do ar interior.

É de salientar que o dióxido de carbono gerado nos ambientes interiores, principalmente através do metabolismo humano, pode ser exalado a uma taxa de cerca de 0,3 litros por minuto quando se executam tarefas leves (APA, 2009), variando em função da atividade física e da idade da pessoa. Por exemplo, a ginástica e o desporto de competição, que são atividades que despendem muita energia, apresentam um nível elevado de trocas gasosas entre o organismo e o ar envolvente, aproximadamente a um nível de metabolismo de 300-400 e 400-600 W, respetivamente (Rodrigues *et al.*, 2009, citado por Ferreira, 2010).

Ao longo do dia, mediante as taxas de ocupação dos espaços, os níveis de CO₂ variam especialmente entre 600 e 800 ppm, embora em condições de densa ocupação e ventilação deficiente se possam observar concentrações muito superiores (APA, 2010). A presença deste químico em concentrações elevadas pode causar desconforto, irritação dos olhos e garganta, dificuldades respiratórias e fadiga. Em concentrações superiores a 15000 ppm, pode provocar perda de acuidade mental (APA, 2009) e acima de 30000 ppm pode originar dores de cabeça, tonturas e náuseas (Quadros, 2008).

2.1.5. Partículas em Suspensão no ar (PM_x)

As partículas ou aerossóis em suspensão no ar (PM_x) são poluentes constituídos por mistura complexa de partículas sólidas e líquidas presentes num gás. As PM (em inglês *particulate matter* – PM) variam no tamanho e na sua composição, dependendo da sua fonte e da sua formação. A forma de entrarem no corpo humano é através da inalação. Usualmente, as PM são divididas de acordo com o seu diâmetro aerodinâmico (DA) entre PM₁₀ (DA inferior a 10µm), PM_{2.5} (DA inferior a 2.5µm) e PM₁ (DA inferior a 1µm) (Carrer, et al., 2008). São classificadas granulometricamente de acordo com o seu DA por partículas grosseiras entre 2.5µm-10µm, partículas finas entre 0.1µm-2.5µm e partículas ultrafinas (DA inferior a 0.1µm). As partículas podem ser ainda distinguidas entre partículas primárias (diretamente emitidas para a atmosfera) e partículas secundárias (formadas a partir de compostos gasosos) (Almeida, 2004). No interior dos edifícios, as fontes de matéria particulada têm origem no ar exterior (Ferro *et al.*, 2004), pela formação de partículas secundárias através de poluentes emitidos no interior (como o ozono e alguns COV) (Weschler e Shields, 1999), pela emissão direta de PM através da queima de combustíveis ou pelo fumo do tabaco (Carrer, *et al.*, 2008), poeiras (ex.: pó), as fibras provenientes da desagregação de materiais utilizados nos edifícios (ex.: cimento, têxteis, isolantes, tintas) e os aerossóis (Silva, 2009). Os próprios ocupantes são também agentes emissores de material particulado, quer pela agitação do ar que provocam, quer pela libertação de pequenas partículas do vestuário que usam ou ainda, pela descamação da própria pele (APA, 2010).

As partículas em suspensão têm sido alvo de investigação ao longo do tempo, sendo que o tamanho das partículas está diretamente ligado ao potencial dano na saúde humana. Enquanto as partículas de maiores dimensões são normalmente filtradas pelo nariz e garganta, as partículas inferiores a 10 µm (PM₁₀), também designadas de torácicas, podem alojar-se nos brônquios e nos pulmões. As PM₁₀ são pequenas partículas em suspensão no ar, de diâmetro não superior a 10µm. Em meios urbanos, as partículas são essencialmente geradas pela combustão de veículos com motor a gasolina e a gasóleo. As partículas inferiores a 2,5 µm (PM_{2.5}), podem alojar-se nos pulmões e até penetrar no sistema sanguíneo. (Oravisjärvi *et al.*, 2011).

Vários estudos interligam a exposição a PM a uma série de problemas com diferente gravidade desde de morte prematura a doença cardíaca e pulmonar, agravamento de asma, diminuição da função respiratória, tosse, irritação das vias respiratórias e dificuldade em respirar (EPA, 2012).

Na figura seguinte está exemplificado a deposição de partículas no aparelho respiratório em função do tamanho de forma a dar compreender ao que foi citado anteriormente.

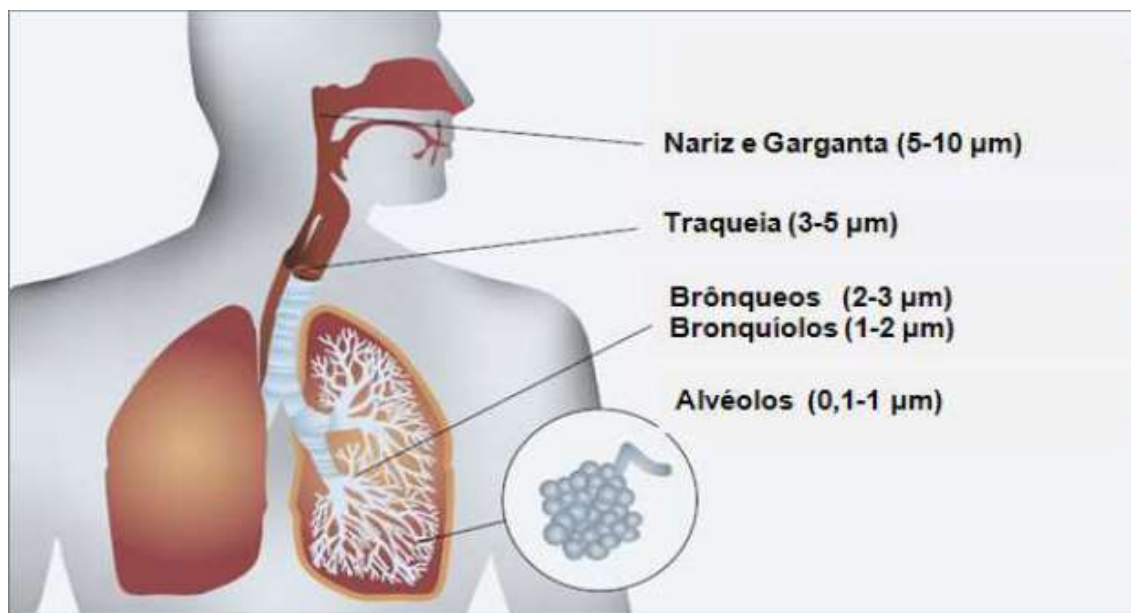


Figura 3: Deposição de partículas no aparelho respiratório (Adaptado de OFEFP, 2005)

2.2. Agentes Biológicos

O material biológico do ar interior com relevância para a saúde humana inclui essencialmente o pólen de plantas provenientes principalmente do exterior e contaminantes microbianos, como as bactérias e os fungos emitidos no exterior ou no interior. É importante ressaltar que a poluição microbiana que envolve centenas de espécies de bactérias e fungos cresce no interior quando existe humidade suficiente disponível.

Os principais fatores que influenciam o crescimento microbiológico são nomeadamente: a humidade, a temperatura, os nutrientes disponíveis num edifício e as taxas de ventilação para a renovação do ar que se revelam cruciais para o controlo do crescimento microbiano. Os ginásios, em particular, por ser um espaço fechado, com grande atividade física e com elevado número de pessoas, o surgimento de microrganismos nas superfícies e no ar é muito comum (Dacarro *et al.*, 2003). Existem espécies de bactérias e fungos mais preocupantes quando presentes no ar interior por serem patogénicas, produtores de micotoxinas e endotoxinas.

A exposição a contaminantes microbianos está clinicamente associada a sintomas respiratórios, alergias, asma e reações imunológicas dependendo da natureza do agente microbiológico e do estado de saúde do hospedeiro (WHO, 2009). Este facto acontece porque os seres vivos são um grande veículo de agentes biológicos e, por

isso, nos locais com uma insuficiente renovação do ar, existe um risco acrescido de transmissão de doenças ao organismo humano pelas vias digestiva e respiratória, pelos olhos e pela pele, sendo responsáveis por estes sintomas acima citados (Santos, 2010).

Interessa salientar, e a respeito desta temática da contaminação biológica relacionando-a com a QAI, os casos relacionados com a *Legionella pneumophila*, pelo facto de ser uma fonte de infeções e por poder causar pneumonia, bem como os alergénios e as toxinas (Dashofer, 2001). De salientar, o surto de *Legionella* detectado no Hospital São Francisco Xavier, em Lisboa, no passado dia 31 de Outubro (Renascença, 2017).

Também os fungos pela sua capacidade de produção de micotoxinas (por espécies como *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*), que podem penetrar no organismo humano por via dérmica, oral e inalatória, causando assim reações diferentes no organismo hospedeiro (Jarvies e Miller, 2005; Viegas *et al.*, 2017).

2.3. Agentes Físicos

2.3.1 Conforto térmico

O bem-estar térmico depende das características fisiológicas dos indivíduos, como também da idade, atividade metabólica, tipo de atividade, vestuário, temperatura do ar, humidade e velocidade do ar (Martinez e Callejo., 2006).

Temperatura (T°)

A temperatura é um fator que condiciona sobretudo o conforto dos ocupantes num edifício e também o crescimento microbiano. Para efeitos de conforto térmico, a temperatura é avaliada sob dois parâmetros: a temperatura do ar e a temperatura radiante, que se define pela temperatura emitida por objetos e equipamentos. O movimento do ar define a transferência de calor e massa por convecção entre o corpo humano e o ambiente. No verão, velocidades do ar elevadas aumentam a taxa de evaporação na pele e, conseqüentemente, a sensação de arrefecimento. É de salientar, que o frio ou o calor em excesso ou uma mudança brusca de um ambiente quente para um ambiente frio e vice-versa, são prejudiciais para a saúde (Massa, 2010).

Para além deste fator, a adequação do vestuário de cada indivíduo ao clima, permite o controlo da temperatura interna, já que o balanço térmico do corpo humano envolve processos fisiológicos (Ferreira, 2006).

Humidade Relativa (HR)

A humidade relativa é também um fator que influencia o conforto térmico, sendo mais um parâmetro físico que influencia o crescimento microbiano. O aumento da humidade impede a evaporação do suor, reduzindo a resistência do organismo às altas temperaturas (CCOHS, 2004). A humidade relativa (HR) é o parâmetro utilizado para definir as condições de humidade de determinado ambiente interior.

Uma Humidade relativa considerada ótima, e de acordo com a ISO 7730:2009, os valores limite de exposição da Hr devem variar entre 30-70% (Norme Française, 1986, citado por Loureiro, 2015).

Uma HR fora dos parâmetros considerados como aceitáveis, pode causar desconforto nos ocupantes, tal como secura das mucosas (olhos, garganta e nariz) para uma HR baixa e problemas respiratórios e reações alérgicas quando a HR é elevada (devido ao aumento do desenvolvimento da matéria microbológica no ar) (CCOHS, 2004).

Velocidade do Ar (V_{ar})

A velocidade do ar (V_{ar}) é também um fator importante para manter o conforto térmico humano e influencia a dispersão dos poluentes em espaços interiores (Santos, 2010).

III. Prevenção e Controlo de Problemas de QAI

Os ocupantes de um edifício devem ser informados sobre as causas e as consequências de uma QAI deficiente e instruídos das ações a tomar de forma a melhorar, bem como a manter uma boa qualidade do ar interior (Burroughs e Shirley, 2013).

As estratégias de prevenção são, segundo APA (2015), são as seguintes:

- Eliminação da fonte, se possível;
- Boas práticas relativas à ventilação e higienização dos espaços;
- Correta implementação dos planos de gestão e manutenção dos edifícios, como a introdução de alterações dos hábitos dos ocupantes, substituição de alguns materiais utilizados na decoração ou de produtos de limpeza ou o ajustamento das taxas de ventilação dos espaços interiores;
- O controlo da exposição dos poluentes.

O controlo das fontes de poluentes é assim, o mais eficiente em tratar os problemas de qualidade do ar interior, pelo facto de permitir a eliminação das fontes ou a criação de mecanismos que permitam a diminuição da libertação de poluentes como também o direcionamento dos mesmos para locais onde não afetem a saúde humana.

A eliminação das fontes poderá então abranger, os seguintes exemplos:

- Proibição de fumar em espaços interiores onde não existe extração adequada;
- Alterar a localização das fontes de poluição para locais que apresentam uma melhor ventilação;
- Selecionar produtos que apresentem um menor potencial de contaminação da atmosfera interior;
- Ajustar as atividades dos ocupantes.
- Ventilar devidamente os espaços onde se armazenam produtos químicos, de forma a diminuir a concentração de poluentes.

- Após a desinfecção das áreas contaminadas por fungos e bactérias, é fundamental efetuar um bom controlo da humidade e aplicação de substâncias sintéticas, de forma a evitar a sua propagação (Cheremisinoff, 2002).

Como já foi referido anteriormente, em espaços interiores, os fatores da qualidade do ar a controlar variam tendo em conta o tipo de edifício e da atividade desenvolvida. Posto isto, os fatores principais a controlar num edifício são os seguintes: o ruído, a iluminação, mas também as taxas de ventilação praticadas pelos sistemas AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), a temperatura e a humidade relativa existente e os poluentes do ar interior, sendo estes últimos, aqueles que é atribuída maior importância e que são controlados com mais frequência. De salientar, e de acordo com Guia Técnico da Agência Portuguesa do Ambiente (2010), as concentrações dos poluentes no interior de edifícios podem influenciar o desenvolvimento de microrganismos no ambiente interior e a dispersão dos contaminantes do ar.

3.1. Ventilação

Define-se ventilação como um processo de introdução ou remoção de ar novo num espaço fechado de forma natural ou mecânica, com o objetivo de remover ou diluir as cargas expelidas pelos ocupantes, libertadas pelos materiais de construção e/ou emitidas pelas atividades desenvolvidas nesses espaços (Wang *et al.*, 2005). Também o autor Abreu (2010) apresenta uma definição para os sistemas de ventilação, sendo que têm a função de fornecer ar novo para os ocupantes dos edifícios, para os aparelhos de combustão e ainda assegurar a extração dos produtos da combustão. A admissão do ar exterior é requerida para salvaguardar a saúde dos ocupantes com as seguintes funções (Abreu, 2010):

- ❖ Diluição e/ou remoção de substâncias poluentes e poluentes específicos de fontes identificadas;
- ❖ Mantimento de oxigénio para a respiração dos ocupantes;
- ❖ Controlo da temperatura e da humidade relativa interior;
- ❖ Abastecimento do ar para os aparelhos de combustão;

A ventilação apresenta-se também como um procedimento de controlo eficaz, mas não é a solução mais adequada para o problema, uma vez que apenas permite a diluição ou a remoção temporária dos poluentes (Burroughs e Shirley, 2013).

Tendo em conta este facto, e as funções benéficas citadas anteriormente, os sistemas de ventilação podem constituir uma fonte de riscos para a saúde, se não forem

adequadamente projetados, instalados, mantidos e operados, podendo permitir a entrada de substâncias nocivas que degradam o ambiente interior. Por outro lado, a sua correta construção e implementação, pode contribuir para a remoção da carga térmica no interior dos edifícios, visando a melhoria das condições de conforto térmico (Amaral, 2008).

Uma ventilação eficaz permite então manter um nível de conforto adequado, mas também manter as condições de sanidade no interior dos edifícios de modo a contribuir para uma boa QAI de forma a preservar a saúde dos seus ocupantes (Santos, 2010; Massa, 2010).

O método mais eficaz no que respeita à diminuição de poluentes interiores é a eliminação das fontes de poluentes, como por exemplo nos materiais escolhidos para a construção dos edifícios, visto não ser possível o impedimento da frequência de pessoas no seu interior, é então com base nesta abordagem que a ventilação se apresenta como a solução mais plausível de forma constituir um ambiente limpo e saudável para todos os seus ocupantes.

O caudal de ar necessário para garantir a melhoria da qualidade do ar interior é variável, e depende das seguintes características (APA, 2009):

- Volume dos espaços;
- Vários tipos de atividades desenvolvidas no interior dos espaços fechados, como atividades físicas, processos de limpeza, preparação de alimentos, atividades de lazer;
- Existência ou não de processos industriais, como o armazenamento de produtos químicos, utilização de impressoras, entre outros.

Conforme as características citadas anteriormente, uma taxa mínima de fluxo de ar é fundamental para garantir uma boa qualidade de ar. A norma EN 15251:2007 estabelece um mínimo de 7-10 L/s por pessoa, nomeadamente nos edifícios constituídos por escritórios, escolas, hospitais, habitações e espaços interiores de lazer (Kosonen *et al.*, 2011). A Portaria n.º 353-A, 2013 estabelece valores mínimos compreendidos entre 4 e 27 L/s e por pessoa, em função da taxa de metabolismos dos ocupantes.

Existem dois tipos de ventilação, a ventilação natural e a ventilação mecânica (Amaral, 2008), que serão abordados em seguida. De salientar também, a ventilação híbrida, que é uma combinação entre estes dois tipos de ventilação (mecânica e a natural), e que é utilizada consoante determinados critérios, como o clima regional e as condições meteorológicas (Etheridge, 2012).

Na figura seguinte, está exemplificado a hierarquia de sistemas de ventilação.

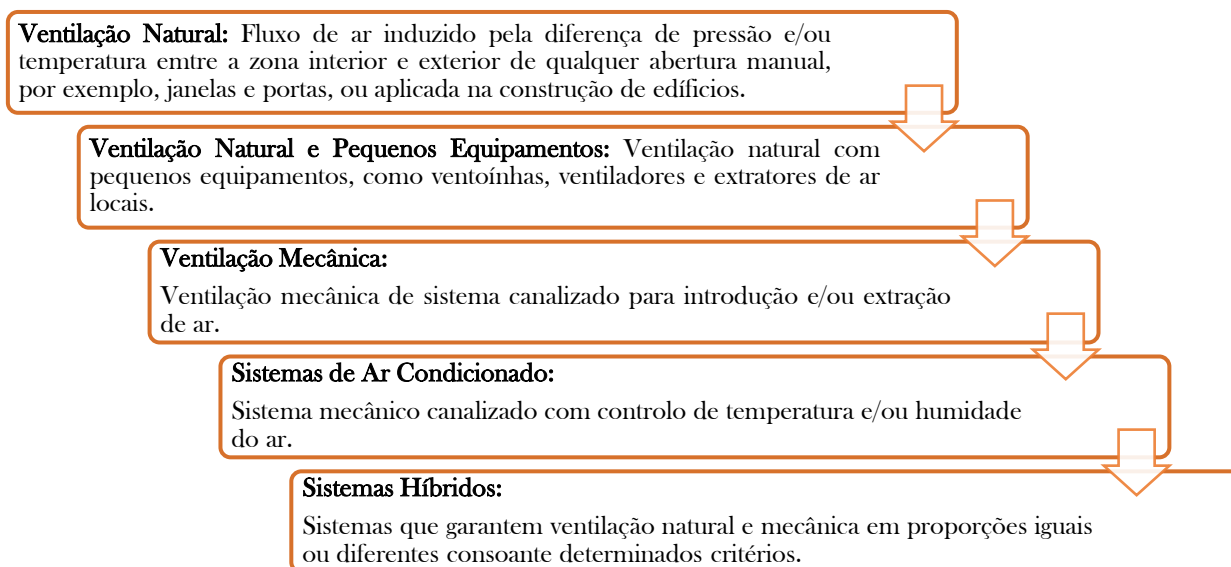


Figura 4: Hierarquia de sistemas de ventilação (Adaptado de Etheridge, 2012)

3.1.1 Ventilação Mecânica

Na Ventilação mecânica, a taxa de ventilação é sustentada em todas as condições climáticas, sem envolver os ocupantes do edifício. Os sistemas mecânicos são frequentemente divididos em duas tipologias: os sistemas simples que envolvem a utilização de um ou mais ventiladores, para insuflação ou extração de ar e os sistemas mais complexos, como os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), que proporcionam a injeção e acondicionamento de ar novo (Fernandes, 2015).

Segundo o autor citado anteriormente, os sistemas AVAC têm a função de manter o conforto ambiental, permitindo controlar a humidade, temperatura, fluxo de ar e pressão nos espaços interiores. É de salientar que estes sistemas têm um elevado custo de manutenção associado, na qual, muitas das vezes, degradam-se, proporcionando o crescimento de microrganismos e fungos que se dispersam rapidamente ao longo dos sistemas de ventilação, o que poderá afetar a saúde dos ocupantes do edifício.

Os sistemas de ar condicionado assegurarem as condições de humidade e temperatura desejáveis, possibilitando também a filtragem do ar proveniente do exterior. Todavia, estes sistemas apresentam elevados custo de construção, manutenção e funcionamento, bem como também não regulam o fluxo de ar com base no CO₂. Na falta de manutenção, podem transformar-se numa região fértil para os bioaerossóis (Gomes, 2002; Shirmer *et al.*, 2011).

Em relação à localização do(s) ventilador(es), este fator revela de grande interesse, pois contribuiu para o aumento da eficiência de remoção dos poluentes no

interior do edifício. Fatores como a quantidade, a velocidade do escoamento e a distribuição de ar devem também ser devidamente ajustados, de forma a obter maior eficácia na remoção de poluentes.

Na Figura seguinte é ilustrado duas situações distintas em termos de localização do ventilador.

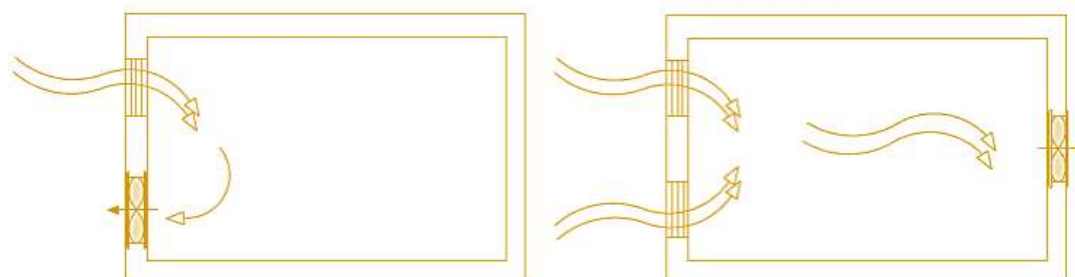


Figura 6: Ventilação mecânica inadequada (lado esquerdo), ventilação adequada (lado direito).
Adaptado de (Wang et al., 2005)

O esquema apresentado no lado esquerdo da figura, como pode ser observado, encontra-se localizado o ventilador no mesmo plano da única janela existente no espaço. Tendo em conta que a quantidade de ar renovado por unidade de tempo poderá ser a mesma do esquema representado do lado direito, apenas uma pequena parte do espaço poderá ver o seu ar renovado ou devidamente renovado. Para além disso, este formato, em que a entrada e a saída de ar ocorrem em zonas próximas, poderá levar a que o ar extraído entre novamente no espaço interior. Já no esquema representado do lado direito da figura, é demonstrado uma configuração que aumenta a eficiência de renovação de ar, o que possibilita que os poluentes gasosos presentes no espaço interior sejam removidos de forma mais rápida relativamente à situação ilustrada pelo esquema do lado esquerdo da figura. A probabilidade do ar extraído e dos poluentes voltarem a entrar novamente no espaço diminui significativamente, visto que as janelas e o ventilador se encontram em planos diferentes e em lados opostos (Wang *et al.*, 2005).

3.1.2 Ventilação Natural

Este processo de ventilação natural ocorre devido às forças da termodinâmica, na qual é afetada pela pressão e temperatura (Fordham, 2000; Khan *et al.*, 2008; Li e Delsante, 2001), ou seja, pelo movimento de massas de ar induzidas por diferenças de pressões e/ou temperaturas. Posto isto, é desencadeado o ar frio encontrado nos pontos de alta pressão que tende a deslocar-se para os pontos de baixa pressão onde o ar é mais quente (Allocca *et al.*, 2003; Li e Delsante, 2001; Wong *et al.*, 2002), basicamente o que acontece é, o ar frio do exterior ingressará para o interior do edifício e irá ocupar o espaço onde anteriormente se encontrava o ar quente, uma vez que este por ser mais

quente tende a deslocar-se de forma ascensional e a sair pelas janelas, portas, chaminés ou outros orifícios que se encontrarem na parte superior dos edifícios (Chen, 2009; Heiselberg, 2000; Larsen e Heiselberg, 2008).

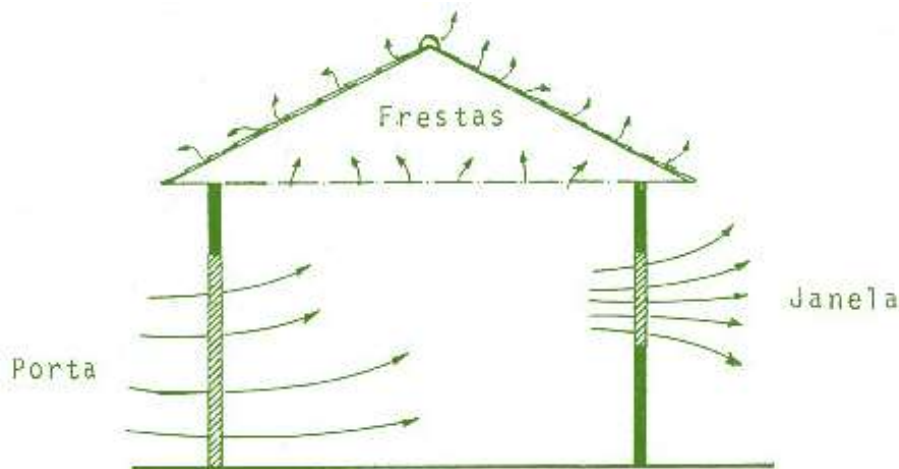


Figura 5: Exemplificação da dinâmica da Ventilação Natural. (Geocities, s.d)

A ventilação natural é essencial, pois promove a renovação do ar no interior dos edifícios, e sem custos, visto não existir a necessidade de se utilizarem equipamentos mecânicos que utilizam energia elétrica (Balocco, 2002; Simonson, 2005). Estudos referidos pelos autores Allocca *et al.*, (2003), o custo de energia de um edifício que utiliza um sistema de ventilação natural é 40% menor do que um que utiliza um sistema de ar condicionado. Porém, o uso de ventilação natural, não é o método mais indicado na renovação do ar interior, quando, por exemplo, temos o objetivo de aumentar a eficiência energética, sobretudo no Inverno, visto que a abertura de uma janela ou de uma porta propicia a entrada ou saída de um grande volume de ar num curto espaço de tempo (Liping e Hien, 2007; Simonson, 2005; Wallner *et al.*, 2015).

Outro aspeto a ser considerado são os caudais de infiltração (a ventilação natural não assegura habitualmente a filtração do ar antes de entrar no edifício), ou seja, os fluxos de ventilação não controlados seguem trajetórias por todo o tipo de aberturas existentes num determinado edifício (Burroughs e Shirley, 2013). Por exemplo, devido à porosidade dos materiais, as juntas dos elementos construtivos, as janelas e as portas.

É de salientar, que os ambientes interiores de edifícios localizados em centros de elevada concentração de poluentes, por exemplos nas cidades, nomeadamente material particulado e de compostos orgânicos, apresentam concentrações mais elevadas desses poluentes.

3.2. Síndrome do Edifício doente (SED)

Na maioria dos edifícios modernos, as janelas são quase inexistentes tornando-os mais estanques e reduzindo, desta forma, a renovação do ar, a não ser através de sistemas de ventilação que também contribuem para o “adoecer” do edifício (Massa, 2010).

O termo Síndrome dos Edifícios Doentes (SED), traduzido do inglês “*Sick Building Syndrome*” (SBS), é usado para descrever casos de desconforto e/ou de sintomas inespecíficos referenciados pelos ocupantes de determinados edifícios, sem que uma doença ou causa específica possa ser identificada (Fang et al., 2004).

E ainda, segundo o autor citado anteriormente, este fenómeno é associado a situações de desconforto laboral e/ou problemas agudos de saúde relatados pelos trabalhadores/ocupantes, nomeadamente irritações ao nível das membranas mucosas, sintomas do sistema nervoso central, rigidez do tronco, alergias e afeções da pele. Muitas destas afeções são originadas por microrganismos em suspensão na atmosfera que se designam de bioaerossóis.

Geralmente, estes sintomas agravam-se ao longo do dia, quando a permanência dos indivíduos nos edifícios é prolongada, diminuindo à noite e também aos fins-de-semana ou ainda quando as condições de ventilação dos locais são melhoradas (Massa, 2010).

Como se pode constatar, tendo em conta ao que foi citado anteriormente, o SED é um conceito de difícil definição, e como tal, não é identificada uma causa única que explique este fenómeno (Bernstein *et al.*, 2008). Os investigadores têm desenvolvido várias investigações a este nível, de forma a associar o “ambiente construído” e a saúde humana. Porém, nenhuma associação foi suficientemente válida entre as exposições e as respostas dos indivíduos nos estudos realizados (Bluyssen, 2009). Apesar disto, existem fatores incontestáveis associados ao SED que são a ventilação inadequada, a pobre manutenção do edifício, o aumento da concentração de partículas, os COVs (ex. móveis novos, fotocopiadoras), bioaerossóis, endotoxinas e contaminação por fungos (Martinez *et al.*, 2006; Bernstein *et al.*, 2008).

A OMS identificou dois tipos distintos de edifícios doentes, designadamente:

- ❖ Edifícios temporariamente doentes, na qual incluem os edifícios novos ou de remodelação recente, onde os sintomas desaparecem ao longo do tempo, cerca de 6 meses. Este processo designa-se, então, de SED temporal, pois o sintoma diminui ou desaparece com o decorrer do tempo.

- ❖ Edifícios permanentemente doentes, quando os sintomas persistem apesar de ser tomadas medidas para resolver os problemas. O SED é então permanente quando os sintomas sucedem apesar das medidas adotadas (Oliveira, 2007).

3.2.1 Sintomas do Síndrome dos Edifícios Doentes

Os sintomas do SED podem ocorrer isoladamente ou combinados uns com os outros, sendo que os sintomas são difíceis de relacionar com a síndrome, uma vez que se confundem com uma constipação comum ou uma doença respiratória, que vai piorando à medida que decorre o dia e desaparecendo quando o ocupante abandona o edifício.

Segundo o autor Burroughs (2004), citado por Sanguessuga (2012), existem cinco grupos de sintomas que podem surgir nos ocupantes de um edifício considerado doente, na qual passo a citar:

- ❖ Sintomas nasais: a congestão nasal é o sintoma mais frequente, surgindo quando o indivíduo entra no edifício e desaparece quando o abandona; Outros sintomas nasais a salientar são a irritação nasal e a rinorreia.
- ❖ Irritação ocular: sensação de ardor e olhos secos, sem sinais de inflamação; A gravidade é maior para quem usa as lentes de contacto.
- ❖ Perturbações na garganta: sensação de secura e irritação da garganta.
- ❖ Transtornos no Sistema respiratório: dificuldade em respirar profundamente, não sendo relacionada a qualquer infeção pulmonar ou asma brônquica;
- ❖ Problemas cutâneos: pele seca e irritada. De salientar que o ar seco quente ou uma circulação excessiva de ar pode levar ao aparecimento de certo tipo de dermatose.
- ❖ Outras manifestações – as cefaleias são normalmente o sintoma mais frequente, podendo ocorrer diariamente e variar de moderadas a graves enxaquecas. Também as dores de cabeça, fadiga, tonturas, dificuldade de concentração e mal-estar geral são os sintomas mais frequentes mencionados nos casos de SED.

A irritação das mucosas oculares e do nariz são os mais frequentes, ao contrário do que acontece com os sintomas do trato gastrointestinal (Filipe, 2001). O mal-estar geral também é considerado um dos sintomas mais comuns, sendo a fraca iluminação a principal causa (Jafari *et al.*, 2015).

Estima-se que 10% dos cancros de pulmão são causados pela qualidade do ar dentro dos edifícios (Silva, 2017).

3.2.2 Diagnóstico

As causas das queixas dos ocupantes são multifatoriais e não são acompanhadas por qualquer lesão orgânica, sendo o SED um diagnóstico de exclusão. Por isso, o SED não é o diagnóstico para um indivíduo, mas para a população de ocupantes de um edifício em relação a esse mesmo edifício.

Um edifício é designado doente, quando 20% ou mais dos seus ocupantes revelam sintomas relacionadas com o SED e as queixas persistem por mais de duas semanas. Os sintomas desaparecem quando os ocupantes não se encontram no interior do edifício (Burroughs & Hansen, 2008).

3.2.3 Doença relacionada com o Edifício (DRE)

Este termo é utilizado para designar os sintomas de uma doença específica quando estes estão relacionados com um determinado edifício e são atribuídos a eventuais contaminantes ambientais.

A DRE é uma fase avançada do SED, pois características de uma manutenção deficiente num edifício como a sujidade, a poeira e a humidade provocam o SED, ficando assim, o edifício, suscetível para o desenvolvimento das bactérias causadoras de DRE (Massa, 2010). Para além disso, há que ter em conta as alterações na saúde dos ocupantes, estando os sintomas clinicamente definidos e com as suas causas identificadas.

As doenças que surgem associadas aos edifícios são reações alérgicas, nomeadamente asma e infeções, como a doença do Legionário, febre, tuberculose e infeções a partir de fungos ou vírus (Bernardes, 2009).

Em relação aos sintomas provocados pela DRE, os ocupantes do edifício apresentam sinais associados a situações agudas de desconforto, nomeadamente arrepios, dores musculares, febre, sensação de opressão torácica e tosse (Kreiss, 1996, citado por Bernardes, 2009).

De salientar, que as alterações de saúde apresentadas, necessitam de um tempo prolongado para desaparecer após as pessoas abandonarem o edifício (Dashofer, 2001).

Geralmente, tanto a SED como as DRE, surgem quando a manutenção do edifício ou as atividades desenvolvidas no seu interior são pouco adequadas à estrutura e operacionalidade do edifício, isto é, o edifício não é apropriado para os fins para que é utilizado (Silva, 2017).

IV. Legislação aplicável

4.1. Qualidade do Ar Interior

Esta temática, a QAI, em Portugal e nos restantes países europeus, começou por ser uma preocupação no âmbito da Segurança e Higiene no Trabalho em ambientes industriais. Apenas no início de 2002, é que o Ministério do Ambiente deteve a iniciativa de implementar a primeira legislação referente à QAI nos edifícios não-industriais.

Porém, essa regulamentação permaneceu inativa até 2006, pela qual, nesse ano foi transposta a Diretiva 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2002. Esta diretiva instituiu que os estados membros da União Europeia precisavam de implementar um sistema de certificação energética, de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, no momento da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos. Exigia, igualmente, que o sistema de certificação incluísse igualmente, todos os grandes edifícios públicos e edifícios frequentemente visitados pelo público.

Assim, a Diretiva n.º 2002/91/CE, de 16 de Dezembro, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa ao desempenho energético dos edifícios, foi transposta para a legislação nacional através da publicação de três diplomas, a fim, de salvaguardar a saúde pública, no que respeita à qualidade do ar em espaços interiores:

- ❖ Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril, que aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios;
- ❖ Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril, que aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios;
- ❖ Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril, que aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

A necessidade de conciliar a eficiência energética com o conforto e promoção da saúde em espaços interiores conduziu ao desenvolvimento do Sistema Nacional de Certificação Energética e QAI nos edifícios, denominado por SCE.

Em Agosto de 2013, com os diplomas legais do SCE em vigor que transpõem parcialmente a Diretiva n.º 2010/31/UE de Desempenho Energético dos Edifícios, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio, e tendo em conta às metas e os

desafios estabelecidos pelos Estados-Membros para 2020, surge um novo diploma, o **Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto**, onde a QAI deixa de ser contemplada na certificação energética, reunindo os diplomas supra mencionados num só diploma. Este assegura não só a transposição da diretiva em referência, como também uma revisão da legislação nacional:

- ❖ Revisão do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios;
- ❖ Revisão do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios;
- ❖ Revisão do Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios;
- ❖ Em relação à política de QAI, considera-se da maior relevância, a manutenção dos valores mínimos de caudal de ar novo por espaço e dos limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior, de forma a salvaguardar os mesmos níveis de proteção de saúde e de bem-estar dos ocupantes dos edifícios;
- ❖ São eliminadas as auditorias de QAI, mantendo-se a necessidade de se proceder ao controlo das fontes de poluição e à adoção de medidas preventivas, de forma a cumprir os requisitos legais para a redução de possíveis riscos para a saúde pública;
- ❖ Os edifícios de comércio e serviços existentes ficam sujeitos ao cumprimento dos limiares de proteção e condições de referência dos poluentes previstos na Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro.

É de evidenciar, que o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto sofreu quatro alterações (Adene, 2017):

- ❖ Decreto-Lei n.º 68-A/2015, de 30 de Abril;
- ❖ Decreto-Lei n.º 194/2015, de 14 de Setembro;
- ❖ Decreto-Lei 251/2015, de 25 de Novembro;
- ❖ Decreto-Lei n.º 28/2016, de 23 de Junho.

Estas alterações foram efetuadas no sentido de:

- ✓ Desenvolver a transposição da Diretiva n.º 2010/31/EU, de 19 de Maio, do Parlamento Europeu e do Conselho, esclarecendo dúvidas entretanto suscitadas pela Comissão Europeia;
- ✓ Compatibilizar o regime jurídico nacional com as orientações e a prática europeia no que se refere ao desempenho energético dos edifícios, por

forma a elevar o nível de exigência em termos de eficiência energética, essencial ao cumprimento dos objetivos fixados para 2020.

Em relação à metodologia de auditorias à QAI, foi publicada a Nota Técnica NT-SCE-02, na qual está em vigor desde de 2009 (NT-SCE-02, 2009).

Ao abrigo do disposto no artigo 36º do DL nº 118/2013, de 20 de Agosto, foi elaborada a **Portaria nº 353-A/2013 de 4 de Dezembro** que estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços e a metodologia de avaliação, onde se incluem os ginásios (Portaria n.º 353-A/2013; APA, 2015).

Segundo o mesmo documento, a fiscalização da QAI, em grandes edifícios de comércio e serviços, deve ser realizada pela Inspeção Geral do Ambiente e Ordenamento do Território (IGAMAOT) e de acordo com metodologia a estabelecer pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e pela Direcção-Geral da Saúde (DGS).

Na tabela 3 é exposto as condições máximas de referência para os agentes químicos e do ar interior em estudo, preconizadas na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e no Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de Agosto.

Tabela 3: Valores Limite dos parâmetros químicos em estudo.

Parâmetro	Portaria 353-A/2013 de 4 de Dezembro	
	Concentração máxima de referência/ Valores de referência	
Partículas em suspensão - PM ₁₀	0,05 mg/m ³	
Partículas em suspensão - PM _{2.5}	0,025 mg/m ³	
Monóxido de carbono (CO)	9 ppm	
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1250 ppm	

Por fim, de salientar, que o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto também sofreu alterações (Adene, 2017), de nomear a:

- ❖ Portaria n.º 115/2015, de 24 de Abril;
- ❖ Portaria n.º 39/2016, de 7 de Março.

4.3. Ginásios

A legislação portuguesa contempla um diploma, relativo à construção, instalação e funcionamento de ginásios, elaborado pela Presidência do Conselho de Ministros - Secretaria de Estado da Juventude e do Desporto (Conselho Nacional do Desporto, 2008), como já foi referido anteriormente. O diploma descrito tem como objeto a regulação da construção, instalação e funcionamento dos ginásios.

De referir os requisitos técnicos mínimos no diploma mencionado (Conselho Nacional do Desporto, 2008), que são os seguintes:

- Requisitos das áreas de atividade física ou desportiva:
 - Área mínima: 5 m² / praticante (recomendado: 8 m² / praticante);
 - Pé direito mínimo: 2,70 m (recomendado: superior a 3,50 m);
 - Ventilação natural através de vãos de abertura controlável e com secção total correspondente a cerca de 12% da área por praticante
ou
 - Ventilação mecânica que garanta um caudal de ar correspondente, no mínimo, a 20 m³/hora por utente, com a velocidade do ar inferior a 2,0m/s e um nível de ruído não superior a 20 dB;
 - No que diz respeito à temperatura ambiente e Humidade relativa do Ar, encontra-se esquematizado na tabela seguinte:

Tabela 4: Valores Limite dos parâmetros físicos em estudo.

Parâmetro	Conselho Nacional do Desporto
	Valores de referência - Ginásios
Temperatura ambiente	16°C a 21°C - Inverno
	18°C a 25°C - Verão
Humidade relativa do Ar	55 a 75%

- Requisitos gerais para as instalações de apoio dos praticantes:
 - Pavimentos planos e regulares, constituídos por materiais impermeáveis, com revestimento antiderrapante e resistente ao desgaste e às ações dos desinfetantes comuns, e com disposições de drenagem que evitem a formação de zonas encharcadas e facilitem a evacuação das águas de lavagens;
 - Interdição do uso de estrados de madeira e de revestimentos porosos como tapetes ou alcatifas.

Tendo em conta o diploma referido, os parâmetros a ter em conta na realização do estudo, referem-se essencialmente à temperatura do ambiente interno e à humidade, assim com a alguns aspetos da construção dos mesmos.

É importante mencionar, que os ginásios deixaram há quatro anos de ter auditorias obrigatórias à qualidade do ar, com a legislação que “*atribuiu à Inspeção do Ambiente a responsabilidade de garantir o cumprimento das regras, mas eliminou a obrigatoriedade destas fiscalizações*” (Oliveira, 2014).

De salientar também que, até dezembro de 2013, quando a nova legislação entrou em vigor, edifícios como escolas, centros desportivos, lares, hospitais e clínicas eram alvo de auditorias obrigatórias de dois em dois anos, enquanto em centros comerciais ou edifícios de escritórios a periodicidade era de três em três anos. As auditorias obrigatórias deixaram de existir, sendo que a responsabilidade de controlar a qualidade do ar interior passou para os proprietários dos edifícios e a Inspeção-Geral da Agricultura, do Ambiente, do Mar e do Ordenamento do Território (IGAMAOT) ficou com a responsabilidade de verificar se todos cumprem as regras (Oliveira, 2014).

PARTE II: INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA



V. Material e Métodos

5.1. Local do Estudo

Para concretização deste estudo, foram selecionados cinco ginásios sedeados no distrito de Castelo Branco, designados por: Ginásio A, Ginásio B, Ginásio C, Ginásio D e Ginásio E.

Quanto à localização geográfica, os ginásios A e B encontravam-se localizados numa zona suburbana, sendo que o ginásio B não se encontrava sob influência direta de nenhuma via com acentuado tráfego rodoviário, enquanto nos restantes ginásios C, D e E, encontravam-se localizados em zona urbana, próximo de vias com tráfego rodoviário e ferroviário.

De salientar, que ao abrigo de determinados princípios éticos em investigação, o nome dos espaços não foi divulgado, nem foi dada nenhuma indicação que permita inferir qual o local de estudo.

5.1.1 Principais características de cada ginásio

A caracterização dos ginásios torna-se imprescindível num estudo deste género, visto que existem vários fatores que direta ou indiretamente podem influenciar a qualidade do ar interior.

As principais características dos ginásios em estudo são apresentadas nas tabelas 5, 6, 7 e 8, respetivamente. No anexo III apresentam-se fotografias a ilustrar os mesmos. Para alguns locais de amostragem, não foi determinado o volume total devido à irregularidade geométrica das salas e à falta de informação nas plantas de construção fornecidas pelos gerentes. Além da apresentação geral de cada ginásio, também são apresentadas as principais características de cada sala de amostragem.

Tabela 5: Caracterização do Ginásio A

Ginásio A		
Características de Construção	•Ano	2000
	•Principais materiais	Tijolo, Betão
	•Nº de Pisos	1
Ginásio	•Tipo de Ginásio	Ginásio de pequena dimensão sem piscina. Inclui sala de musculação e cardiofitness, 2 balneários, 2 instalações sanitárias, 2 salas de arrumo e receção.
	•Ambiente envolvente	Zona rural (inserido num R/C de prédio de habitação)
	•Ventilação (Natural/Forçada)	Ventilação Natural + ventoinhas, ventiladores e extratores de ar locais.
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Madeira, alumínio, vidro
	•Revestimento do chão	Azulejo branco e amarelo
	•Revestimento de parede	Azulejo azul e branco. Pintura verde e laranja. Madeira
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Frequência de limpeza	3 vezes por semana (após o encerramento do ginásio)
Sala de Musculação/ Cardiofitness	•Volume Total (m ³)	336
	•Área Total (m ²)	120
	•Altura da Sala (m)	2,8
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Tinta, madeira e vidro (espelhos)
	•Revestimento do chão	Azulejo branco e amarelo
	•Revestimento de parede	Azulejo azul e branco. Pintura verde e laranja. Madeira
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Tipo de porta	Porta de alumínio e vidro
	•Número de portas	1
	•Tipo de janela	Janelas de perfil de alumínio com vidro simples
•Número de janelas	4	
Sala de aula de grupo	•Volume Total (m ³)	---
	•Área Total (m ²)	240 m ²
	•Altura da Sala (m)	---
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Aço, vidro, Alumínio e Madeira
	•Revestimento do chão	Revestimento de borracha
	•Revestimento de parede	Pintura branca e cinzenta
	•Revestimento do teto	Pórticos metálicos com grandes espaçamentos, ligados por madres galvanizadas e com revestimento a chapa de aço pré-lacada
	•Tipo de porta	Porta em aço galvanizada
	•Número de portas	2
	•Tipo de janela	Postigos de vidro simples com moldura em alumínio
•Número de janelas	----	

Tabela 6:Caraterização do Ginásio B

Ginásio B		
Características de Construção	•Ano	2013
	•Principais materiais	Tijolo, Betão
	•Nº de Pisos	2
Ginásio	•Tipo de Ginásio	Ginásio com piscina. Constituído por sala de musculação e cardiofitness, sala multiusos, 4 balneários, 2 salas de arrumo, gabinete de administração, gabinete de professores, Sala de Sauna, Sala de manutenção da piscina e receção.
	•Ambiente envolvente	Zona rural (construído num espaço de jardim e lazer, praia fluvial, ginásio ao ar livre e circuito de manutenção física). Junto a uma zona de restauração e piscina municipal.
	•Ventilação (Natural/Forçada)	Ventilação forçada de extração com ventilador centrífugo e ar condicionado com máquinas de condutas in/out (Última limpeza bi-anual a 08-01-2018).
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, alumínio, vidro
	•Revestimento do chão	Azulejo branco e borracha antiderrapante nas escadas
	•Revestimento de parede	Pintura branca, armário de parede e cacifos.
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Frequência de limpeza	1 vez por dia (após o encerramento do ginásio)
Sala de Musculação/ Cardiofitness	•Volume Total (m ³)	419,9
	•Área Total (m ²)	121
	•Altura da Sala (m)	3,47
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Tinta, madeira, borracha e inox
	•Revestimento do chão	Pavimento azul de borracha com acabamento em inox. Tapete de material sintético preto à entrada da sala.
	•Revestimento de parede	Vitrine perfis em alumínio (inclui porta de emergência). Pintura branca, vidro opaco e madeira.
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Tipo de porta	Porta de vidro
	•Número de portas	2
	•Tipo de janela	Não têm
•Número de janelas	--	

Tabela 7: Caracterização do Ginásio C

Ginásio C		
Características de Construção	•Ano	2015
	•Principais materiais	Tijolo, Betão
	•Nº de Pisos	1
Ginásio	•Tipo de Ginásio	Ginásio sem piscina. Inclui sala de musculação e cardiofitness, 1 estúdio interiores de aulas de grupo, 5 instalações sanitárias, 2 balneários, 2 gabinete de professores, 1 gabinete de administração, Sala de Sauna e receção.
	•Ambiente envolvente	Zona urbana (ginásio situado entre dois prédios de habitação). Em contacto direto com via de tráfego rodoviário acentuado, tendo um pequeno estacionamento a “separar” da via. Junto a lojas de comércio nos r/c de alguns prédios. Em frente está a funcionar um posto de abastecimento de combustível.
	•Ventilação (Natural/Forçada)	Ventilação forçada de extração com ventilador centrífugo e ar condicionado com máquinas de condutas in/out (Última limpeza Trimestral a 22-01-2018)
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Madeira, alumínio, vidro, tapete à entrada e ao longo do corredor até à entrada dos gabinetes
	•Revestimento do chão	Azulejo creme
	•Revestimento de parede	Vitrine perfis em alumínio (inclui porta de emergência). Pintura branca e amarela
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur).
	•Frequência de limpeza	1 vez por dia (após o encerramento do ginásio, entre as 21:30h às 23:00h)
Sala de Musculação/ Cardiofitness	•Volume Total (m ³)	480
	•Área Total (m ²)	150
	•Altura da Sala (m)	3,20
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Tinta, mármore e vidro
	•Revestimento do chão	Azulejo creme
	•Revestimento de parede	Pintura branca e amarela
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco e amarelo (pladur)
	•Tipo de porta	Inexistente
	•Número de portas	---
	•Tipo de janela	Não têm
Sala de aula de grupo (Estúdio)	•Número de janelas	---
	•Volume Total (m ³)	168
	•Área Total (m ²)	60
	•Altura da Sala (m)	2,80
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Tinta, madeira e vidros (espelhos).
	•Revestimento do chão	Pavimento flutuante laminado com rodapé
	•Revestimento de parede	Pintura branca com placas acústicas para isolamento sonoro
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Tipo de porta	Porta de vidro dupla
•Número de portas	1	
•Tipo de janela	Janelas de perfil de alumínio com vidro simples	
•Número de janelas	2	

Tabela 8: Caracterização do Ginásio D

Ginásio D		
Características de Construção	•Ano	2004
	•Principais materiais	Tijolo, Betão
	•Nº de Pisos	1
Ginásio	•Tipo de Ginásio	Ginásio com piscina. Constituído por sala de musculação e cardiofitness, 2 estúdios interiores de aulas de grupo, 3 balneários, 3 instalações sanitárias, 2 salas de arrumo, Sala de Sauna, Sala de banho turco, Sala de manutenção da piscina, gabinete de administração e receção.
	•Ambiente envolvente	Zona urbana (ginásio situado entre dois prédios). Zona de comércio e restauração. Junto a uma via de circulação com tráfego rodoviário moderado.
	•Ventilação (Natural/Forçada)	Ventilação forçada de extração com ventilador centrifugo e ar condicionado com máquinas de condutas in/out (Última limpeza mensal a 05-03-2018).
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, vidro, pedra granítica com acabamento em verniz
	•Revestimento do chão	Azulejo branco
	•Revestimento de parede	Pintura branca, laranja e azul
	•Revestimento do teto	Pintura branca
	•Frequência de Limpeza	4 vezes por semana (após o encerramento do ginásio)
Sala de Musculação/ Cardiofitness	•Volume Total (m ³)	159,50
	•Área Total (m ²)	55
	•Altura da Sala (m)	2,90
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, pedra granítica e vidro (espelhos)
	•Revestimento do chão	Pavimento flutuante laminado com rodapé
	•Revestimento de parede	Pintura branca e vidro
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Tipo de porta	Inexistente
	•Número de portas	---
	•Tipo de janela	Não tem
Sala de aula de grupo (Estúdio 1)	•Volume Total (m ³)	101,5
	•Área Total (m ²)	35
	•Altura da Sala (m)	2,90
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Tinta, espelhos e pedra granítica
	•Revestimento do chão	Revestimento de borracha
	•Revestimento de parede	Pedra granítica e espelhos
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Tipo de porta	Porta interior com estrutura alveolar
	•Número de portas	1
	•Tipo de janela	Inexistente
Sala de aula de grupo (Estúdio 2)	•Volume Total (m ³)	111,65
	•Área Total (m ²)	38,5
	•Altura da Sala (m)	2,90
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, Tinta, espelhos e pedra granítica
	•Revestimento do chão	Revestimento de borracha
	•Revestimento de parede	Pedra granítica, Pintura branca
	•Revestimento do teto	Teto falso em gesso laminado branco (pladur)
	•Tipo de porta	Porta dupla de vidro
	•Número de portas	2
	•Tipo de janela	Inexistente
•Número de janelas	---	

Tabela 9: Caracterização do Ginásio E

Ginásio E		
Características de Construção	•Ano	2001
	•Principais materiais	Tijolo, Betão
	•Nº de Pisos	2
Ginásio	•Tipo de Ginásio	Ginásio sem piscina. Inclui sala de musculação e cardiofitness, um estúdio interior de aulas de grupo, 2 balneários, 2 instalações sanitárias, Gabinete de administração e receção.
	•Ambiente envolvente	Zona urbana (R/C do prédio e cave)
	•Ventilação (Natural/Forçada)	Ventilação Natural + ventoinhas, ventiladores e extractores de ar locais. Exceto na sala de aula de grupo com ventilação forçada de extração com ventilador centrífugo e ar condicionado com máquinas in/out (Última limpeza Bianual a 15-05-2017)
	•Principais materiais	Tijolo, Betão e vidro
	•Revestimento do chão	Pavimento flutuante laminado com rodapé
	•Revestimento de parede	Pintura branca e vermelha
	•Revestimento do teto	Pintura branca
	•Frequência de limpeza	4 vezes por semana (após o encerramento do ginásio)
Sala de Musculação/ Cardiofitness	•Volume Total (m ³)	525
	•Área Total (m ²)	150
	•Altura da Sala (m)	3,5
	•Principais materiais	Tijolo, Betão, vidro
	•Revestimento do chão	Pavimento flutuante laminado com rodapé
	•Revestimento de parede	Pintura branca, espelhos e vitrine com postigos de vidro simples com moldura em alumínio
	•Revestimento do teto	Pintura branca
	•Tipo de porta	Inexistente
	•Número de portas	---
	•Tipo de janela	Postigos de vidro simples com moldura em alumínio
•Número de janelas	---	
Sala de aula de grupo - Estúdio	•Volume Total (m ³)	---
	•Área Total (m ²)	90
	•Altura da Sala (m)	---
	•Principais materiais	Tijolo, betão, pladur e vidro
	•Revestimento do chão	Pavimento flutuante laminado com rodapé
	•Revestimento de parede	Pintura branca e espelhos
	•Revestimento do teto	Pintura branca
	•Tipo de porta	Não tem
	•Número de portas	---
	•Tipo de janela	Postigos de vidro simples com moldura em alumínio
•Número de janelas	---	

5.1.2 Modalidades praticadas nos ginásios

É importante também descrever o tipo de modalidade praticada na sala de aulas de cada ginásio. Na tabela seguinte consta as modalidades praticadas em cada ginásio.

Tabela 10: Modalidades praticadas em cada ginásio

Modalidade	Ginásio A	Ginásio B	Ginásio C	Ginásio D	Ginásio E
•Localizada	X				
•Strong			X		
•Pilates			X	X	
•GAP			X	X	X
•Jump			X		
•Kimax				X	
•FHT D0				X	
•Cycling				X	
•CrossFit	X				
•Dança					X
•Musculação & CardioFitness	X	X	X	X	X

5.2. Tipo, Técnica de Amostragem e Dimensão da Amostra

O tipo de amostragem foi não probabilístico, sendo a técnica de amostragem por conveniência.

O período de amostragem deste estudo realizou-se nos meses de Novembro e Dezembro de 2017 e nos meses de Janeiro e Março de 2018. A avaliação foi realizada ao longo do horário de funcionamento de cada ginásio, passando por períodos com menor e maior afluência de utilizadores e em salas com diferentes atividades (sala de musculação e *cardiofitness* e salas de aulas de grupo). Consistiu num total de 40 dias sendo o período de recolha de dados apresentado na figura 6.

Em relação à qualidade do ar interior, os espaços avaliados foram, respetivamente: a sala de musculação e *cardiofitness* e as salas de aulas de grupo de cada ginásio, num total de 10 espaços. A amostragem no Ginásio A foi realizada numa sala de aulas de grupo (anexo) e na sala de musculação e *cardiofitness*, sendo esta última sala comum às duas modalidades. No Ginásio B, a amostragem realizou-se na sala de musculação e *cardiofitness*, sendo a sala também comum às duas modalidades. Tanto o Ginásio A como o Ginásio B, localizavam-se numa zona suburbana. O Ginásio

A ficava localizado no R/C de um prédio habitacional, enquanto o Ginásio B, encontra-se localizado numa zona de lazer (praia fluvial, piscina municipal, ginásio ao ar livre) e ao lado de uma zona de restauração. Em relação aos ginásios C, D e E, a amostragem foi realizada nas salas de aulas de grupo existentes e na sala de musculação e cardiofitness, sala comum às duas modalidades, sendo estes localizados numa zona urbana. De referir, que os ginásios C e D localizavam-se numa zona habitacional e comercial, enquanto o Ginásio E, localizavam-se no R/C e cave de um prédio habitacional.

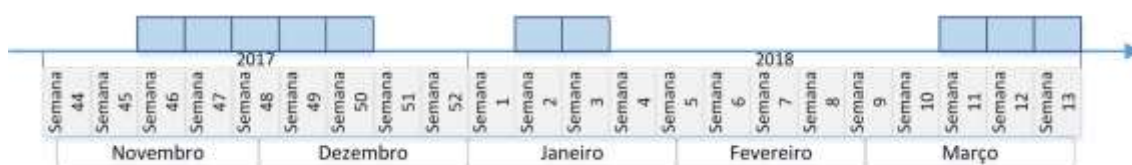


Figura 6: Período das avaliações efetuadas

Foi ainda avaliado o espaço exterior de cada um dos 5 ginásios, bem como todos os funcionários destas instalações desportivas e uma amostra de utilizadores, que participaram no estudo.

Os parâmetros ambientais avaliados foram: matéria particulada suspensa no ar de frações 0.5µm, 1.0µm, 2.5µm, 5.0µm e 10µm, dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), temperatura ambiente (T^o) e humidade relativa (Hr).

Sendo que, muitos dos produtos utilizados e os próprios métodos de limpeza podem libertar poluentes, foi criado um diário onde todas as atividades de cada ginásio foram registadas.

5.3. Estudo da densidade do tráfego nas ruas envolventes

Devido à localização dos Ginásios A, C, D e E, foi realizado um breve estudo para avaliar o fluxo de tráfego existente. Este estudo consistiu na contagem do número de veículos (carros, motociclos e autocarros) que passaram na rua envolvente dos edifícios, durante um intervalo de 15 minutos, num período em que se considerou de maior volume de tráfego rodoviário. A contagem das viaturas realizou-se ao mesmo tempo que se concretizava a medição dos parâmetros atmosféricos. Os resultados da contagem de tráfego nos períodos avaliados (Anexo IV) indicavam um fluxo de tráfego similar, entre 12 a 26 veículos por cada período de 15 minutos para as ruas envolventes do ginásio A. Entre os 138 a 174 veículos por cada período para o ginásio C, enquanto para o ginásio D, foi apresentado um intervalo de variação entre os 77 a 93 veículos e para o ginásio E, foi feita uma contagem que variava entre 77 e 91 veículos, não

havendo grandes alterações de um dia para o outro. O ginásio B, não foi submetido ao estudo de densidade do tráfego, devido à sua localização, nomeadamente por não existir ruas envolventes. No anexo III encontram-se fotografias das imediações de cada ginásio.

5.4. Tipo de Estudo

O estudo aplicado foi de nível II, do tipo *observacional* e de natureza transversal, uma vez que se pretende estudar um fenómeno relativo à QAI em espaços onde se praticava atividade física e descrever a sua importância para a saúde humana.

5.5. Metodologia e Instrumentos de Recolha de Dados

A recolha de dados foi constituída por dois momentos de investigação. Num primeiro momento, de Novembro a Dezembro de 2017 e de Fevereiro a Março de 2018, procedeu-se à avaliação da qualidade do ar, recorrendo para tal, à avaliação de poluentes atmosféricos (CO, CO₂, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0}, PM₁₀) e de variáveis meteorológicas (T°, Hr) na estação de Outono/ Inverno. O segundo momento, em Dezembro, consistiu na administração de um questionário (Anexo I) dirigido aos funcionários dos ginásios avaliados e ainda, outro questionário dirigido aos de utilizadores (Anexo II), sendo reunido uma amostra mais representativa que possível, de cada ginásio em estudo.

O questionário relativo aos funcionários dividiu-se em três partes fundamentais: a primeira abordava a caracterização sociobiográfica dos funcionários, bem como os seus hábitos tabágicos; a segunda, era pedido para avaliar os fatores ambientais presentes no seu local de trabalho, e por fim, na terceira parte, destinava-se a obter dados sobre a sua condição de saúde, isto é, se existiam antecedentes de doença crónica e sintomas de doença respiratória e alérgica.

Em relação ao questionário dirigido aos utilizadores de cada ginásio, este encontrava-se dividido em duas partes essenciais, nomeadamente: a primeira abordava a caracterização sociobiográfica dos utilizadores, bem como os seus hábitos tabágicos e a segunda parte, debruçava-se na condição da sua saúde, nomeadamente da existência, ou não, de doenças crónicas e sintomas de doença alérgica ou respiratória.

No que diz respeito ao primeiro momento da investigação as medições foram efetuadas num período de 30 minutos com amostragens de minuto a minuto, de acordo com o estabelecido pela Nota Técnica (Nota Técnica NT-SCE-02, 2009). As medições da QAI decorreram no período normal de funcionamento dos ginásios, colocando-se os equipamentos na posição mais central possível de cada espaço avaliado e,

aproximadamente, à altura das vias respiratórias dos funcionários e utilizadores, na posição de pé, e durante a prática de exercício físico.

Tendo como referência a Nota Técnica, a recolha das amostras foi realizada a uma altura de 1,0 m do solo e a, pelo menos, 3,0 m das paredes entre as 09:00 e as 21:30 horas (Nota Técnica NT-SCE-02, 2009). As medições de QAE decorreram no espaço exterior de cada uma das instituições, à mesma altura a que foram realizadas as medições de QAI, mas afastadas pelo menos 1,0 m das paredes exteriores dos ginásios em estudo (Jardim *et al.*, 2015).

Para proceder à recolha analítica dos parâmetros avaliados, utilizaram-se os equipamentos portáteis específicos de leitura em tempo real, nomeadamente o medidor *Q-Trak™ Plus – IAQ Monitor*, marca *TSI*, modelo 8552/8554, com célula eletroquímica de leitura direta para avaliação da concentração de CO, CO₂ e das variáveis meteorológicas T° e Hr e o medidor *Lightouse*, modelo *Handheld 3016 IAQ* para recolha dos valores quantitativos de PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀. De salientar, que os dados recolhidos foram anotados num diário de campo, que acompanhou toda a investigação.

Considerou-se como referência para a concentração máxima de CO, 10,0 mg/m³ (9 ppm), para o CO₂, 2250 mg/m³ (1250 ppm), para PM_{2.5}, 0,025mg/m³ e para PM₁₀, 0,05 mg/m³, como referido na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro (Portaria n.º 353-A/2013 de 4 de Dezembro, 2013). Em relação às partículas de fração PM_{0.5}, PM_{1.0} e PM_{5.0}, embora seja inexistente a legislação específica referente às concentrações destes poluentes, foi feita uma referência aos valores encontrados.

Em relação às condições ambientais de conforto de referência para a T°, deve oscilar entre 16 e 21°C, enquanto que, a Hr deve oscilar entre os 55 e 75% (Conselho Nacional do Desporto, 2008).

5.6. Estratégias para o Tratamento Estatístico dos Dados

O tratamento estatístico dos dados foi realizado com recurso ao *software* especializado IBM SPSS *Statistics* versão 24.0 para *Windows*.

No que diz respeito à estatística descritiva aplicamos medidas de tendência central, dispersão e análise de frequências absolutas e relativas.

Para a inferência estatística, tivemos em conta a avaliação de alguns pressupostos para aplicação da estatística paramétrico e não paramétrica. Os pressupostos foram: medidas de assimetria, achatamento e avaliação da normalidade.

Os testes estatísticos foram: no que diz respeito à comparação de grupos independentes (com 2 amostras), recorremos aos testes *Wilcoxon-Mann-Whitney*. Para

avaliação da associação entre amostras independentes recorreremos ao teste Qui-quadrado da Independência e ao teste Exato de Fisher. Por fim, no que diz respeito à decisão, tivemos em conta um nível de confiança de 95% para um erro aleatório inferior ou igual a 5%.

Podemos, no entanto, escalonar os níveis de significância para melhor compreendermos quando estamos na presença de diferenças/associações ou correlações estatisticamente significativas: para valor de $p\text{-value} \leq 0,05$ assumiu-se para uma probabilidade inferior ou igual a 5% de que as diferenças/associações ou correlações são estatisticamente significativas. Para valores de $p\text{-value} < 0,01$ assumiu-se que as diferenças/associações ou correlações são altamente significativas. Para valores de $p\text{-value} < 0,001$ revelaram diferenças/ associações ou correlações muito altamente significativas.

VI. Análise de Resultados

6.1. Descrição das Características da Amostra em Estudo

A amostra estudada compreendeu, por um lado, a avaliação da qualidade do ar nos espaços físicos interiores (Sala de Musculação e Cardiofitness e Sala de aulas de grupo) e nos espaços exteriores dos cinco ginásios sedeados no distrito de Castelo Branco, e, por outro lado, o estudo dos 35 funcionários (Professores, estagiários, funcionários de limpeza, rececionistas, fisioterapeutas, nutricionistas, gerentes e administrativos) que aí desempenhavam as suas funções, como também os utilizadores de cada ginásio, num total de 281 utilizadores.

Nos quadros seguintes, apresentamos algumas características relativas aos funcionários e utilizadores, respetivamente.

Quadro 1: Caracterização geral da amostra dos Funcionários dos ginásios em estudo.

		Género											
		Masculino				Feminino				Total			
		n	%	M	DP	n	%	M	DV	n	%	M	DP
●Hábito Tabágico	Sim	2	11.8			2	11.1			4	11.4		
	Não	15	88.2			16	88.9			31	88.6		
	Total	17	100.0			18	100.0			35	100.0		
●Função no Ginásio	➤ Professor(a)	12	70.6			7	38.9			19	54.3		
	➤ Estagiário(a)	2	11.8			2	11.1			4	11.4		
	➤ Funcionário (a) de limpeza	0	0.0			3	16.7			3	8.6		
	➤ Rececionista	1	5.9			1	5.6			2	5.7		
	➤ Fisioterapeuta	0	0.0			2	11.1			2	5.7		
	➤ Nutricionista	0	0.0			1	5.6			1	2.9		
	➤ Gerente	1	5.9			1	5.6			2	5.7		
	➤ Administrador (a)	1	5.9			1	5.6			2	5.7		
Total	17	100.0			18	100.0			35	100.0			
●Idade dos Funcionários				34.65	12.13			34.89	13.06			34.77	12.43
●Tempo de atividade no Ginásio [em meses]				52.53	50.58			25.61	20.84			38.69	40.09
●Horas Semanais de trabalho no Ginásio				31.47	16.20			26.44	14.11			28.89	15.15

M: Média; DV: Desvio Padrão

Dos funcionários inquiridos, 51,4% do sexo feminino. Em termos de hábitos tabágicos, 88,6% não possuíam esse hábito. No que concerne à classe profissional,

54,3% desempenhava funções de Professor. Do total de trabalhadores, o número de horas/semana foi de 28,29 horas, quanto ao tempo de exercício em ginásio este foi, em média de 38,69 meses, ou seja, aproximadamente 3 anos e 2 meses. A idade média dos funcionários dos ginásios foi de aproximadamente 35 anos.

No quadro 2, apresenta de forma resumida, as informações dos utilizadores dos ginásios em estudo.

Quadro 2: Caracterização geral da amostra dos Utilizadores dos ginásios em estudo.

		Género											
		Masculino				Feminino				Total			
		n	%	M	DP	n	%	M	DP	n	%	M	DP
● Hábitos Tabágicos	Sim	40	22.5			24	23.3			64	22.8		
	Não	138	77.5			79	76.7			217	77.2		
	Total	178	100.0			103	100.0			281	100.0		
● Frequência de Utilização	Utilização esporádica	1	0.6			1	1.0			2	0.7		
	Utilização regular	31	17.4			28	27.2			59	21.0		
	Utilização intensa	146	82.0			74	71.8			220	78.3		
	Total	178	100.0			103	100.0			281	100.0		
● Idade dos Utilizadores		178		29.84	10.02	103		30.66	8.95	281		30.14	9.63
● Há quanto Tempo frequenta o Ginásio? (em meses)		178		30.67	35.30	103		22.02	18.98	281		27.50	30.60

M: Média; DV: Desvio Padrão

Utilização esporádica: 1x/semana; Utilização regular: 2x/semana; Utilização intensa: ≥3x/semana.

Dos utilizadores inquiridos, 63,3% eram do sexo masculino. Em termos de hábitos tabágicos, 77,2% não possuíam esse hábito. No que diz respeito à frequência de utilização do ginásio, 78,3% dos utilizadores frequentavam o ginásio 3 vezes ou mais por semana. Do total dos utilizadores, em média, frequentavam à acerca de 27,50 meses, ou seja, aproximadamente de 2 anos e 3 meses. A idade média dos utilizadores dos ginásios em estudo, foi de aproximadamente 30 anos.

6.2. Monitorização da qualidade do ar

A partir da aplicação dos instrumentos de recolha de dados pré-definidos, analisou-se de forma global, os seguintes valores analíticos estimados das concentrações de CO, CO₂, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀, no ar interior dos vários ginásios comparativamente aos valores legalmente estabelecidos (limiar de proteção).

Quadro 3: Valores médios de CO, CO₂, T°, HR, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀ no interior dos espaços dos ginásios em estudo.

Parâmetros Avaliados	Sala do Ginásio	Média	DP	t; gl; p
CO ₂	Sala de Musculação e Cardiofitness	1006.07	534.320	-3,014; 46,161; 0,004
	Sala de aulas de grupo	1486.36	1002.507	
CO	Sala de Musculação e Cardiofitness	2.43	0.39	0,895; 234; 0,372
	Sala de aulas de grupo	2.37	0.38	
T °C	Sala de Musculação e Cardiofitness	16.72	3.41	3,015; 234; 0,003
	Sala de aulas de grupo	14.91	4.09	
HR	Sala de Musculação e Cardiofitness	58.43	4.50	-0,802; 234; 0,424
	Sala de aulas de grupo	59.04	4.40	
PM _{2.5}	Sala de Musculação e Cardiofitness	0.03	0.03	0,476; 227,844; <0,0001
	Sala de aulas de grupo	0.01	0.01	
PM ₁₀	Sala de Musculação e Cardiofitness	0.04	0.02	-1,876; 234; 0,062
	Sala de aulas de grupo	0.04	0.03	
PM _{0.5}	Sala de Musculação e Cardiofitness	<0.01	<0.0001	0,742; 234; 0,459
	Sala de aulas de grupo	<0.01	<0.0001	
PM _{1.0}	Sala de Musculação e Cardiofitness	0.01	0.01	-0,100; 234; 0,921
	Sala de aulas de grupo	0.01	0.01	
PM _{5.0}	Sala de Musculação e Cardiofitness	0.02	0.02	-1,619; 234; 0,107
	Sala de aulas de grupo	0.03	0.02	

t: Teste *t-Student* para amostras independentes; gl: Graus de liberdade; p: *p-value*
DP: Desvio Padrão

Verificou-se que a concentração média detetada em cada um dos parâmetros atmosféricos avaliados, de um modo geral, não diferiram de forma significativa dos valores encontrados nas salas de aulas de grupo, em relação à sala de Musculação e Cardiofitness de cada ginásio, exceto na concentração média de Dióxido de Carbono, da temperatura e na matéria particulada de fração 2.5 µm.

Tendo em consideração a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e o Decreto-Lei nº 243/86, de 20 de Agosto, que define o limiar de proteção de 1250 ppm, verificou-se que a concentração média deste poluente na sala de aulas de grupo foi muito maior,

em relação à sala de Musculação e Cardiofitness, ultrapassando o valor máximo estipulado por lei.

Ao longo da investigação, foi possível constatar que as concentrações deste poluente variaram conforme o local, ocorrência e hora do dia, tendo propensão a aumentar ao longo do mesmo. Os picos de concentração de CO₂ foram coincidentes com os períodos de maior ocupação. Apesar de este parâmetro ser considerado um indicador da QAI, é necessário também ter em conta se os sistemas de ventilação estão a funcionar em perfeitas condições, pois pode haver uma boa remoção deste poluente, o que origina níveis de concentração baixos, mas por outro lado, pode haver fontes de contaminação interior que passam despercebidas. Então, torna-se oportuno comparar os picos elevados com a concentração de outros poluentes, pois caso a interferência seja apenas a remoção pelos equipamentos mecânicos, outros poluentes irão também acumular-se no mesmo período de tempo e na mesma proporção (Peixoto, 2014).

Em relação ao monóxido de carbono, o seu limiar de proteção foi também encontrado na Portaria nº 353-A/ 2013 e é de 9 ppm.

Também no que diz respeito a este parâmetro não se registaram diferenças significativas em relação as concentrações médias encontradas deste poluente nas salas de cada ginásio.

As concentrações de CO apresentam-se baixas, não tendo sido em nenhum dos ginásios ultrapassado o valor máximo permitido por lei.

Analisando os resultados da tabela e comparando com os valores de referência, verificou-se que a temperatura média nos ginásios (sala de Musculação e Cardiofitness), encontravam-se dentro do intervalo estipulado para uma temperatura ideal, sendo este com uma temperatura média de 16,7, encontrando-se assim dentro dos valores referenciados na presente legislação (16 a 21°C). Em relação à temperatura média obtida nas salas de aula de grupo dos ginásios em estudo, esta apresentava uma temperatura média abaixo do que é recomendável, tendo sido obtida uma média de 14,9, ou seja, não aceite como confortável para a prática de exercício físico durante o Inverno.

Relativamente à humidade relativa, o valor médio estimado em ambas as salas dos ginásios, encontravam-se dentro dos limites estabelecidos como confortavelmente aceites, 55 a 75%.

Relativamente à matéria particulada, a legislação contempla valores limiares de proteção para as partículas PM_{2.5} e PM₁₀ sendo de 0,025 e 0.050 mg/m³, respetivamente. Nesta investigação, para além destas partículas foram ainda monitorizadas as PM_{0.5}, PM_{1.0} e PM_{5.0}.

Relativamente às concentrações encontradas nas salas de Musculação e Cardiofitness verificou-se que as variações na concentração não foram tão expressivas como nas salas de aula de grupo, uma vez que a ocupação das salas de Musculação e Cardiofitness foi mais uniforme do que a ocupação dos estúdios, que foi caracterizada por picos de ocupação em determinados horários.

Para as frações $PM_{0.5}$, $PM_{1.0}$ e $PM_{5.0}$ verificou-se que embora com valores de concentração diferentes, o perfil evolutivo da concentração de cada tipo de matéria particulada foi igual ao longo de cada dia, aumentando e diminuindo de forma proporcional.

A contribuição de cada fração granulométrica na sala de aulas de grupo foi maior comparativamente à sala Musculação e Cardiofitness dos ginásios, nas frações $1.0\mu m$, $5.0\mu m$ e $10\mu m$, enquanto na sala de Musculação e Cardiofitness, foi apenas maior nas frações $0.5\mu m$, $2.5\mu m$. De salientar que existe uma maior diferença entre as salas na fração $2.5\mu m$, sendo a ressuspensão de partículas na sala de Musculação e Cardiofitness, a representar proximamente o triplo de ressuspensão de partículas na sala de aulas de grupo.

Como já foi descrito anteriormente, os ginásios possuíam ventilação mecânica, exceto os ginásios A e E (Sala de Musculação e Cardiofitness). No ginásio D limpeza dos filtros ocorreram mensalmente, enquanto nos restantes, a mesma operação foi realizada quando necessário, não existindo uma rotina definida para este processo. Este facto pode assim também justificar a variação existente nas concentrações encontradas entre cada um dos cinco ginásios.

No quadro 4, podemos verificar os valores médios registados em cada modalidade praticada no interior dos ginásios em estudo.

Quadro 4: Valores médios registados em cada modalidade praticada no interior dos ginásios em estudo.

Parâmetros		Localizada	Strong	Pilates	GAP	Jump	Kimax	FHIT D0	Cycling	Crossfit	Dança	M CF	Total
Dióxido de Carbono (p=<0,0001)	M	1335.50	2851.0	1698.17	2408.33	3270.00	538.00	1634.50	2541.50	666.33	1413.50	1186.40	1279.98
	DP	556.49	1269.76	452.08	579.05	89.10	-	515.48	388.20	273.92	311.83	480.51	641.20
Monóxido de Carbono (p=<0,0001)	M	2.20	2.20	2.15	2.13	2.20	2.10	2.10	2.10	2.90	2.10	2.41	2.40
	DP	0.0000	<0.001	0.05	0.05	0.00	-	<0.001	<0.001	0.29	<0.001	0.38	0.38
Temperatura (p=0,001)	M	16.25	18.33	18.25	18.52	18.80	13.40	15.90	16.20	11.09	17.40	17.16	16.82
	DP	1.06	1.07	1.16	1.40	0.14	-	0.28	0.14	3.35	0.42	3.09	3.30
Humidade Relativa (p=0,025)	M	58.55	61.03	57.48	56.87	63.30	56.00	56.25	60.90	61.95	51.35	58.75	58.84
	DP	0.07	1.86	4.14	3.81	0.42	-	0.78	0.57	4.95	0.64	4.17	4.25
PM_{2.5} (p=0,052)	M	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03
	DP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	<0.001	0.01	<0.001	0.03	0.03
PM₁₀ (p=0,030)	M	0.03	0.06	0.03	0.04	0.08	0.02	0.05	0.05	0.06	0.02	0.04	0.04
	DP	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.04	0.00	0.02	0.02
PM_{0.5} (p=0,161)	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	DP	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.001	-	<0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM_{1.0} (p=0,150)	M	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
	DP	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	-	<0.001	<0.001	0.01	0.00	0.01	0.01
PM_{5.0} (p=0,082)	M	0.02	0.04	0.02	0.02	0.05	0.01	0.03	0.04	0.04	0.01	0.02	0.02
	DP	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.00	0.02	<0.001	0.015	0.012

M: Média; **DP:** Desvio Padrão; **M CF:** Musculação e Cardiofitness

Teste: Teste *Kruskal Wallis*

Ao longo da investigação, podemos constatar que os valores de CO₂ aumentaram significativamente nos períodos de ocupação, denotando o contributo dos ocupantes, atingindo máximos de 3678 ppm, enquanto em média a concentração se mantém próximo de 1280 ppm.

Verificou-se uma maior afluência de utilizadores, tantos nas aulas de grupo como na sala de Musculação e Cardiofitness durante o período da tarde, nomeadamente no final da tarde, a partir das 18h, até ao encerramento dos espaços (pelas 21h30-22h). Este padrão de utilização refletiu-se na evolução diária das concentrações de CO₂ que apresentou um pico às 20h.

Referir ainda, que é nas aulas de Jump, que se registou uma maior concentração deste poluente (3270 ppm). Logo de seguida, as aulas de Strong com um registo médio deste poluente de 2851 ppm. De salientar que estas duas modalidades são praticadas na mesma sala de aula e lecionadas seguidamente (com um intervalo de 10 minutos), em que a porta ficou aberta neste intervalo. Podemos também acrescentar que a sala possuía duas janelas de perfil de alumínio com vidro simples, mas que se mantiveram sempre fechadas. Também se observou que a aula de Jump era realizada a partir das 19h30 no Ginásio C, em que o restante ginásio apresentava maior circulação de ocupantes. Já em relação à aula de Strong, esta era realizada em dois horários distintos (10h30 e às 19h00). Sendo que apenas no horário da manhã, existia o intervalo de 10 minutos acima referido.

Ainda no âmbito da atividade de Jump podemos constatar, que o número de utilizadores/praticantes variava de 15 a 18 pessoas e nas aulas de Strong, de 13 a 23 pessoas. Apesar das aulas de Strong possuírem maior afluência de utilizadores, como é realizada antes da aula de Jump, quando esta aula decorre, o nível de CO₂ ainda está elevado, sendo que está poluída da aula anterior e a circulação de ar não foi suficiente para a renovação do ar contaminado.

O método utilizado nas aulas que decorreram no horário da parte da manhã, nomeadamente a realização de um intervalo de 10 a 15 minutos entre cada aula/modalidade), revelou-se ser mais produtiva na melhoria da QAI, em relação às aulas que decorreram durante a tarde, pois possibilitou a renovação do ar contaminado, quando os ocupantes saem da sala e o sistema AVAC continua a funcionar. Assim sendo, as concentrações dos poluentes diminuíram em vez de atingirem um patamar estável ou continuarem a aumentar.

A média total de CO registada em todas as salas dos ginásios em estudo, foi de 2,4 ppm. De referir que foi na sala de Musculação e Cardiofitness, que se registou uma concentração de CO de 3.6 ppm, sendo o registo mais elevado. Também na sala de

aula de grupo da modalidade de Crossfit (anexo do Ginásio A) que se registou um pico de 3.4 ppm. Os restantes variaram de 2.1 a 2.4 ppm. Sendo o valor de 2,4 ppm, o valor mínimo registado na sala de Crossfit.

Como no interior dos espaços estudados não existia nenhuma fonte de aquecimento por queima de combustível, assumiu-se que o CO presente no interior tenha origem no ar ambiente exterior. Posto isto, os valores de CO registados no anexo sala de aula de grupo do ginásio A, onde foi praticada a modalidade de Crossfit, foi justificável, comparando com as outras salas de grupo. Os valores mais elevados de CO registados foram quando a porta de emergência estava aberta.

Analisando os dados do quadro 4 e comparando com os valores de referência, verificou-se que as temperaturas registadas nas salas de Musculação e Cardiofitness, variam num intervalo entre 10,4 a 26,7°C, tendo valores fora do padrão de referência estipulada na presente legislação (temperaturas na estação de Inverno a variar entre 16 a 21°C). Acrescentar ainda que as temperaturas mais baixas registadas foram no Ginásio A, sendo que este apenas possuía ventilação natural e pequenos equipamentos, como ventoinhas. Em relação à temperatura média obtida nas aulas de Kimax (13,4°C), esta situava-se abaixo do que é recomendável para a prática de exercício físico durante a estação de Inverno.

Também se constatou que a temperatura mínima registada nas aulas de Crossfit, foi na ordem dos 5.2°C, no anexo do Ginásio A. O anexo não possuía ventilação mecânica e nem equipamentos como ventiladores e ventoinhas, o que não apresentava alternativas para regular a temperatura interior.

Importa referir as temperaturas médias mais elevadas registadas neste estudo, nomeadamente nas aulas das seguintes modalidades: Jump (18,8°C), GAP (18,5°C) e Strong (18.3°C). O Jump, das três modalidades referenciadas, é caracterizado por ser o treino com maior intensidade cardiovascular, o que poderá justificar a temperatura ser mais elevada do que as restantes. Existe maior esforço físico e consequentemente, maior gasto energético, sendo que é realizado em trampolins.

De salientar, que a aula GAP, apesar de ser um treino baseado em exercícios de relaxamento e alongamentos dos músculos (pernas, abdómen e glúteos simultaneamente), a temperatura média registada é das mais elevadas devido ao facto de outras aulas terem decorrido anteriormente na mesma sala.

As temperaturas máximas registadas foram nas aulas de Pilates (20.3°C) e GAP (20.2°C). Mais uma vez, apesar de serem aulas à base de alongamentos, apresentaram registos elevados de temperatura devido à grande afluência de utilizadores em relação

às restantes modalidades, e pelo facto de terem ocorrido outras aulas anteriormente na mesma sala.

A prática de Cycling envolvia uma intensidade cardiovascular muito alta, tal como nas aulas de Jump. No caso da temperatura média registada (16,2°C), observou-se ainda uma diferença acentuada em relação às aulas de Jump, cerca de 2,3°C. Apesar de serem ambos treinos de alta intensidade física, a sala de aula onde se realiza o Cycling, é exclusiva para esta modalidade, ao contrário das restantes, o que poderá justificar essa diferença de temperatura.

Relativamente à humidade relativa, o valor médio avaliado em todas as modalidades dos ginásios, indicavam estar dentro dos limites estabelecidos como confortavelmente aceites, 55 a 75%, exceto durante a aula de dança do Ginásio E, que registou uma média de 51,3%.

Os valores máximos obtidos registaram-se em horário de maior afluência e em alguns casos coincidindo com a prática mais intensa de atividade física, nomeadamente, nas aulas de Crossfit (69,2%), Cycling (61,3%) e Jump (63,3%). Importa referir o valor máximo obtido de 70,2% na sala de Musculação e Cardiofitness, coincidindo com a maior afluência de utilizadores dos ginásios e ainda, os valores máximos obtidos nas aulas de Pilates (64,0%), não sendo uma prática intensa de atividade física, é uma modalidade com mais afluência de utilizadores.

Foi igualmente realizada, para cada sala em estudo, a partir do quadro 4, a análise da concentração de cada diâmetro de partículas presentes no Decreto-Lei, como também foi confrontada com a concentração do limiar de proteção considerado saudável para a saúde humana.

O valor médio da matéria particulada de fração 2,5 µm na sala de musculação e cardiofitness (0,032 mg/m³) ultrapassou o valor permitido por lei (0,025 mg/m³), sendo nas restantes modalidades, registados valores dentro do limiar de proteção. Referir ainda, que os valores médios mais elevados se registaram nas salas onde se praticava Jump (0,018 mg/m³), cycling (0,016mg/m³) e crossfit (0.015 mg/m³).

Verificou-se que a existência de picos de concentração nos estúdios em períodos de aulas, concluindo-se assim que a presença humana foi uma fonte para o aumento de partículas nestes espaços, o que contribuiu para a ressuspensão de partículas no espaço.

Em relação às concentrações médias de PM₁₀ obtidas nas salas onde se praticava Jump (0,077mg/m³), Strong (0,061mg/m³) e CrossFit (0,060 mg/m³), ultrapassaram o valor máximo estipulado por lei (0,05 mg/m³), sendo na modalidade de Jump, onde se obteve maior concentração.

É importante referir, que estas modalidades têm maior número de participantes que as restantes e, são treinos de alta intensidade que utilizam trampolins no caso das aulas de Jump, onde existe grande movimentação durante o “salto”, Strong e Crossfit, igualmente modalidades de alta intensidade em que utilizam objetos como colchões, pesos e pneus. Em suma, coincide com a prática mais intensa de atividade física.

Referir que nas modalidades FHIT DO e Cycling, as concentrações médias de PM_{10} obtidas, o valor máximo recomendado é ligeiramente ultrapassado. Apesar de serem modalidades de alta intensidade, a afluência de utilizadores é menor.

De salientar, o valor máximo obtido numa das aulas de Crossfit, realizada no final da tarde, onde se registou-se um valor máximo de 0,134 para a concentração de PM_{10} .

Segundo o quadro 4, podemos constatar a presença de diferentes significativas de Dióxido de Carbono entre as diferentes modalidades praticadas ($p < 0,05$). Perfil semelhante ocorreu ao nível do Monóxido de Carbono.

Em relação à Temperatura e Humidade relativa e a matéria particulada de frações $2.5\mu m$ e $10\mu m$, também se concluiu que existiram diferenças significativas destes parâmetros em relação às modalidades praticadas.

Em relação a matéria particulada de frações $0.5\mu m$, $1.0\mu m$ e $5.0\mu m$, não se observaram diferenças significativas destas frações de matéria particulada, em relação à cada modalidade praticada.

No quadro 5 propusemos avaliar a relação existente entre as concentrações dos poluentes CO , CO_2 , T° , HR , $PM_{0.5}$, $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{5.0}$ e PM_{10} e a localização dos ginásios.

Quadro 5: Relação entre as concentrações dos poluentes CO, CO₂, T^o, HR, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀ avaliados e a localização geográfica dos ginásios.

Parâmetros Avaliados	Localização	Média	DP	z; p
Dióxido de Carbono	Suburbano	1055,06	461,07	-4,618; <0,0001
	Urbano	1500,02	714,74	
Monóxido de Carbono	Suburbano	2,39	0,38	-0,874; 0,382
	Urbano	2,42	0,38	
Temperatura	Suburbano	17,67	3,78	-4,340; <0,0001
	Urbano	15,99	2,51	
Humidade Relativa	Suburbano	58,92	4,57	-0,584; 0,559
	Urbano	58,76	3,94	
PM _{2.5}	Suburbano	0,04	0,03	-6,964; <0,0001
	Urbano	0,01	0,01	
PM ₁₀	Suburbano	0,03	0,02	-3,386; 0,001
	Urbano	0,04	0,02	
PM _{0.5}	Suburbano	<0,001	<0,001	-1,225; 0,220
	Urbano	<0,001	<0,001	
PM _{1.0}	Suburbano	0,01	<0,001	-1,046; 0,295
	Urbano	0,01	0,001	
PM _{5.0}	Suburbano	0,02	0,01	-2,318; 0,020
	Urbano	0,03	0,02	

z: Teste Mann-Whitney; p: *p-value*

DP: Desvio Padrão

No quadro 5, verificou-se que a concentração média detetada em cada um dos parâmetros atmosféricos avaliados, de um modo geral, não se registaram diferenças significativas nos valores estimados nos ginásios localizados na área suburbana (Ginásio A e B), em relação aos ginásios localizados na área urbana (Ginásio C, D e E), exceto na concentração média de Dióxido de Carbono. Também se registaram diferenças significativas de PM_{2.5} entre os ginásios em função da localização. Os ginásios localizados em meio suburbano apresentaram valores de PM_{2.5} mais elevados comparativamente aos que se encontravam em meio urbano. Perfil contrário ocorreu ao nível do parâmetro PM₁₀.

Quanto aos restantes parâmetros avaliados (quadro 5), não se registaram diferenças significativas nos resultados obtidos nestes parâmetros atmosféricos em relação à localização dos ginásios (suburbano e urbano).

No quadro 6 pretendeu-se avaliar a relação entre as concentrações dos poluentes CO, CO₂, T^o, HR, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀ e o interior e exterior dos ginásios estudados.

Quadro 6: Relação entre as concentrações dos poluentes CO, CO₂, T^o, HR, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀ avaliados e o interior e exterior dos ginásios.

Parâmetros Avaliados	Local de Medição	Média	DP	z; p
Dióxido de Carbono	Interior	1204,75	654,06	-7,850; <0,0001
	Exterior	441,46	198,84	
Monóxido de Carbono	Interior	2,379	0,37	-3,876; <0,0001
	Exterior	2,623	0,40	
Temperatura	Interior	16,45	3,53	-1,284; 0,199
	Exterior	16,12	4,01	
Humidade Relativa	Interior	58,74	4,13	-1,587; 0,113
	Exterior	57,38	6,04	
PM _{2.5}	Interior	0,03	0,03	-0,987; 0,324
	Exterior	0,02	0,02	
PM ₁₀	Interior	0,04	0,03	-2,669; 0,008
	Exterior	0,03	0,02	
PM _{0.5}	Interior	0,00	0,00	-1,718; 0,086
	Exterior	0,00	0,00	
PM _{1.0}	Interior	0,01	0,01	-1,864; 0,062
	Exterior	0,01	0,01	
PM _{5.0}	Interior	0,02	0,02	-1,754; 0,079
	Exterior	0,02	0,02	

z: Teste Mann-Whitney; p: *p-value*

DP: Desvio Padrão

Como podemos observar no quadro 6, registaram-se diferenças significativas de CO₂, CO e PM₁₀ em função do local das medições realizadas (interior e exterior). Registaram-se valores mais elevados de CO₂ e PM₁₀ no interior dos ginásios comparativamente ao exterior dos mesmos. De forma inversa ocorreu ao nível do CO.

Em relação aos restantes parâmetros avaliados não se registaram diferenças significativas em função dos locais de medição no interior e exterior dos ginásios ($p > 0,05$).

No quadro 7, propusemos avaliar a relação existente entre as concentrações dos poluentes CO, CO₂, T^o, HR, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀ durante o funcionamento dos ginásios nas diferentes modalidades desportivas e quando os mesmos ginásios não apresentavam qualquer atividade (controlo).

Quadro 7: Relação entre as concentrações dos poluentes CO, CO₂, T^o, HR, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{5.0} e PM₁₀ avaliados e o momento da medição nos ginásios.

Parâmetros Avaliados	Momento da Medição	Média	DP	z; p
Dióxido de Carbono	Controlo	484,05	116,53	-6,574; <0,0001
	Atividade	1279,98	641,20	
Monóxido de Carbono	Controlo	2,14	0,08	-3,694; <0,0001
	Atividade	2,40	0,38	
Temperatura	Controlo	12,86	3,68	-4,029; <0,0001
	Atividade	16,82	3,30	
Humidade Relativa	Controlo	57,74	2,61	-1,546; 0,122
	Atividade	58,84	4,25	
PM _{2.5}	Controlo	0,03	0,02	-0,427; 0,669
	Atividade	0,03	0,03	
PM ₁₀	Controlo	0,04	0,03	-0,228; 0,820
	Atividade	0,04	0,02	
PM _{0.5}	Controlo	<0,001	<0,001	-4,795; <0,0001
	Atividade	<0,001	<0,001	
PM _{1.0}	Controlo	<0,001	<0,001	-5,323; <0,0001
	Atividade	0,01	0,001	
PM _{5.0}	Controlo	0,01	<0,001	-5,759; <0,0001
	Atividade	0,02	0,02	

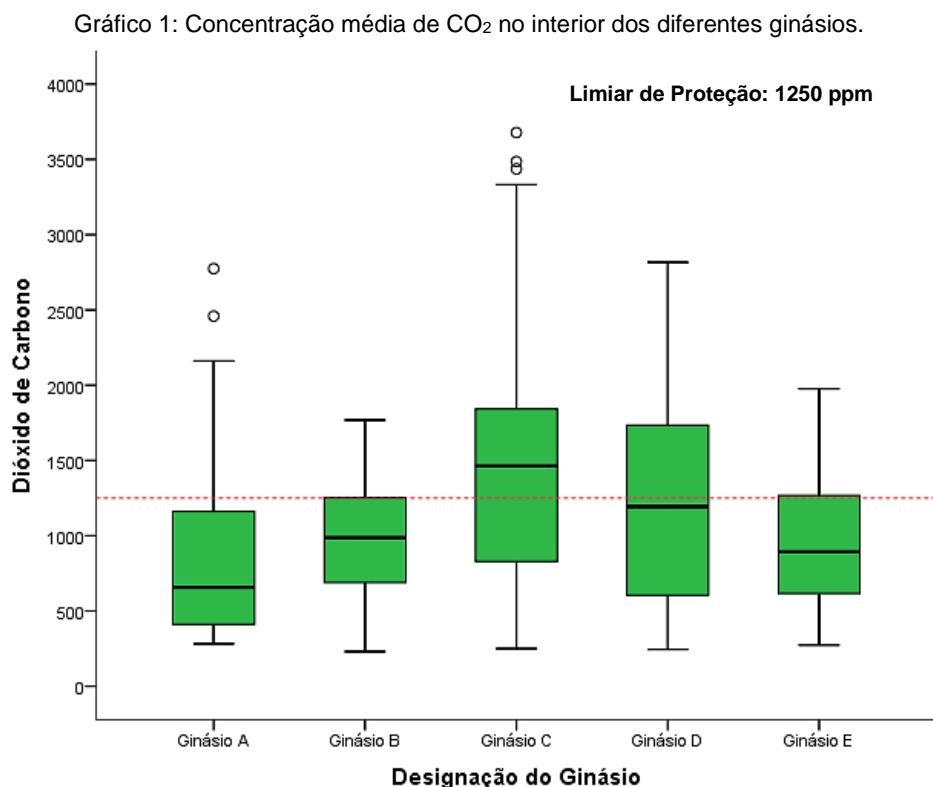
z: Teste Mann-Whitney; p: *p-value*

DP: Desvio Padrão

Segundo os resultados resumidos no quadro anterior, podemos verificar que os ginásios em pleno funcionamento (atividade) apresentaram significativamente valores mais elevados de CO₂, CO, PM_{1.0}, PM_{0.5}, PM_{5.0} e temperatura comparativamente aos momentos de ausência de atividade nesses mesmos ginásios. No entanto, não se registou um padrão diferenciador de variação de PM_{2.5} e PM₁₀ entre os dois momentos de avaliação (atividade *versus* inatividade) nos ginásios em referência ($p > 0.05$).

De seguida, procurou-se comparar os valores médios analíticos estimados das concentrações de CO, CO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{5.0} e as variáveis meteorológicas Temperatura e Humidade Relativa no ar interior de cada ginásio em estudo com os valores de limiar de proteção estabelecidos.

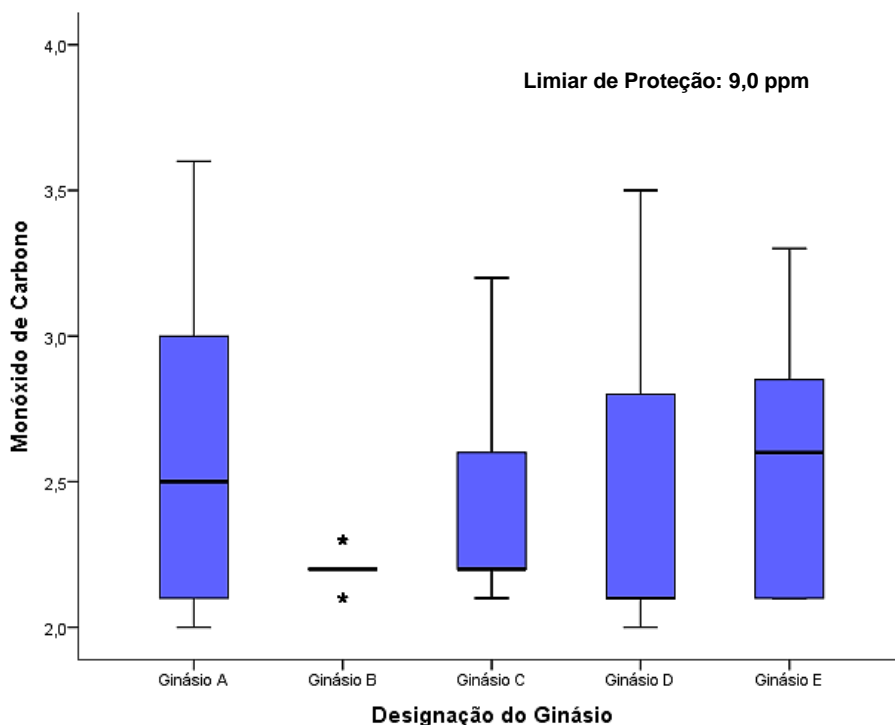
A distribuição das concentrações do parâmetro CO₂ pelos diferentes ginásios avaliados, estão apresentados no gráfico seguinte:



Analisando o diagrama de extremos e quartis (gráfico 1) constatamos que todos os ginásios apresentaram, uma grande parte das medições, valores superiores ao permitido (>1250ppm). No entanto, podemos acrescentar que nos ginásios A, B, D e E, mais de 50% das avaliações encontravam-se abaixo do limiar de proteção. O mesmo não se sucedera ao nível do ginásio C.

Procurou-se comparar, de seguida, os valores analíticos estimados de concentração de CO face aos valores de limiar de proteção estabelecidos.

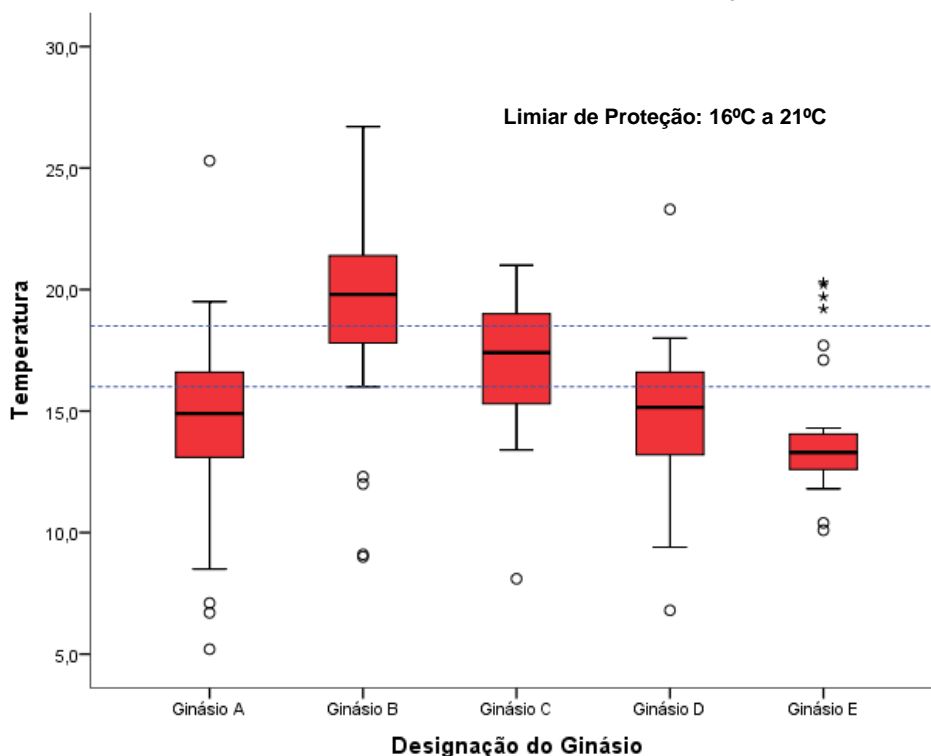
Gráfico 2: Concentração média de CO no interior dos diferentes ginásios



Como podemos observar no diagrama anterior, as medições analíticas realizadas nos diferentes ginásios não ultrapassaram o limite permitido (<9,0ppm).

Em relação aos valores médios registados de Temperatura, no ar interior, de cada um dos ginásios, apresenta-se o gráfico 3.

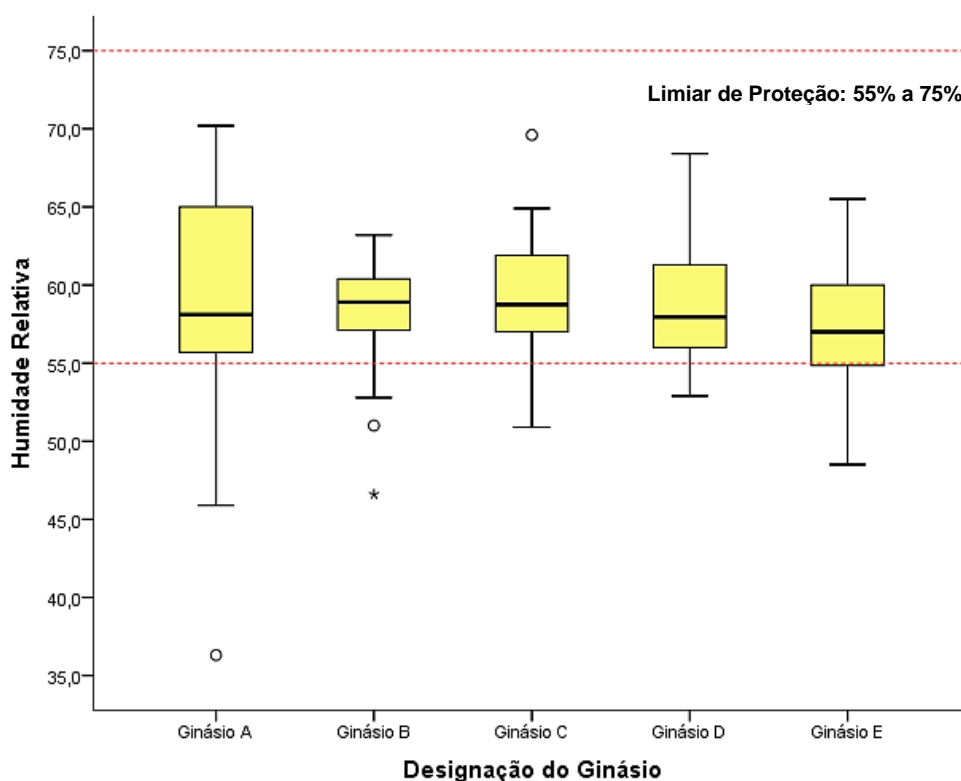
Gráfico 3: Temperatura média no interior dos diferentes ginásios



Segundo o gráfico 3, só um dos ginásios (ginásio E) é que demonstrou valores de temperatura, na maioria das medições, abaixo do limiar recomendado. Perfil relativamente semelhante ocorreu ao nível dos ginásios A e D. No que diz respeito ao ginásio C, 50% das medições, sensivelmente encontravam-se no intervalo de temperatura recomendado, enquanto que o ginásio B, as variações de temperatura foram, na sua maioria, superiores ao limite máximo de temperatura permitido.

Procurou-se comparar, de seguida, os valores médios registados da Humidade Relativa, no ar interior, de cada um dos ginásios, face ao limiar de proteção estabelecido.

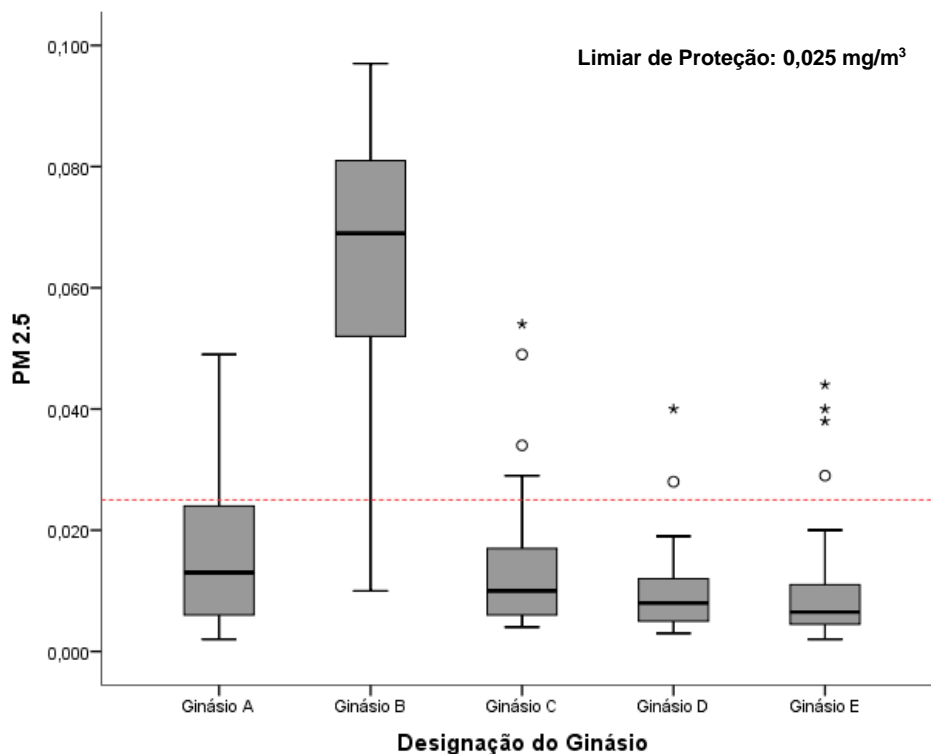
Gráfico 4: Humidade Relativa média no interior dos diferentes ginásios



Segundo o gráfico anterior podemos constatar que a esmagadora maioria das medições realizadas nos diferentes ginásios encontravam-se dentro do limite de conforto exigido.

A distribuição das concentrações do parâmetro $PM_{2,5}$ pelos diferentes ginásios avaliados, estão apresentados no gráfico 5.

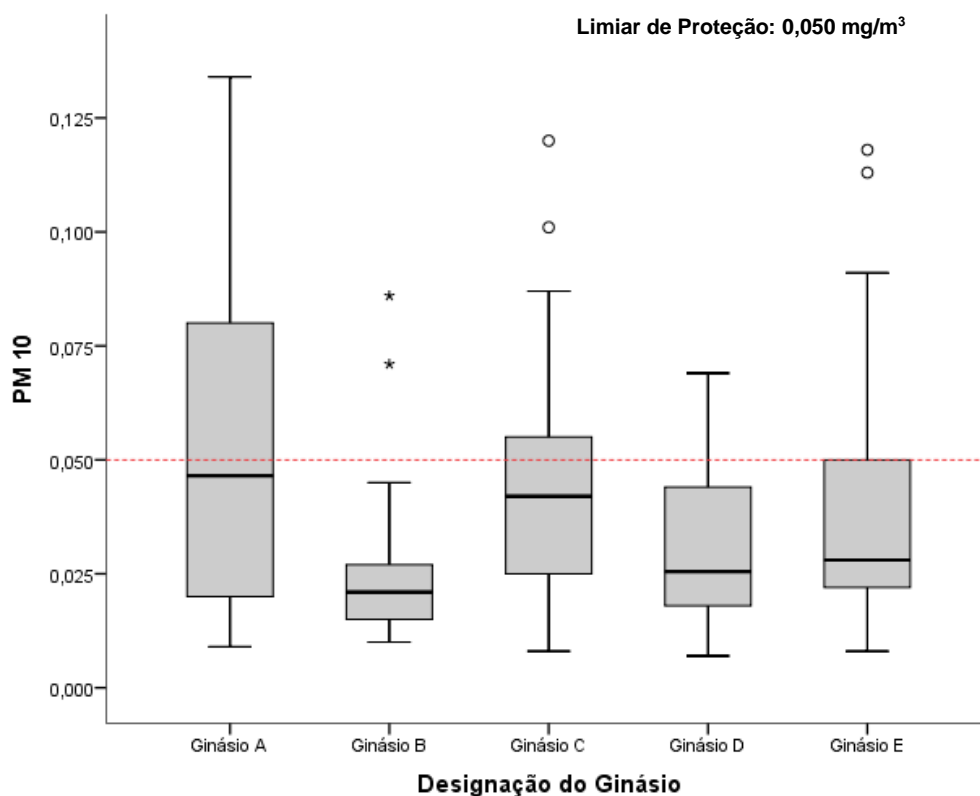
Gráfico 5: Concentração média de PM_{2.5} no interior dos diferentes ginásios.



Tendo em referência a distribuição de valores apresentados no diagrama de extremos e quartis anteriormente identificado, podemos verificar que os ginásios A, C, D e E expressaram variações analíticas de PM_{2.5} maioritariamente (>50%) inferiores ao limiar de risco (0,025mg/m³). O mesmo já não se observava no ginásio B, onde mais de 75% das medições foram significativamente superiores ao limiar de risco.

Pretendeu-se comparar, também, as concentrações médias de PM₁₀ registadas nos ginásios face aos valores estabelecidos pela legislação (gráfico 6).

Gráfico 6: Concentração média de PM₁₀ no interior dos diferentes ginásios.



Segundo o gráfico 6, a quase totalidade dos ginásios em estudo apresentaram maioritariamente valores de PM₁₀ inferiores ao limite de risco (0.05mg/m³). Porém, o ginásio que não cumprira em quase 50% das medições o referido limiar de risco, foi o ginásio A.

Propusemo-nos, de seguida, analisar os valores das concentrações médias entre os ginásios e os parâmetros que apresentavam diferenças significativas.

Quadro 8: Análise das concentrações médias de Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Carbono (CO₂) de cada ginásio em estudo

		M	DP	Intervalo de confiança de		Mínimo	Máximo	k-w; gl; p
				95% para média				
				Limite inferior	Limite superior			
CO ₂	Ginásio A	860,82	593,51	692,15	1029,49	283	2774	21,024; 4; <0,0001
	Ginásio B	967,03	377,82	874,15	1059,91	230	1768	
	Ginásio C	1523,33	941,05	1230,08	1816,58	250	3678	
	Ginásio D	1211,20	699,78	1003,39	1419,00	244	2816	
	Ginásio E	970,16	466,35	802,02	1138,29	273	1975	
	Total	1091,55	666,11	1006,12	1176,97	230	3678	
CO	Ginásio A	2,61	0,48	2,48	2,75	2,0	3,6	18,212; 4; 0,001
	Ginásio B	2,20	0,06	2,19	2,22	2,1	2,3	
	Ginásio C	2,41	0,32	2,31	2,51	2,1	3,2	
	Ginásio D	2,43	0,45	2,29	2,56	2,0	3,5	
	Ginásio E	2,52	0,39	2,38	2,66	2,1	3,3	
	Total	2,42	0,38	2,37	2,46	2,0	3,6	

M: Média; DP= Desvio Padrão

k-w: Teste de *Kruskal Wallis* para amostras independentes; gl= Graus de Liberdade; p= *p-value*

Segundo o quadro anterior, podemos constatar que os níveis quer de CO₂ quer de CO, diferiram de forma significativa entre os ginásios em estudo ($p < 0.05$).

Gráfico 7: Concentração média de CO₂ no interior dos diferentes ginásios

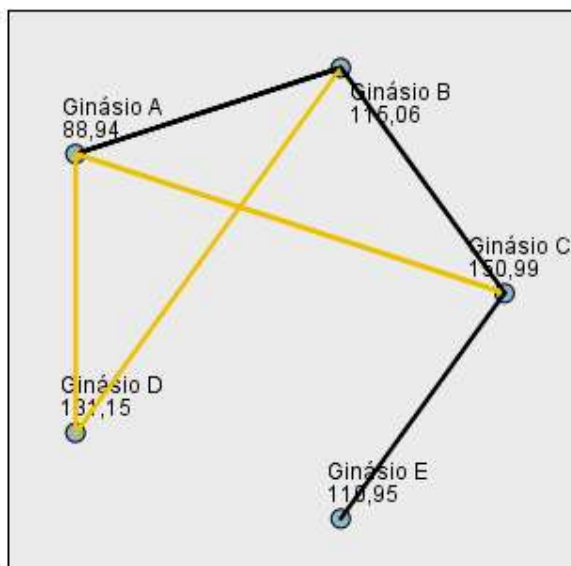
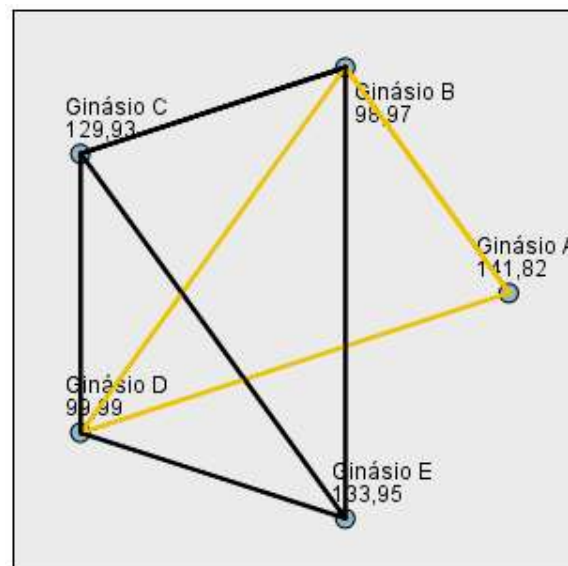


Gráfico 8: Concentração média de CO no interior dos diferentes ginásios



Teste comparação de distribuição entre grupos: *Kruskal Wallis*

Analisando os valores de concentração de CO₂ verificou-se, pela análise do gráfico 7, que tenderam a existir diferenças significativas entre o ginásio A e D ($p=0,025$) e entre o ginásio A e C ($p < 0,0001$), enquanto que os restantes ginásios revelaram

parâmetros semelhantes para o valor de concentração média de CO₂. Já no que refere à concentração média de CO, analisando o gráfico 8, verificou-se que existiram diferenças estatisticamente significativas entre o ginásio B e A (p=0,006) e entre o ginásio D e A (p=0,022).

Quadro 9: Análise das concentrações médias dos parâmetros Temperatura (T °C) e Humidade Relativa (Hr) de cada ginásio em estudo

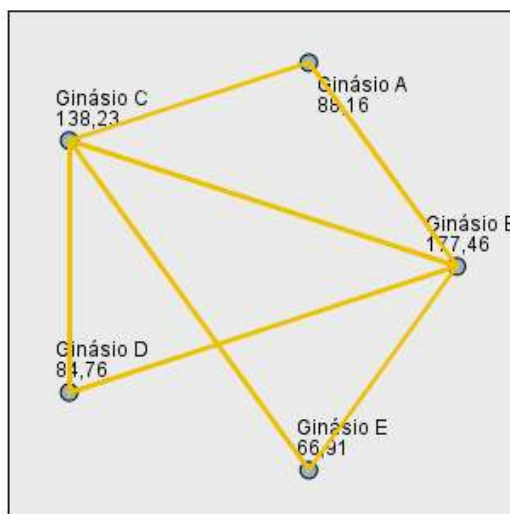
		Intervalo de confiança de						k-w; gl; p
		M	DP	95% para média		Mínimo	Máximo	
				Limite inferior	Limite superior			
T °C	Ginásio A	14.77	3.57	13.75	15.78	5.2	25.3	92,139; 4; <0,0001
	Ginásio B	19.31	3.08	18.55	20.07	9.0	26.7	
	Ginásio C	17.24	2.47	16.47	18.02	8.1	21.0	
	Ginásio D	14.86	2.67	14.07	15.65	6.8	23.3	
	Ginásio E	14.05	2.66	13.09	15.01	10.1	20.3	
	Total	16.40	3.60	15.94	16.86	5.2	26.7	
Hr	Ginásio A	58.73	6.69	56.83	60.63	36.3	70.2	3,453; 4; 0,485
	Ginásio B	58.33	3.08	57.57	59.09	46.6	63.2	
	Ginásio C	59.14	3.82	57.95	60.33	50.9	69.6	
	Ginásio D	58.90	4.04	57.70	60.10	52.9	68.4	
	Ginásio E	57.35	4.03	55.89	58.80	48.5	65.5	
	Total	58.54	4.48	57.96	59.11	36.3	70.2	

M: Média; DP= Desvio Padrão

k-w: Teste de *Kruskal Wallis* para amostras independentes; gl= Graus de Liberdade; p= *p-value*

Segundo o quadro 9, podemos constatar que os valores registados de temperatura, diferiram de forma significativa entre os ginásios em estudo (p<0.05).

Gráfico 9: Concentração média de T °C no interior dos diferentes ginásios



Teste comparação de distribuição entre grupos: *Kruskal Wallis*

Em relação aos valores de temperatura, pela análise do gráfico 9, verificou-se que existiram diferenças estatisticamente significativas entre o ginásio E e C e o ginásio E e B ($p < 0,0001$), como também entre o ginásio D e C ($p = 0,002$), o ginásio D e B ($p < 0,0001$), o ginásio A e C ($p = 0,005$), o ginásio A e B ($p < 0,0001$) e também entre o ginásio C e B ($p = 0,036$).

Quadro 10: Análise das concentrações médias da Matéria Particulada de frações $PM_{2,5}$, PM_{10} , $PM_{0,5}$, $PM_{1,0}$ e $PM_{5,0}$ de cada ginásio em estudo

		M	DP	Intervalo de confiança de		Mínimo	Máximo	k-w; gl; p
				95% para média				
				Limite inferior	Limite superior			
$PM_{2,5}$	Ginásio A	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.05	114, 848; 4; <0,0001
	Ginásio B	0.06	0.03	0.06	0.07	0.01	0.10	
	Ginásio C	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.05	
	Ginásio D	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	
	Ginásio E	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	
	Total	0.03	0.03	0.02	0.03	0.00	0.10	
PM_{10}	Ginásio A	0.05	0.03	0.04	0.06	0.01	0.13	39, 145; 4; <0,0001
	Ginásio B	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.09	
	Ginásio C	0.04	0.03	0.04	0.05	0.01	0.12	
	Ginásio D	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01	0.07	
	Ginásio E	0.04	0.03	0.03	0.05	0.01	0.12	
	Total	0.04	0.03	0.03	0.04	0.01	0.13	
$PM_{0,5}$	Ginásio A	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	1,613; 4; 0,806
	Ginásio B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
	Ginásio C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	
	Ginásio D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
	Ginásio E	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	
	Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
$PM_{1,0}$	Ginásio A	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	2,134; 4; 0,711
	Ginásio B	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	
	Ginásio C	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.04	
	Ginásio D	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	
	Ginásio E	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	
	Total	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	
$PM_{5,0}$	Ginásio A	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.10	13,596; 4; 0,009
	Ginásio B	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	
	Ginásio C	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.09	
	Ginásio D	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.05	
	Ginásio E	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00	0.07	
	Total	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.10	

M: Média; DP= Desvio Padrão

k-w: Teste de *Kruskal Wallis* para amostras independentes; gl= Graus de Liberdade; p= *p-value*

Segundo o quadro anterior, podemos constatar que as concentrações médias de $PM_{2.5}$, PM_{10} e $PM_{5.0}$, diferiram de forma significativa entre os ginásios em estudo ($p < 0.05$).

Gráfico 10: Concentração média de $PM_{2.5}$ no interior dos diferentes ginásios

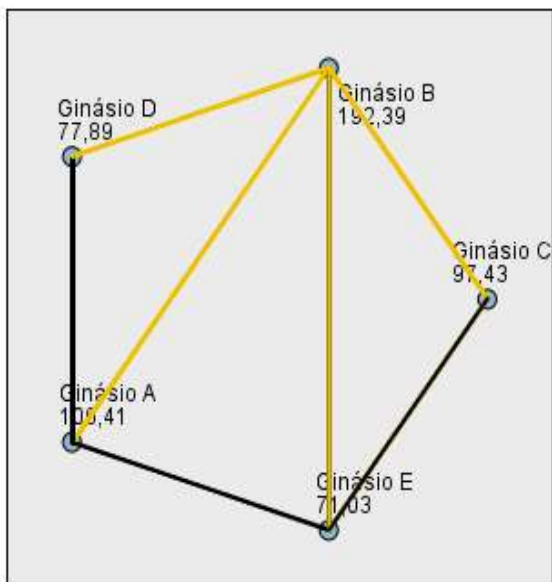
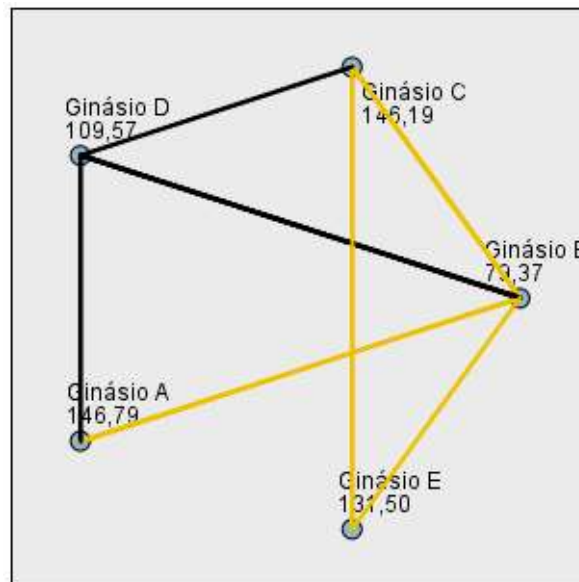


Gráfico 11: Concentração média de PM_{10} no interior dos diferentes ginásios

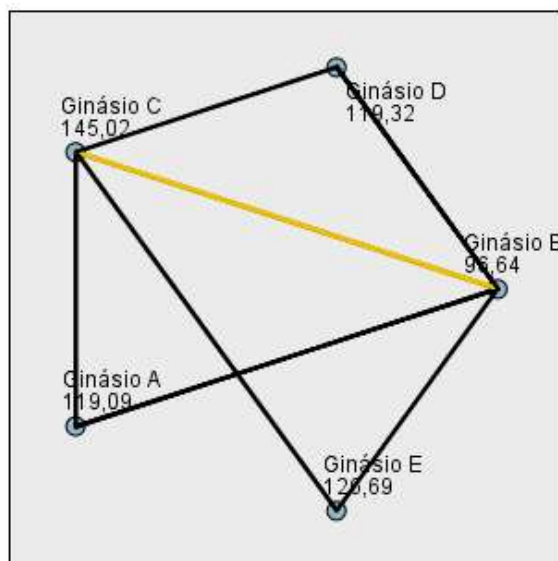


Teste comparação de distribuição entre grupos: Kruskal Wallis

Já no que se refere às partículas de fração $PM_{2.5}$, averiguou-se que existiram diferenças estatisticamente significativas entre o ginásio E e B ($p < 0,0001$), o ginásio D e B ($p < 0,0001$), o ginásio C e B ($p < 0,0001$) e também entre o ginásio A e B ($p < 0,0001$).

Analisando os valores de concentração de PM_{10} verificou-se, pela análise do gráfico 11, que tenderam a existir diferenças significativas entre o ginásio B e E ($p = 0,004$) e entre o ginásio B e C ($p < 0,0001$), como também entre o ginásio B e A ($p < 0,0001$), enquanto que os restantes ginásios revelaram parâmetros semelhantes para o valor de concentração média de CO_2 .

Gráfico 11: Concentração média de PM_{5,0} no interior dos diferentes ginásios



Teste comparação de distribuição entre grupos: Kruskal Wallis

Em relação aos valores de concentração de PM_{5,0}, constatou-se, pela análise do gráfico 12, que existiram diferenças significativas apenas entre o ginásio B e C ($p=0,003$).

6.3. Avaliação da saúde dos funcionários e utilizadores dos ginásios

Neste subcapítulo, apresentam-se os resultados alusivos à percepção dos funcionários e utilizadores dos ginásios, relativamente à sua saúde ao frequentar as instalações em estudo.

Os resultados foram obtidos através questionários distribuídos e preenchidos pelos respetivos funcionários e utilizadores de cada ginásio em estudo.

6.3.1 Avaliação da saúde dos funcionários dos ginásios

Primeiramente, foi oportuno perceber em que espaços físicos é desenvolvida a(s) atividade(s) dos professores, de modo a obter uma maior percepção acerca das condições de cada sala e os respetivos sintomas e patologias associadas à frequência de um dado espaço físico.

Nos gráficos representados em seguida (gráfico 1 e 2), pretenderam descrever número de atividades por espaço físico e ainda, a sua relação com os espaços físicos onde desenvolvem a sua atividade, respetivamente.

Gráfico 12: Relação entre os professores e o número de atividades por espaço físico

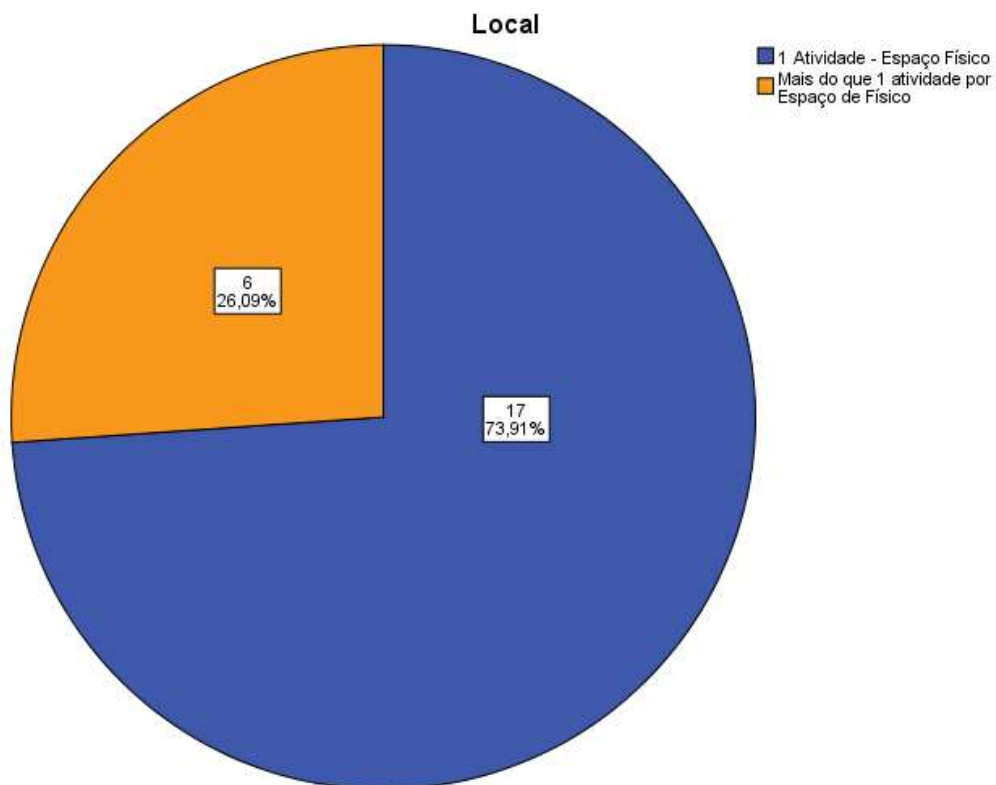
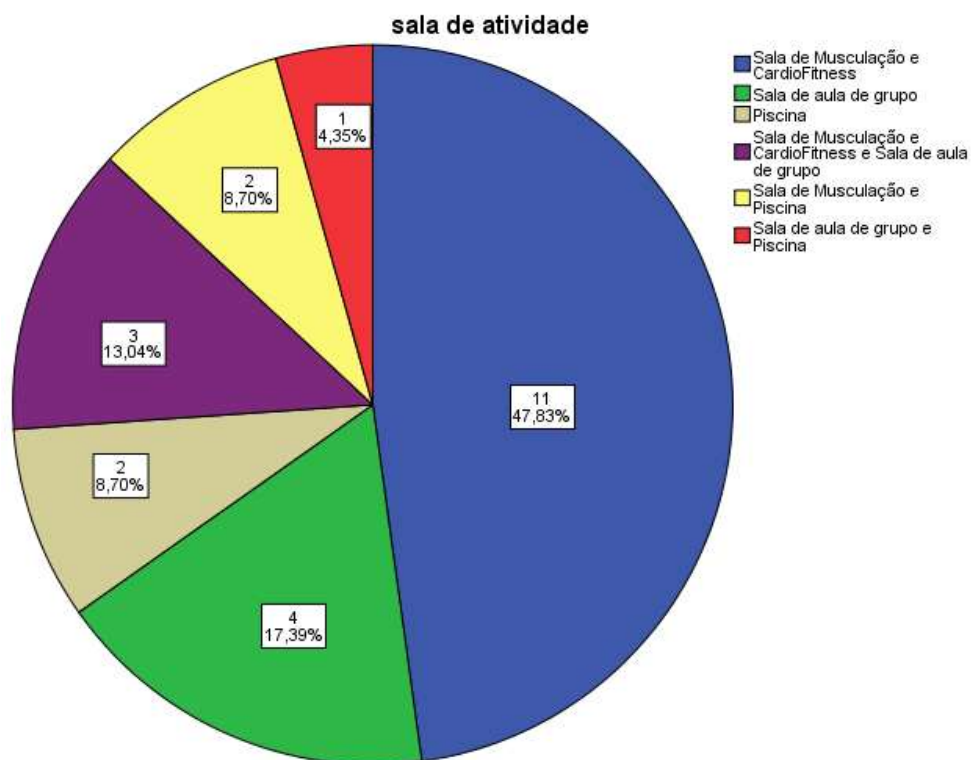


Gráfico 13: Relação dos Professores com os espaços físicos frequentados



A maioria dos professores (73,9%) só efetuavam a sua atividade num único espaço físico.

Em relação à atividade, 47,8% realizavam sua atividade exclusivamente na sala de Musculação e Cardiofitness. Também cerca de 17,4% realizavam a sua atividade nas salas de aulas de grupo dos ginásios. Com menor expressão no que diz respeito à atividade profissional foi na sala de aula de grupo e piscina (4,35%).

Importa também salientar a pertinência da questão da condição de saúde dos funcionários, em relação à presença de Asma e/ou outros tipos de alergias, a fim de entender, se os sintomas e patologias sentidas no local de trabalho, podem relacionar-se com a Asma ou outras patologias do foro respiratório dos mesmos.

Quadro 11: Condição de saúde dos funcionários

Têm asma ou algum tipo de alergia?			
	N Observado	N Esperado	χ^2 , gl, p-value
Sim	5	17.5	17,857; 1; <0,001
Não	30	17.5	
Total	35		

Teste *Qui-quadrado*; gl: Graus de liberdade

Pela análise do quadro 8 podemos verificar que aproximadamente 14,3% (n=5) dos funcionários afirmaram que sofreram de Asma e outros tipos de alergia do foro respiratório. Podemos concluir que se verificaram diferenças significativas na condição de saúde dos funcionários no que diz respeito à asma e outros tipos de alergia (*p-value* $\leq 0,05$).

De seguida, procurou-se analisar a distribuição dos sintomas e patologias identificados pelos funcionários, recolhida através do questionário distribuído (Quadro 12).

Quadro 12: Sintomas e patologias dos funcionários, em função do número de atividades por espaço físico

		Local					
		1 Atividade - Espaço Físico		Mais do que 1 atividade por Espaço Físico		Total	
		n	% coluna	n	% coluna	n	% coluna
Asma	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	6	100.0	23	100.0
Bronquite Crónica	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	6	100.0	23	100.0
Pieira e Assobios	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	6	100.0	23	100.0
Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe) ^{a*}	Sim	0	0.0	1	16.7	1	4.3
	Não	17	100.0	5	83.3	22	95.7
	Não	17	100.0	6	100.0	23	100.0
Rinite alérgica ^{a*}	Sim	1	5.9	0	0.0	1	4.3
	Não	16	94.1	6	100.0	22	95.7
Dores de cabeça ^{a*}	Sim	0	0.0	1	16.7	1	4.3
	Não	17	100.0	5	83.3	22	95.7
Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos ^{a*}	Sim	1	5.9	0	0.0	1	4.3
	Não	16	94.1	6	100.0	22	95.7
Irritação, prurido, secura da pele ^{a*}	Sim	1	5.9	0	0.0	0	4.3
	Não	17	100.0	6	100.0	23	95.7
Tonturas ^{a*}	Sim	1	5.9	0	0.0	1	4.3
	Não	16	94.1	6	100.0	22	95.7
Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	6	100.0	23	100.0
Dificuldades respiratórias	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	6	100.0	23	100.0
Os sintomas tendem a agravar-se em alguma estação do ano?	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	2	11.8	2	33.3	4	17.4
	Não aplicável	15	88.2	4	66.7	19	82.6

^a Teste qui-quadrado; *p≥0,05

Os sintomas e patologias prevalentes que os funcionários dos ginásios apresentaram foram: crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (16,7%) e dores de cabeça (16,7%), nos locais em que é realizada mais que uma atividade. Em relação ao caso de apenas uma única atividade ser realizada num local (espaço físico), são relatados os seguintes sintomas pelos funcionários: Rinite alérgica (5,9%), Prurido, ardor ou irritação dos olhos (5,9%), Irritação, prurido, secura da pele (5,9%) e tonturas (5,9%). De referir que quando foi avaliado o agravamento dos sintomas em alguma estação do ano, os mesmo que afirmaram os sintomas anteriormente referenciados, negaram qualquer agravamento numa determinada estação do ano.

Como foi verificado, as patologias Asma, Bronquite crónica, sintomas de pieira e assobios, problemas digestivos e dificuldades respiratórias, não foram relatadas por nenhum dos funcionários. No entanto, em relação aos restantes sintomas e patologias citados anteriormente, não existiu uma associação estatisticamente significativa entre o

número de atividades por espaço físico e a presença ou ausência de sintomas e patologias anteriormente referenciadas.

Procuramos de seguida analisar a relação existente entre o género e os sintomas e patologias dos mesmos.

Quadro 13: Relação entre os sintomas e/ou patologias dos funcionários e o seu género

		Género					
		Masculino		Feminino		Total	
		n	% coluna	n	% coluna	n	% coluna
Asma	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	18	100.0	35	100.0
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Bronquite Crónica	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	18	100.0	35	100.0
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Pieira e Assobios	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	18	100.0	35	100.0
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe) ^{a*}	Sim	0	0.0	1	5.6	1	2.9
	Não	17	100.0	17	94.4	34	97.1
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Rinite alérgica ^{a*}	Sim	0	0.0	1	5.6	1	2.9
	Não	17	100.0	17	94.4	34	97.1
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Dores de cabeça ^{a*}	Sim	1	5.9	0	0.0	1	2.9
	Não	16	94.1	18	100.0	34	97.1
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos ^{a*}	Sim	1	5.9	0	0.0	1	2.9
	Não	16	94.1	18	100.0	34	97.1
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Irritação, prurido, secura da pele ^{a*}	Sim	0	0.0	1	5.6	1	2.9
	Não	17	100.0	17	94.4	34	97.1
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Tonturas ^{a*}	Sim	0	0.0	1	5.6	1	2.9
	Não	17	100.0	17	94.4	34	97.1
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	18	100.0	35	100.0
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Dificuldades respiratórias	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	17	100.0	18	100.0	35	100.0
	Total	17	100.0	18	100.0	35	100.0
Os sintomas tendem a agravar-se em alguma estação do ano?	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	2	100.0	3	100.0	5	100.0
	Total	2	100.0	3	100.0	5	100.0

^a Teste qui-quadrado; *p≥0,05

Podemos constatar que apenas 17.1% dos funcionários manifestaram sintomas/patologias no local de trabalho.

Em termos de género, a maior frequência de presença de sintomas e patologias ocorreram no sexo feminino, com 10,26% dos funcionários, sendo as queixas, as

seguintes: crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido, rinite alérgica, irritação, prurido e secura da pele e tonturas. Os restantes funcionários que manifestaram sintomas no seu local de trabalho, foram do sexo masculino e representavam 6,84% dos funcionários, sendo as queixas, as seguintes: dores de cabeça e prurido, ardor ou irritação dos olhos.

No entanto, não se observou um padrão de associação entre o género dos funcionários e a presença ou ausência de sintomas e patologias anteriormente referenciadas.

Procuramos de seguida analisar a relação existente entre os hábitos tabágicos dos funcionários e os sintomas e patologias dos mesmos. Vejamos o quadro seguinte.

Quadro 14: Relação entre os sintomas e patologias dos funcionários e os seus hábitos tabágicos

		Hábito Tabágico					
		Sim		Não		Total	
		n	% coluna	n	% coluna	n	% coluna
Asma	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	4	100.0	31	100.0	35	100.0
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Bronquite Crónica	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	4	100.0	31	100.0	35	100.0
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Pieira e Assobios	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	4	100.0	31	100.0	35	100.0
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe) ^{a*}	Sim	0	0.0	1	3.2	1	2.9
	Não	4	100.0	30	96.8	34	97.1
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Rinite alérgica ^{a*}	Sim	0	0.0	1	3.2	1	2.9
	Não	4	100.0	30	96.8	34	97.1
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Dores de cabeça ^{a*}	Sim	1	25.0	0	0.0	1	2.9
	Não	3	75.0	31	100.0	34	97.1
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos ^{a*}	Sim	0	0.0	1	3.2	1	2.9
	Não	4	100.0	30	96.8	34	97.1
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Irritação, prurido, secura da pele ^{a*}	Sim	0	0.0	1	3.2	1	2.9
	Não	4	100.0	30	96.8	34	97.1
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Tonturas ^{a*}	Sim	0	0.0	1	3.2	1	2.9
	Não	4	100.0	30	96.8	34	97.1
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	4	100.0	31	100.0	35	100.0
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Dificuldades respiratórias	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	4	100.0	31	100.0	35	100.0
	Total	4	100.0	31	100.0	35	100.0
Os sintomas tendem a agravar-se em alguma estação do ano?	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	1	100.0	4	100.0	5	100.0
	Total	1	100.0	4	100.0	5	100.0

^a Teste qui-quadrado; *p≥0,05

Podemos constatar que apenas 25% dos funcionários fumadores sentiram dores de cabeça no seu local de trabalho, apesar de não se observar um padrão de associação com a estação do ano.

Depois dos resultados acima descritos, propusemos avaliar a relação existente entre as horas semanais de trabalho nos ginásios e os sintomas e patologias dos funcionários.

Quadro 15: Relação entre as horas semanais de trabalho nos ginásios e os sintomas e patologias dos funcionários.

		Horas Semanais de trabalho no Ginásio		
		Média	Desvio padrão	n
Asma	Sim	-	-	-
	Não	28.89	15.15	35
	Total	28.89	15.15	35
Bronquite Crónica	Sim	-	-	-
	Não	28.89	15.15	35
	Total	28.89	15.15	35
Pieira e Assobios	Sim	-	-	-
	Não	28.89	15.15	35
	Total	28.89	15.15	35
Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe)	Sim	45.00	-	1
	Não	28.41	15.11	34
	Total	28.89	15.15	35
Rinite alérgica	Sim	35.00	-	1
	Não	28.71	15.34	34
	Total	28.89	15.15	35
Dores de cabeça	Sim	36.00	-	1
	Não	28.68	15.33	34
	Total	28.89	15.15	35
Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos	Sim	18.00	-	1
	Não	29.21	15.26	34
	Total	28.89	15.15	35
Irritação, prurido, secura da pele	Sim	25.00	-	1
	Não	29.00	15.36	34
	Total	28.89	15.15	35
Tonturas	Sim	10.00	-	1
	Não	29.44	15.01	34
	Total	28.89	15.15	35
Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)	Sim	-	-	-
	Não	28.89	15.15	35
	Total	28.89	15.15	35
Dificuldades respiratórias	Sim	-	-	-
	Não	28.89	15.15	35
	Total	28.89	15.15	35
Os sintomas tendem a agravar-se em alguma estação do ano?	Sim	-	-	-
	Não	31.80	10.47	5
	Total	31.80	10.47	5

Pela análise do quadro acima, podemos verificar que o funcionário com crises de Espirros, corrimento nasal e nariz entupido efetuava 45 horas semanais no ginásio. Em relação ao funcionário que já teve Rinite alérgica no seu local de trabalho, este efetuava 35 horas semanais no ginásio. O funcionário que relatou ter tido dores de cabeça no seu local de trabalho, por semana, realiza 36 horas no ginásio e o funcionário que diz ter tido prurido, ardor e irritação dos olhos durante o horário laboral, efetuava semanalmente 25 horas. Houve também um funcionário que relatou sintomas de irritação, prurido e secura da pele, sendo que trabalha no ginásio 25 horas por semana.

E por fim, o último funcionário que diz ter tido sintomas de tonturas no seu local de trabalho, efetuava semanalmente 10 horas no ginásio.

Procurámos de seguida analisar a relação existente entre o tempo de atividade no ginásio [em meses] e os sintomas e patologias dos funcionários dos ginásios.

Quadro 16: Relação entre o tempo de atividade no ginásio [em meses] e os sintomas e patologias dos funcionários dos ginásios.

		Tempo de atividade no Ginásio [em meses]		
		Média	Desvio padrão	n
Asma	Sim			0
	Não	38.69	40.09	35
	Total	38.69	40.09	35
Bronquite Crônica	Sim			0
	Não	38.69	40.09	35
	Total	38.69	40.09	35
Pieira e Assobios	Sim			0
	Não	38.69	40.09	35
	Total	38.69	40.09	35
Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe)	Sim	5.00		1
	Não	39.68	40.26	34
	Total	38.69	40.09	35
Rinite alérgica	Sim	60.00		1
	Não	38.06	40.52	34
	Total	38.69	40.09	35
Dores de cabeça	Sim	18.00		1
	Não	39.29	40.53	34
	Total	38.69	40.09	35
Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos	Sim	2.00		1
	Não	39.76	40.18	34
	Total	38.69	40.09	35
Irritação, prurido, secura da pele	Sim	2.00		1
	Não	39.76	40.18	34
	Total	38.69	40.09	35
Tonturas	Sim	40.00		1
	Não	38.65	40.70	34
	Total	38.69	40.09	35
Problemas digestivos (vômitos, diarreias, dores abdominais)	Sim			0
	Não	38.69	40.09	35
	Total	38.69	40.09	35
Dificuldades respiratórias	Sim			0
	Não	38.69	40.09	35
	Total	38.69	40.09	35
Os sintomas tendem a agravar-se em alguma estação do ano?	Sim			0
	Não	17.40	24.71	5
	Total	17.40	24.71	5

Pela análise do quadro acima, podemos verificar que o funcionário com crises de Espirros, corrimento nasal e nariz entupido desenvolvia a sua profissão há 5 meses no ginásio. Em relação ao funcionário que já teve Rinite alérgica no seu local de trabalho, este prestava 60 meses de serviço nesse ginásio. O funcionário que relatou ter tido dores de cabeça no seu local de trabalho, presta funções há 18 meses no ginásio.

Houve também um funcionário que relatou sintomas de prurido, ardor e irritação dos olhos e outro com irritação, prurido e secura da pele, sendo que ambos trabalham

em diferentes ginásios há 2 meses. E por fim, o último funcionário que diz ter tido sintomas de tonturas no seu local de trabalho, efetuava serviço no ginásio há 40 meses.

Depois dos resultados acima descritos, e de termos verificado que 6 dos 35 funcionários, afirmaram terem sintomas e patologias nos seu locais de trabalho (ginásios), procurámos analisar se quando esses mesmos profissionais se deslocam para o exterior dos ginásios, deixam de ter os sintomas/patologias e assim, compreender se estamos perante o diagnóstico de Síndrome de Edifício doente (SED).

Como é referido na literatura, um edifício é designado doente, quando 20% ou mais dos seus ocupantes revelam sintomas relacionadas com o SED e as queixas persistem por mais de duas semanas, para além de os sintomas desaparecem quando os ocupantes saem do edifício (Burroughs & Hansen, 2008).

Quadro 17: Presença ou ausência de sintomas/patologias percebidos pelos funcionários quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?					
		Sim		Não		Total	
		n	% coluna	n	% coluna	n	% coluna
Asma	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	0	0.0	5	100.0	5	100.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Bronquite Crónica	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	0	0.0	5	100.0	5	100.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Pleura e Assobios	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	0	0.0	5	100.0	5	100.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe)	Sim	0	0.0	1	20.0	1	20.0
	Não	0	0.0	4	80.0	4	80.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Rinite alérgica	Sim	0	0.0	1	20.0	1	20.0
	Não	0	0.0	4	80.0	4	80.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Dores de cabeça	Sim	0	0.0	1	20.0	1	20.0
	Não	0	0.0	4	80.0	4	80.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos	Sim	0	0.0	1	20.0	1	20.0
	Não	0	0.0	4	80.0	4	80.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Irritação, prurido, secura da pele	Sim	0	0.0	1	20.0	1	20.0
	Não	0	0.0	4	80.0	4	80.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Tonturas	Sim	0	0.0	1	20.0	0	20.0
	Não	0	0.0	4	80.0	5	80.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	0	0.0	5	100.0	5	100.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0
Dificuldades respiratórias	Sim	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Não	0	0.0	5	100.0	5	100.0
	Total	0	0.0	5	100.0	5	100.0

Através do quadro 14, procurou-se avaliar a existência de SED nos ginásios em estudo. Para a determinação desta condição, foi avaliada a percepção e manifestação de sintomas/doenças reportados pelos funcionários dos ginásios. Face ao exposto, constatou-se que alguns sintomas/doenças percebidos pelos funcionários não desapareciam quando deslocados para o exterior dos edifícios.

Desta forma, pudemos constatar que os inquiridos que afirmaram possuir sintomas/patologias dentro dos ginásios, não deixaram de possuir/revelar os sintomas/patologias enunciadas anteriormente, quando deslocados para o exterior dos mesmos.

6.3.2 Avaliação da saúde dos utilizadores dos ginásios

Mais uma vez, foi pertinente conhecer a condição de saúde dos utilizadores, nomeadamente, se sofreram de Asma e/ou outros tipos de alergias, a fim de compreender, se os sintomas e patologias sentidas no seu ginásio, podiam relacionar-se com a Asma ou outras patologias do foro respiratório dos mesmos.

Quadro 18: Condição de saúde dos utilizadores

Têm asma ou algum tipo de alergia?			
	N Observado	N Esperado	χ^2 , gl, p-value
Sim	18	140.5	213,612; 1; <0,001
Não	263	140.5	
Total	281		

Teste Qui-quadrado; gl: Graus de liberdade

Pela análise do quadro 15 podemos verificar que aproximadamente 6,8% (n=18) dos utilizadores afirmaram que sofreram de Asma e outros tipos de alergia do foro respiratório (p -value $\leq 0,05$).

De seguida, procurou-se analisar a frequência dos sintomas e patologias identificados pelos utilizadores dos ginásios, recolhida através do questionário distribuído. Vejamos o quadro seguinte.

Quadro 19: Relação entre os utilizadores dos ginásios e a frequência dos sintomas e patologias identificados

		Respostas		Percentagem de casos
		N	Percentagem	
Frequências de Sintomas	• Asma	3	5.6%	7.7%
	• Bronquite Crónica	2	3.7%	5.1%
	• Pieira e Assobios	1	1.9%	2.6%
	• Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe)	7	13.0%	17.9%
	• Rinite alérgica	2	3.7%	5.1%
	• Dores de cabeça	11	20.4%	28.2%
	• Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos	7	13.0%	17.9%
	• Irritação, prurido, secura da pele	3	5.6%	7.7%
	• Tonturas	10	18.5%	25.6%
	• Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)	4	7.4%	10.3%
	• Dificuldades respiratórias	3	5.6%	7.7%
Total		53	100.0%	138.5%

Os sintomas e patologias mais prevalentes que os utilizadores dos ginásios apresentaram, foram: Dores de cabeça (20,4%), Tonturas (18,5%), Prurido, ardor ou irritação dos olhos (13,0%), bem como crise de espirros, corrimento nasal, ou nariz entupido com a mesma percentagem de utilizadores.

De seguida, procurou-se analisar a relação existente entre a frequência de utilização dos ginásios e o número de utilizadores que afirmaram possuir sintomas ou patologias.

Quadro 20: Relação entre o número de participantes e a frequência de utilização nos ginásios

Frequência de Utilização	Média	Desvio Padrão	Número de participantes	z; p
Utilização regular (2x /semana)	1,333	0,70711	9	-0,142; 0,887
Utilização intensa (3x ou mais / semana)	1,40	1,03724	30	
Total	1,3846	,96287	39	

z: Teste Mann-Whitney; p: *p-value*

Podemos constatar que a maior frequência dos sintomas e patologias detetados pelos utilizadores, ocorreram nos utilizadores que utilizavam o ginásio mais vezes, ou seja, que tiveram uma utilização intensa de 3, ou mais, vezes por semana. Salientar que os utilizadores que frequentavam os ginásios esporadicamente (1 vez por semana), não tiveram qualquer sintoma ou patologia relacionada com frequência do seu ginásio.

No entanto não se registou um padrão de associação significativo entre a frequência de utilização dos ginásios e o número de sintomas (*p-value* ≤ 0,05).

Procurou-se também analisar a relação existente entre o género com os sintomas e patologias manifestadas pelos utilizadores, como se encontra exemplificado no quadro seguinte.

Quadro 21: Relação entre o número de participantes e o género dos utilizadores dos ginásios

Género dos utilizadores	Média	Desvio Padrão	Número de participantes	z; p
Masculino	1,50	1,075	30	-1,704; 0,088
Feminino	1,00	<0,01	9	
Total	1,39	0,963	39	

z: Teste Mann-Whitney; p: *p-value*

Com a análise do quadro 21, observamos que não se registaram diferenças significativas de número de sintomas/patologias em função do género (*p* > 0,05). No entanto, não podemos deixar de referir, que em média, o grupo de utilizadores do género masculino apresentaram mais sintomas/patologias comparativamente ao grupo oposto.

Foi igualmente pertinente, analisar a relação entre o número de utilizadores que afirmaram possuir sintomas ou patologias e o hábito tabágico dos utilizadores.

Quadro 22: Relação entre o número de participantes e o hábito tabágico dos utilizadores dos ginásios

Hábitos Tabágicos	Média	Desvio Padrão	Número de participantes	z; p
Sim	1,7500	1,38873	8	-1,309; 0,191
Não	1,2903	0,82436	31	
Total	1,3846	0,96287	39	

z: Teste Mann-Whitney; p: *p-value*

Com a análise do quadro 22, também constatamos a ausência de diferenças significativas do número de sintomas/patologias em função dos hábitos tabágicos dos utilizadores de ginásio ($p > 0.05$). Contudo, podemos ainda afirmar que, em média, os utilizadores de ginásio que tinham por hábito fumar foram também os que manifestaram mais sintomas comparativamente ao grupo de não fumadores.

Foi igualmente pertinente, analisar a relação entre o número de sintomas e patologias e a localização geográfica dos ginásios.

Quadro 23: Relação entre o número de participantes e a localização geográfica dos ginásios

Localização Geográfica	Média	Desvio Padrão	Número de participantes	z; p
Suburbano	1,5385	1,12660	13	-1,037; 0,300
Urbano	1,3077	0,88405	26	
Total	1,3846	0,96287	39	

z: Teste Mann-Whitney; p: *p-value*

Com base do quadro 23 também à semelhança do que se observou na análise anterior, não se registaram diferenças significativas de número de sintomas manifestados pelos utilizadores em função das diferentes localizações geográficas dos ginásios em avaliação ($p > 0.05$).

De seguida, procuramos avaliar a correlação entre o tempo frequentado pelos utilizadores nos respetivos ginásios e o número de sintomas.

Quadro 24: Correlação entre o tempo frequentado pelos utilizadores dos ginásios que afirmaram possuir sintomas/patologias

		Há quanto Tempo frequenta o Ginásio? (em meses)	Número de participantes
Rho de Spearman	Há quanto Tempo frequenta o Ginásio? (em meses)	ρ	1,000
		<i>p-value</i>	.
		N	281
			0,152
			0,356
			39

Teste não paramétrico: Correlação de Spearman

Com base do quadro 24, não se verificou um padrão de correlação significativo entre o tempo de frequência dos utilizadores de ginásios e a manifestação de

sintomas/patologias previamente declaradas ($p > 0,05$). Podemos ainda acrescentar que o número de sintomas/patologias indicado pelos utilizadores de ginásios é independente do tempo de frequência de espaços de desporto (ginásio).

Para finalizar, procuramos de seguida, analisar se os sintomas/doenças percecionados pelos utilizadores desapareciam quando deslocados para o exterior dos edifícios.

Quadro 25: Presença ou ausência da patologia Asma percecionada pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?				
		Sim	Não	Total
Asma	n	1	0	1
	Sim			
	% linha	100,0%	0,0%	100,0%
	% coluna	10,0%	0,0%	3,7%
	n	9	17	26
	Não			
% linha	34,6%	65,4%	100,0%	
% coluna	90,0%	100,0%	96,3%	
Total	n	10	17	27
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%

Teste qui-quadrado= 1,765; gl= 1; $p=0,184$

Constatámos que não existiu um padrão significativo, ao nível da patologia Asma manifestada pelos utilizadores, em função da sua passagem para o exterior do ginásio. Apenas um dos utilizadores que afirmou apresentar esta patologia, respondeu a esta questão afirmando que a mesma desaparecia quando se deslocava para o exterior do ginásio. Os restantes dois utilizadores que afirmaram possuir sintomas de Asma dentro do ginásio, assumiu-se que não responderam pelo facto de sentirem os sintomas fora do edifício.

Quadro 26: Presença ou ausência do sintoma Pieira e Assobios percebido pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Pieira e Assobios	Sim	n	0	1	1
		% linha	0,0%	100,0%	100,0%
		% coluna	0,0%	5,9%	3,7%
	Não	n	10	16	26
		% linha	38,5%	61,5%	100,0%
		% coluna	100,0%	94,1%	96,3%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 0,611; gl= 1; p=0,184

Não se verificou um padrão de associação ao nível dos sintomas Pieira e Assobios sentida pelos utilizadores, em função da sua passagem para o exterior do ginásio. Apenas um utilizador dos ginásios em estudo afirmou sentir estes sintomas, mas que não tinha deixado de os ter após deslocar-se para o exterior do local. Consta-se então, que os sintomas sentidos por este utilizador não são causados pela frequência do ginásio.

Quadro 27: Presença ou ausência de Crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido percebidos pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe)	Sim	n	1	5	6
		% linha	16,7%	83,3%	100,0%
		% coluna	10,0%	29,4%	22,2%
	Não	n	9	12	21
		% linha	42,9%	57,1%	100,0%
		% coluna	90,0%	70,6%	77,8%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 1,373; gl= 1; p=0,241

Constatámos que não existiu um padrão significativo, ao nível dos sintomas Crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido sentidos pelos utilizadores, em

função da sua passagem para o exterior do ginásio. No entanto, verificámos que 6 utilizadores que afirmaram ter estes sintomas quando frequentam o ginásio, apenas 16,7% afirmou que deixa de ter os sintomas após abandonar o ginásio (n=1), enquanto os restantes 83,3% dos utilizadores afirmaram que não deixavam de deter estes sintomas após abandonar o local (n=5). Um utilizador que também afirmou sentir estes sintomas, não respondeu a esta questão.

Quadro 28: Presença ou ausência da patologia Rinite Alérgica percebida pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Rinite Alérgica	Sim	n	2	0	2
		% linha	100,0%	0,0%	100,0%
		% coluna	20,0%	0,0%	7,4%
	Não	n	8	17	25
		% linha	32,0%	68,0%	100,0%
		% coluna	80,0%	100,0%	92,6%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 3,672; gl= 1; p=0,055

Constatámos que não existiu um padrão significativo, ao nível da patologia Rinite Alérgica sentida pelos utilizadores, em função da sua passagem para o exterior do ginásio. Dos utilizadores que apresentaram esta patologia (n=2), afirmaram que deixaram de sentir esta patologia alérgica quando se deslocavam para o exterior do ginásio.

Quadro 29: Presença ou ausência de dores de cabeça percebidas pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Dores de cabeça	Sim	n	2	8	10
		% linha	20,0%	80,0%	100,0%
		% coluna	20,0%	47,1%	37,0%
	Não	n	8	9	17
		% linha	47,1%	52,9%	100,0%
		% coluna	80,0%	52,9%	63,0%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 1,977; gl= 1; p=0,160

Não se verificou um padrão significativo, ao nível de dores de cabeça sentidas pelos utilizadores, em função da sua passagem para o exterior do ginásio. No entanto, verificámos que 10 utilizadores afirmaram ter este sintoma quando frequentam o ginásio, sendo que apenas 20,0% afirma que deixa de ter este sintoma após abandonar o ginásio (n=2), enquanto os restantes 80,0% dos utilizadores afirmam que não deixavam de deter este sintoma após abandonar o local (n=8). Um utilizador que também afirmou sentir estes sintomas, não respondeu a esta questão.

Quadro 30: Presença ou ausência de Prurido, ardor ou irritação dos olhos percebido pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos	Sim	n	3	1	4
		% linha	75,0%	25,0%	100,0%
		% coluna	30,0%	5,9%	14,8%
	Não	n	7	16	23
		% linha	30,4%	69,6%	100,0%
		% coluna	70,0%	94,1%	85,2%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 2,902; gl= 1; p=0,088

Neste caso, também não se verificou um padrão significativo ao nível de Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos sentido pelos utilizadores, em função da sua saída para o exterior do ginásio. No entanto, verificámos que 4 utilizadores que afirmaram ter estes sintomas quando frequentavam o ginásio, apenas 25,0% afirmou que não deixou de ter estes sintomas após do abandono do ginásio (n=1), enquanto os restantes 75,0% dos utilizadores afirmavam que deixavam de deter estes sintomas após abandonar o local (n=3). Três utilizadores que afirmaram padecer deste sintoma, não responderam a esta questão.

Quadro 31: Presença ou ausência de Irritação, prurido e secura da pele percebida pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Irritação, prurido, secura da pele	n	0	3	3	
	Sim	% linha	0,0%	100,0%	100,0%
		% coluna	0,0%	17,6%	11,1%
		n	10	14	24
	Não	% linha	41,7%	58,3%	100,0%
		% coluna	100,0%	82,4%	88,9%
n		10	17	27	
Total	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 1,985; gl= 1; p=0,159

Constatámos que não se verificou um padrão significativo ao nível de Irritação, prurido e secura da pele sentida pelos utilizadores, em função da sua saída para o exterior do ginásio. Verifica-se que os 3 utilizadores que afirmaram ter estes sintomas quando frequentam o ginásio, afirmam que não deixaram de ter estes sintomas após do abandono do ginásio (n=3). Consta-se então, que este sintoma manifestado nestes utilizadores não é causado pela frequência do ginásio.

Quadro 32: Presença ou ausência de tonturas percebidas pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Tonturas	Sim	n	4	6	10
		% linha	40,0%	60,0%	100,0%
		% coluna	40,0%	35,3%	37,0%
	Não	n	6	11	17
		% linha	35,3%	64,7%	100,0%
		% coluna	60,0%	64,7%	63,0%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 0,060; gl= 1; p=0,807

Não se verificou um padrão significativo, ao nível de tonturas sentidas por parte dos utilizadores, em função da sua passagem para o exterior do ginásio. No entanto, verificámos que os 10 utilizadores que afirmaram ter este sintoma quando frequentam o ginásio, 40,0% afirma que deixa de ter este sintoma após abandonar o ginásio (n=4), enquanto os restantes 60,0% dos utilizadores afirmam que não deixavam de deter este sintoma após abandonar o local (n=6).

Quadro 33: Presença ou ausência de Problemas digestivos percebidos pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)	Sim	n	1	2	3
		% linha	33,3%	66,7%	100,0%
		% coluna	10,0%	11,8%	11,1%
	Não	n	9	15	24
		% linha	37,5%	62,5%	100,0%
		% coluna	90,0%	88,2%	88,9%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 0,020; gl= 1; p=0,888

Não se verificou um padrão significativo, ao nível de problemas digestivos manifestados por parte dos utilizadores, em função da sua deslocação para o exterior do ginásio. No entanto, verificámos que 3 utilizadores afirmaram ter este sintoma quando frequentavam o ginásio, sendo que 33,3% afirma que deixa de ter este sintoma após abandonar o ginásio (n=1), enquanto os restantes 66,7% dos utilizadores afirmam que não deixavam de deter este sintoma após abandonar o local (n=2). Um utilizador que também afirmou sentir este sintoma, não respondeu a esta questão.

Quadro 34: Presença ou ausência de dificuldades respiratórias percebidas pelos utilizadores quando deslocados para o exterior do ginásio

		Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?			
		Sim	Não	Total	
Dificuldades respiratórias	Sim	n	0	1	1
		% linha	0,0%	100,0%	100,0%
		% coluna	0,0%	5,9%	3,7%
	Não	n	10	16	26
		% linha	38,5%	61,5%	100,0%
		% coluna	100,0%	94,1%	96,3%
Total	n	10	17	27	
	% linha	37,0%	63,0%	100,0%	
	% coluna	100,0%	100,0%	100,0%	

Teste qui-quadrado= 0,611; gl= 1; p=0,434

Não se verificou um padrão de associação ao nível de dificuldades respiratórias nos utilizadores, em função da sua deslocação para o exterior do ginásio. Apenas um dos 3 utilizadores dos ginásios em estudo que afirmaram sentir dificuldades respiratórias, não tinha deixado de se manifestar mesmo após ao abandono do local. Consta-se então, que esta patologia manifestada neste utilizador não é causada pela frequência do ginásio. Os restantes dois utilizadores que afirmaram padecer deste sintoma não responderam a esta questão.

De referir que a patologia Bronquite crónica referenciada por dois utilizadores dos ginásios, não responderam a esta questão, pelo que não foi possível perceber acerca desta questão.

Procurou-se nesta investigação, avaliar a existência de SED nos ginásios em estudo, como já foi citado anteriormente. Para a determinação desta condição, foi então avaliada a percepção e manifestação de sintomas/doenças reportados também pelos utilizadores dos ginásios.

Face ao exposto, sendo que a condição de SED se verifica quando 20,0% ou mais dos seus ocupantes manifestam determinados sintomas/doenças e que estes deixam de se manifestar quando deslocados para o exterior do edifício, podemos inferir os ginásios do distrito de Castelo Branco não apresentavam SED.

VII. Discussão de Resultados

Para um melhor entendimento dos resultados analisados e de todas as situações relacionadas com a monitorização da qualidade do ar efetuada, este capítulo apresenta-se estruturado em duas seções. Pretende-se, desta forma, a simplificação dos resultados obtidos e a comparação com outras investigações similares, enunciando os resultados mais significativos, relevantes e preocupantes.

Na primeira secção serão analisados e discutidos os resultados obtidos através das recolhas ambientais realizadas nos ginásios (salas) em estudo, no interior e exterior dos mesmos, tendo em consideração o Decreto-Lei nº118/2013, de 20 de Agosto, efetuando, no entanto, uma comparação ao limiar de proteção referido na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro. Ainda, referir que o Diploma que regula a construção, instalação e funcionamento dos ginásios foi utilizado para esta investigação, sendo o Decreto-Lei n.º 141/2009 de 16 de Junho.

Na segunda parte serão analisados e discutidos os resultados referentes à perceção tanto dos funcionários como dos utilizadores dos ginásios em estudo, obtidos através da análise aos questionários distribuídos.

7.1. Monitorização da qualidade do ar

A qualidade do Ar resulta da presença e intensidade das fontes de poluentes, mas também da ventilação dos locais e da qualidade do ar exterior aos edifícios. Nesta investigação, após a análise dos resultados obtidos, pudemos constatar que, em média, as concentrações do poluente CO₂, nas salas de aulas de grupo é maior, em relação às salas de Musculação e Cardiofitness, havendo diferenças significativas, sendo que, maioritariamente, são encontradas concentrações deste poluente acima do limiar de proteção de 1250 ppm, tendo em referência a Portaria 353-A/2013. Ao longo da investigação, foi possível constatar que os picos de concentração de CO₂ são coincidentes com os períodos de maior ocupação, sendo que a única fonte de contaminação nas salas estudadas com este gás, foi o metabolismo dos desportistas, o que pode-nos dar uma indicação sobre a QAI. A concentração de CO₂ no ar interior é utilizado como indicador de qualidade do ar e de eficiência de ventilação (Wong et al.,

2008). O aumento da concentração de dióxido de carbono no interior dos edifícios evidencia uma deficiente ventilação do espaço e, conseqüentemente, uma deficiente qualidade do ar interior. A fonte principal deste composto foi, sem dúvida, o metabolismo humano. Também Lu *et al.* (2011), no seu estudo, que incidiu na análise da qualidade do ar interior em ginásios escolares, foram encontradas elevadas de CO₂, devido à elevada ocupação dos espaços. Também nos estudos portugueses dos autores Marques (2013), Ramos (2013) e Peixoto (2014), referem que o facto das salas dos ginásios estarem normalmente “sobrelotados” contribuiu para os elevados níveis de CO₂ encontrados. Verificou-se, também, que a existência de picos de CO₂ coincidiam com a existência de aulas de grupo nas respetivas salas de aulas de grupo, tal como aconteceu no estudo de Ramos (2013), em relação à sua investigação da QAI em ginásios com “estúdios”. Constatou-se ainda, que o limite de proteção do CO₂, foi ultrapassado nas aulas com maior número de ocupantes que decorrem no final do dia, como também se verificou nesta investigação.

Um fator que influencia nos níveis de CO₂ foi a atividade metabólica durante o exercício. Portanto, quanto mais exigente é a tarefa, maior é o valor da taxa metabólica e conseqüentemente, maior é a produção deste poluente. Este facto foi demonstrado quando se realizou as auditorias à QAI nas salas de aulas de grupo dos ginásios, em que os resultados obtidos se revelaram significativos, sendo nas aulas de Jump, onde se registou uma maior concentração média deste poluente (3270 ppm), sendo que atingiu um máximo de 3678 ppm, ou seja, aproximadamente três vezes superior ao limite imposto pela legislação (1250 ppm). Logo de seguida, deparamos com as aulas de Strong, com um registo médio deste poluente de 2851 ppm. De salientar que estas duas modalidades foram realizadas na mesma sala de aula e lecionadas seguidamente, (com um intervalo de 10 minutos), em que a porta ficava aberta neste intervalo, isto quando foram realizadas no período da manhã, pois durante o período da tarde, este intervalo, não acontecia.

De referir que estas duas modalidades são as que possuem mais utilizadores e que, por sua vez, a aula de Jump apelava a um elevado trabalho cardiovascular, sendo um treino com altíssima intensidade, sendo uma prática exigente e de alto gasto calórico. Na parte da manhã, a ventilação mecânica nunca foi acionada na sala onde se realizaram estas modalidades, nem no restante ginásio. Sabendo que a sala possuía duas janelas de perfil de alumínio com vidro simples, mas que se mantiveram sempre fechadas e que a ventilação mecânica não foi acionada, a abertura da porta durante o intervalo não foi suficiente para remover o CO₂ do espaço, sendo que no início da aula seguinte ainda

se registaram concentrações deste poluente acima do limiar de proteção imposto pela legislação (> 1250 ppm).

Em relação à prática destas modalidades no ginásio C durante o período da tarde, coincidiram com o período mais afluyente de utilizadores, sendo que a ventilação mecânica foi acionada em todas as salas, sendo que neste caso, não existe intervalo entre as aulas no estúdio e a concentração de CO₂ continuou muito acima do limiar de proteção (>3000 ppm).

A partir dos factos enunciados, pode-se concluir que apesar das aulas de Strong possuírem maior afluência de utilizadores, como é realizada antes da aula de Jump, quando esta aula decorre, esta já está poluída da aula anterior, sendo que a circulação de ar não foi suficiente para a renovação do ar contaminado.

Nos restantes ginásios com salas de aula de grupo, ginásios D e E, e o ginásio A que possui um anexo exterior ao ginásio exclusivo para a prática de Crossfit, apenas o ginásio E é que acionou a ventilação mecânica na sala de aulas de grupo, sendo que na sala de Musculação e Cardiofitness, a ventilação era natural através de janelas abertas. No ginásio A existia exclusivamente ventilação natural e ventoinhas, no entanto estas não foram acionadas em nenhum momento do decorrer desta investigação, pelo que a ventilação foi exclusivamente realizada através de janelas, em que algumas ficavam abertas durante e após o fecho do ginásio. Já no ginásio D, apesar de as salas possuírem ventilação mecânica, esta nunca foi acionada durante a monitorização dos compostos atmosféricos.

É importante mencionar que o ginásio C apresenta uma dinâmica na realização das aulas que decorrem no mesmo período temporal (manhã): entre cada aula existe um intervalo de 10 a 15 minutos (como já foi referido anteriormente) enquanto que as aulas dos ginásios D e E são realizadas continuamente. A prática do ginásio C, durante a manhã, revela-se ser produtiva na melhoria da QAI uma vez que possibilita a renovação do ar contaminado quando os utilizadores saem da sala. Por sua vez, durante o período da tarde, apesar de as aulas serem dadas continuamente, o sistema AVAC é acionado, o que permite que as concentrações dos poluentes diminuam em vez de atingirem um nível estável ou continuarem a aumentar. Importa também referir, que no ginásio E, a concentração de CO₂ representa a ocupação humana, apresentando aumentos claros quando ocorre uma aula de grupo durante o período da tarde sendo que estas aulas decorrem numa sala do ginásio em que não existe separação física (parede de vidro ou alvenaria) para a restante área (apenas uma cortina).

Segundo o estudo coordenado por Ramos (2013), os níveis de poluição eram particularmente elevados durante as aulas de aeróbica, quando muitos utilizadores

estavam juntos em pequenos espaços, aumentando a quantidade de pó e produzindo dióxido de carbono em cada respiração, sendo que no nosso estudo, o mesmo se verificava para as aulas de Jump, Strong, Pilates, onde existia uma grande afluência de utilizadores e as salas ficavam sobrelotadas, o que contribuiu para as elevadas concentrações de CO₂ nos espaços. Este poluente, ainda que não seja tóxico para os trabalhadores e utilizadores, é causa para preocupação. De acordo com a autora Ramos (2013), em grandes concentrações, o CO₂ pode contribuir para fadiga e tonturas, o que é muito perigoso durante aulas muito intensivas.

Tal como é demonstrado no estudo de Ramos (2013), quanto mais exigente é modalidade praticada, maior é o valor da taxa metabólica e conseqüentemente maior a produção de CO₂. Já o autor Persily (1997), menciona este facto, relacionado a produção de CO₂ e o aumento do O₂, salientando o aumento da produção de CO₂ à medida que se aumenta a atividade física, aumentando assim, a taxa metabólica necessária para responder à tarefa exigida. Um estudo anterior redigido por Fraga S., *et al.* (2008), indica-nos a existência de uma conexão entre a concentração de CO₂ e sintomas de tosse e pieira. Um outro estudo desenvolvido também em Portugal, refere que o CO₂ é um indicador da qualidade da renovação do ar no interior dos edifícios, sendo que valores acima de 1000 ppm indicam normalmente uma insuficiente taxa de renovação de ar (Ginja *et al.*, 2012).

Os resultados encontrados nesta investigação demonstram que é nas zonas urbanas, que as concentrações médias de CO₂ no ambiente são mais elevadas, comparativamente com as concentrações médias nas zonas rurais. Verificámos também que as concentrações médias de CO₂ no interior dos ginásios, eram muito superiores às concentrações médias encontradas no exterior, e ainda, que a concentração média de poluente é muito maior quando existe atividade nos ginásios, do que quando é feito o ponto de controlo na sua abertura, como era de esperar, o que comprova que o metabolismo biológico dos ocupantes é a principal fonte de CO₂ no ar interior de um edifício, como é referido na literatura.

Nesta investigação, para além do CO₂, algumas salas de aula apresentaram concentrações médias elevadas de poluentes, ultrapassando o limiar de proteção, nomeadamente as partículas, evidenciando assim, a existência de fontes emissoras e problemas a nível de renovação do ar.

Estes resultados demonstram a importância de um acompanhamento contínuo de modo a monitorizar as concentrações de CO₂ no interior dos ginásios, principalmente das salas de aulas de grupo, assim como a implementação de medidas que visem a redução dos valores observados.

Em relação às concentrações médias de CO, estas apresentam-se muito baixas, não tendo sido em nenhum dos espaços dos ginásios ultrapassado o valor máximo permitido por lei.

Como já foi referido, no ar interior o CO tem origem em fontes de aquecimento por queima de combustível (lareira, fogão, esquentador). Sendo que no interior dos ginásios estudados não existe nenhuma fonte dessa origem, assume-se que o CO presente no interior tenha origem no ar ambiente exterior. Outro indicador de não existir essa fonte de origem é pelo facto de os valores estarem muito abaixo dos 5 ppm, pois quando existem valores encontrados acima dos 5ppm, indicam que existem fontes de poluentes ligados aos processos de combustão (APA, 2010). De salientar, que a contribuição do ar exterior por infiltração representará a principal origem de CO no interior (Marques, 2013).

Foi nos ginásios A e E que se registaram os valores médios mais elevados. Nestes ginásios existem manchas nas paredes devido ao excesso de humidade causada por infiltrações, sendo que estes são localizados no subsolo/cave do prédio no caso do ginásio E, e no r/c do prédio no caso do ginásio A. De salientar, que no ginásio C, devido a humidade presente na vitrine da sala da musculação e cardiofitness, o que tornava o piso mais escorregadio, sendo que a direção adquiriu um desumidificador de ar de forma a salvaguardar a segurança dos utilizadores, nomeadamente para colmatar o risco de queda ao utilizar as máquinas junto à vitrine. Foi no ginásio B, onde se registou as concentrações mais baixas de CO e constantes. Estima-se que este facto, deve-se à localização deste ginásio ser distinta, ou seja, o ginásio B situa-se numa zona que não existe tráfego existente nas ruas envolventes dos ginásios, já nos ginásios C, D e E estão rodeados de prédios e situados com ruas envolventes de tráfego contínuo (zona urbana). Já no estudo realizado por Peixoto (2014), descreve as diferentes concentrações de CO detetadas em quatro ginásios, referindo a localização geográfica como o fator principal. O facto de os ginásios estarem “cercados” de edifícios em zonas densamente “urbanas”, faz com que a dispersão de poluentes no exterior não se efetue de forma eficaz, provocando assim, uma acumulação local de poluentes que mais facilmente penetram no interior dos ginásios. Este tipo de situação já foi demonstrado e estudado pelos autores Zhou e Levy (2008), que estudaram uma rua de Manhattan do tipo “canyon” (rua densamente urbana com muitos edifícios) em que 30% do CO existente a nível do solo permanece no topo do “canyon”. Importa referir que nos ginásios A e E, algumas janelas estão sempre abertas (mesmo durante o período noturno), facto que poderá também potenciar a contaminação de CO pelo exterior, tal como é descrito no estudo de Ramos (2013), em que refere que um dos ginásios em

estudo têm esta mesma prática. Em termos de localização, a concentração média de CO encontrada nos ginásios urbanos em relação à suburbana é muito próxima, não havendo uma diferença significativa. Como já foi referido, assume-se que o CO presente no interior tenha origem no ar ambiente exterior.

A Temperatura e a Humidade relativa são, também, fatores relevantes para o nível de conforto do ar interior, uma vez que ambos podem contribuir para o desenvolvimento e propagação de contaminantes microbiológicos, bactérias, fungos e ácaros, e assim, influenciar a saúde dos trabalhadores dos ginásios, mas, também, a dos seus utilizadores.

Como já referido no diploma relativo à construção, instalação e funcionamento de ginásios, elaborado pela Presidência do Conselho de Ministros - Secretaria de Estado da Juventude e do Desporto, a temperatura ambiente para o interior de ginásios deve manter-se entre os 16°C e 21°C no Inverno e os 18°C e 25°C no Verão (Conselho do Desporto, 2008). O controlo das temperaturas deve ser mantido num intervalo confortável, recorrendo a instrumentos mecânicos como ar condicionados, ventiladores, entre outros meios de manutenção de temperatura.

Relativamente aos valores de temperatura, na estação Inverno, verificámos que as temperaturas mais baixas registadas são no anexo do ginásio A, nomeadamente nas aulas de Crossfit, chegando a registar-se uma temperatura de 5.2°C. Este anexo não possui ventilação mecânica, tal como na sala de Musculação e Cardiofitness, e nem equipamentos como ventiladores e ventoinhas, como também as dimensões do anexo e mesmo as condições de isolamento não eram favoráveis, sendo que a inexistência de equipamentos de aquecimento, fazia com que não houvesse alternativas para regular a sua temperatura interior. Esta sala, onde era praticada a modalidade de Crossfit, possuía uma porta de emergência, que às vezes encontrava-se aberta nos dias de sol, de forma a que o sol entrasse e “aquecesse” o anexo. Concluindo-se que apresenta uma temperatura média abaixo do que é recomendável (~11 °C), ou seja, não aceite como confortável para a prática de exercício físico durante o Inverno.

No que diz respeito ao ginásio C, 50% das medições, sensivelmente encontravam-se no intervalo de temperatura recomendado, enquanto que o ginásio B, as variações de temperatura foram, na sua maioria, superiores ao limite máximo de temperatura permitido. Só um dos ginásios (ginásio E) é que demonstrou valores de temperatura, na maioria das medições, abaixo do limiar recomendado. Perfil relativamente semelhante ocorreu ao nível dos ginásios A e D. As temperaturas baixas no ginásio E, tal como no ginásio A, explicam-se pela inexistência de sistemas de aquecimento. As temperaturas mais elevadas deste ginásio foram sempre registadas

ao fim da tarde entre as 17h e as 18h, pelo que também este facto se deve à maior afluência de pessoas neste horário.

Em relação as salas de aulas de grupo dos ginásios C e E, o sistema de ventilação foi acionado, ao contrário do que aconteceu, nas salas de aulas de grupo do ginásio A e D.

Importa salientar, as temperaturas registadas durante a prática de Kimax, sendo que a pouca adesão dos utilizadores do Ginásio D e a questão do horário (aula realizada às 07h00) e pelo facto de o sistema de Ar Condicionado ter estado desligado durante estas aulas, representam os fatores condicionantes às baixas temperaturas registadas.

Verificou-se também, que a temperatura média encontrada para os ginásios suburbanos, encontrava-se dentro do intervalo estipulado para uma temperatura ideal, com uma temperatura média de aproximadamente 17,7°C, encontrando-se assim, dentro dos valores referenciados na presente legislação (16 a 21°C). Em relação à temperatura média obtida nos ginásios urbanos em estudo, verifica-se uma temperatura média abaixo do que é recomendável, sendo obtido uma média de aproximadamente 15,9°C, ou seja, não aceite como confortável para a prática de exercício físico durante o Inverno. Apesar de estar muito próximo do intervalo estipulado para a estação de Inverno (16 a 21°C), revela que muitas das medições efetuadas a este parâmetro estiveram abaixo do que é recomendável.

As altas temperaturas durante a prática de exercício físico podem causar doenças de stress de calor sendo recomendada a correção da temperatura nos horários de maior afluência. Também é necessário ter em atenção a percentagem de humidade mínima, pois a humidade relativa inferior a 25%, associa-se a um aumento do desconforto, levando à secagem das membranas mucosas (olhos, garganta e nariz) e pele. No caso de a Humidade relativa ser elevada, poderá causar problemas a nível respiratório e reações alérgicas, devido ao aumento do desenvolvimento da matéria microbológica no ar (CCOHS, 2004). De salientar, que o aumento da humidade impede a evaporação do suor, reduzindo a resistência do organismo às altas temperaturas (CCOHS, 2004).

Relativamente à Humidade relativa, verificámos que, de uma forma geral os valores estão compreendidos entre os limites inferior e o superior (55 a 75%) indicados no diploma, relativo à construção, instalação e funcionamento de ginásios (Conselho Nacional do Desporto, 2008), em todas as salas. No entanto, é importante ressaltar que os valores máximos obtidos se registaram em horário de maior afluência e em alguns casos coincidindo com a prática mais intensa de atividade física, tal como aconteceu no estudo de Peixoto (2014), no seu estudo da QAI de quatro ginásio existentes na área

metropolitana do Porto. Analisando os perfis de humidade denotou-se que os valores começam a aumentar na abertura dos ginásios, atingindo o ponto máximo entre as 18h e 20h, e diminuindo novamente até restabelecer os valores mínimos, habituais de cada ginásio, provenientes das condições das instalações e construção dos edifícios, durante o período noturno e quando os ginásios se encontram vazios.

Outro fator que contribuiu para valores de Humidade relativa acima dos 65% foi as condições climáticas que se verificaram nos dias em que foram realizadas essas medições (Tempestade “Ana” - ventos fortes e períodos de precipitação).

Considerou-se igualmente importante referir que o valor médio encontrado para a Humidade Relativa, tendo em conta a localização dos ginásios, indica que seja nos ginásios urbanos ou suburbanos, para além de se encontrarem dentro dos limites estabelecidos como confortavelmente aceites (55 a 75%), apresentavam-se um valor médio muito próximo, 58,9 % para os ginásios suburbanos e 58,7%, para os ginásios urbanos, respetivamente.

Importa salientar para o facto de quando as situações de valores de humidade relativa elevada não estejam associadas às condições exteriores, como os dias de chuva, mas sim, a focos interiores de humidade que podem originar o desenvolvimento de microrganismos como fungos e bactérias. É necessária uma atenção especial sempre que exista uma tentativa de corrigir um destes fatores, a temperatura ou a humidade, dentro de um edifício, visto que arriscará a alterar o equilíbrio de outros parâmetros atmosféricos. As fontes de humidade são inúmeras, por exemplo, as chuvas, os lagos, as ribeiras (o Ginásio B situa-se muito próximo de uma ribeira), os rios, infiltrações pelas janelas, paredes, tetos e a própria transpiração do corpo, que neste caso, poderá ter grande influência visto que com a prática de exercício físico este fenómeno é inevitável. A humidade relativa afeta significativamente o conforto e a saúde dos ocupantes, a QAI, a durabilidade do edifício e dos seus materiais e o consumo de energia (Ferreira & Cardoso, 2013).

Nos resultados obtidos, verifica-se a existência de um padrão entre os ginásios que utilizam ventilação mecânica (Ginásio B, C, D) e aqueles que utilizam ventilação natural (Ginásio A e E) pelo que nos ginásios B, C e D, a oscilação de valores nos dois parâmetros analisados (T° e Hr) foi inferior à registada nos ginásios A e E, devido à utilização de ventilação natural nestes últimos. Nos sistemas mecânicos, a temperatura e a humidade relativa são controladas e a suas amplitudes são minimizadas.

Tal como indica o estudo de Marques (2013), as elevadas temperaturas e baixas humidades fazem com que o ambiente no interior do ginásio se torne desconfortável e cansativo. As atividades realizadas em ambientes quentes podem originar doenças

graves nos praticantes de desporto, particularmente nas crianças (Binkley *et al.*, 2002; Racinais *et al.*, 2012). Por sua vez, sabe-se que valores extremos de humidade relativa provocam desconforto nos ocupantes. Por outro lado, valores de humidade relativa inferiores a 25%, para além de provocar desconforto nos ocupantes, podem provocar formação de gretas e irritação nas membranas mucosas, na pele e irritação nas vias respiratórias superiores. Em relação às temperaturas de 27 a 32°C, estas podem originar fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física enquanto que em temperaturas de 32 a 41 °C, estas podem provocar câibras e esgotamentos (Esteves, 2012). Também no estudo de Marques (2013), que avaliou a qualidade do ar em um ginásio em Léon (Espanha), referiu para a importância de implementar medidas nos ginásios, de forma a garantir níveis de temperaturas confortáveis para os ocupantes, recorrendo a mecanismos de ventilação ou ao isolamento de fontes de calor, seja através de paredes ou telhados de ar, ou aplicação de películas reflexivas nas janelas e clarabóias.

A ventilação é um dos principais instrumentos no controlo da qualidade do ar, sendo considerada um dos principais fatores que interferem na QAI. A ventilação elimina o ar contaminado e substitui-o por ar novo, mas não elimina os agentes perigosos da atmosfera, sendo que apenas limita-se a diminuir a sua concentração no ar a níveis que são considerados seguros. O sistema de ventilação, quando não funciona corretamente e não têm a manutenção devida, constitui uma fonte de riscos para a saúde, principalmente ao nível de acumulação de partículas (causam emissões de COVs) e crescimento de microrganismos (devido à acumulação de humidade no sistema).

Importa ressaltar também, a importância da arquitetura e orientação dos edifícios, pois representam um papel decisivo na eficácia da estratégia de ventilação utilizada (ANSI/ASHRAE, 2004).

No que diz respeito às concentrações médias de $PM_{2,5}$, verificámos que existem diferenças significativas entre a concentração média registada no ginásio B e as restantes concentrações médias registadas nos ginásios em estudo, sendo que no ginásio B foi ultrapassado o valor de limiar de proteção estabelecido, ou seja, 0,025 mg/m³. Ao analisarmos cada uma das salas avaliadas, verificou-se que foi a sala de Musculação e Cardiofitness, aquele apresentou, em média, concentrações de $PM_{2,5}$ mais elevadas. Concluiu-se, ao verificar a existência de picos de concentração nos estúdios em períodos de aulas, que a presença humana é uma fonte para o aumento de partículas nestes espaços, o que contribui para a sua ressuspensão nestes espaços. Verificámos ainda, que a concentração média de $PM_{2,5}$ nos ginásios localizados em zonas predominantemente suburbanas registou um valor de aproximadamente 0.045

mg/m³, ultrapassando o valor máximo estipulado por lei (0,025 mg/m³). Já a concentração média de partículas PM_{2,5} nos ginásios localizados em zonas urbanas, registou um valor de 0.012 mg/m³, sendo que não ultrapassa o valor máximo estipulado por lei. Relativamente ao exterior dos ginásios, não se verificam diferenças significativas relativamente a este parâmetro. No entanto, como se pode verificar, os resultados indicam que os ginásios localizados em zonas suburbanas, apresentam valores ligeiramente superiores às outras localizações.

Os resultados relativos às PM₁₀ demonstram que as concentrações médias de PM₁₀ obtidas nas salas em estudo, não ultrapassam o valor máximo estipulado por lei (0,05 mg/m³), sendo na sala de aulas de grupo onde se obteve maior concentração. As elevadas concentrações de PM₁₀ nos ginásios, maioritariamente são explicadas pelo tipo de atividade física praticada e pelos equipamentos e materiais presentes, como é explicado no estudo de Marques (2013). Por exemplo, o uso de pó de magnésia pelos praticantes de aparelhos como barras assimétricas, paralelas, etc., como também elementos de proteção e segurança como colchões e espumas, que facilmente acumulam pó. Assim, a ressuspensão de partículas e degradação dos materiais são uma fonte adicional significativo, tanto nas salas de Musculação e Cardiofitness como nas salas de aulas de grupo. Verificámos ainda que as concentrações médias de PM₁₀ em relação ao local de medição (interior e exterior), não ultrapassam o valor máximo estipulado por lei (0,05 mg/m³), sendo no interior onde se obteve maior concentração média (0.038 mg/m³) em relação ao exterior (0.028 mg/m³). Neste sentido, provavelmente as fontes importantes de partículas são originadas no interior. Em relação à localização dos ginásios (urbano e suburbano), as concentrações médias de PM₁₀ não ultrapassam o valor máximo estipulado por lei (0,05 mg/m³), sendo nos ginásios classificados como urbanos, onde se obteve maior concentração (0.042 mg/m³).

Verificámos a existência de picos de concentração nas salas de aulas de grupo em períodos de aulas, concluindo-se assim que a presença humana é uma fonte para o aumento de partículas nestes espaços que provavelmente contribui para a ressuspensão de partículas no espaço. Relativamente às concentrações encontradas nas salas de Musculação e Cardiofitness verifica-se que as variações na concentração não são tão evidentes como nas salas de aula de grupo, uma vez que a ocupação das salas de Musculação e Cardiofitness é mais uniforme do que a ocupação das salas de aula de grupo, que são caracterizadas por picos de ocupação em determinados horários.

A concentração média de partículas $PM_{2.5}$ nos dois momentos, seja no controlo (abertura do ginásio) ou na atividade, registaram valores ligeiramente acima do que é estipulado por lei. Por sua vez, as concentrações médias de PM_{10} em relação ao momento de medição (controlo e atividade), não ultrapassaram o valor máximo estipulado por lei ($0,05 \text{ mg/m}^3$), sendo no controlo onde se obteve maior concentração ($0,044 \text{ mg/m}^3$). A contribuição de cada fração granulométrica $1.0\mu\text{m}$, $5.0\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$, foi muito maior no momento de atividade do que no ponto de controlo. Constatou-se igualmente que a contribuição de cada fração granulométrica $1.0\mu\text{m}$, $5.0\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$, é maior nos ginásios urbanos do que nos ginásios suburbanos como também é maior no exterior dos ginásios do que no interior, exceto na fração $5.0\mu\text{m}$, que é ligeiramente maior no interior dos ginásios em estudo.

Constatou-se que a fonte principal destas diferenças é, sem dúvida, o metabolismo humano. E ainda, que a presença humana é uma fonte para o aumento de partículas nestes espaços, o que contribui para a ressuspensão de partículas no espaço. A ressuspensão de partículas que se verificou nesta investigação foi também demonstrada por outras investigações, ainda que em diferentes ambientes. Em ginásios em escolas, a ressuspensão de poeiras pela atividade dos alunos é considerada a maior fonte de contribuição para a fração de partículas de diâmetro considerável (Braniš *et al.*, 2011; Diapouli *et al.*, 2007). Também Buonanno *et al.*, (2012) constatou que a fração de partículas $PM_{2.5}$ e PM_{10} é a que mais contribui para ressuspensão de partículas numa amostra de 12 ginásios escolares.

De acordo com Ferro *et al.* (2004), as fontes que contribuem para a ressuspensão de partículas também aqui, são independentes das concentrações do exterior, das taxas de infiltração ou do volume do espaço, mas sim, condicionantes da atividade praticada, da quantidade de poeira depositada, do tipo de pavimento e de mobiliário e equipamentos existentes. Relativamente ao tipo de pavimento e mobiliário existente, foi necessário reter aspetos essenciais para a compreensão dos resultados obtidos dos ginásios em relação às concentrações da matéria particulada. Sendo os seguintes: Nas modalidades praticadas durante a campanha de monitorização, Crossfit (Ginásio A) e Cycling (Ginásio D), detetou-se nestas salas, as concentrações médias de $PM_{2.5}$ mais elevadas do presente estudo. Nas salas onde se praticaram as modalidades Jump (Ginásio C) e Crossfit (Ginásio A), as concentrações médias mais elevadas para PM_{10} .

Pode-se inferir que o valor máximo obtido numa das aulas de Crossfit, realizada no final da tarde, onde se registou-se um valor máximo de 0,134 para a concentração

de PM_{10} se deveu à obra de construção civil que decorreu durante o dia em frente ao edifício. Na aula da manhã, a porta de entrada manteve-se aberta.

Confirma-se a associação entre as concentrações registadas da matéria particulada ($PM_{2,5-10}$) e o tipo de material de revestimento do piso, nomeadamente, o piso de revestimento de borracha que apresenta ambos os ginásios nas suas aulas de grupo (Ginásio A e D) como também a associação entre as concentrações registadas da matéria particulada ($PM_{2,5-10}$) e os equipamentos utilizados para a prática das modalidades acima referenciadas, nomeadamente, no uso de trampolins, no caso das aulas de Jump, e na utilização de cordas, pneus, barras, pó de magnésia e pesos, no caso das aulas de Crossfit. De referir que foi no ginásio B, que foi detetada a concentração média mais elevada de $PM_{2,5}$, comparativamente com os restantes ginásios, possivelmente deve-se ao tipo de pavimento do chão, sendo este de borracha e de todo o mobiliário e equipamentos existentes (máquinas de musculação de cardiofitness, madeira na parede e tapete sintético à entrada da sala de Musculação e Cardiofitness).

No entanto, partículas provenientes de fontes externas também podem entrar para os edifícios através das entradas de ar exterior ou infiltração natural. Como indica APA (2009), caso os sistemas de ventilação utilizados, não forem submetidos à manutenção necessária, podem ser também uma fonte deste poluente. Assim sendo, verifica-se que no ginásio D é efetuado mensalmente a limpeza dos filtros, como também do pó acumulado no evaporador e tubagens (manutenção), enquanto nos restantes, a mesma operação é realizada quando necessário, não existindo uma rotina definida para este processo. Este facto, pode assim justificar o motivo de o ginásio D apresentar as concentrações mais baixas de PM_{10} , comparativamente aos restantes ginásios em estudo.

Em investigações anteriores com a monitorização de matéria particulada em ginásios obtiveram-se as seguintes concentrações médias: Interior de ginásio de uma escola: 0,004-0,007 mg/m^3 e 0,014-0,027 mg/m^3 de $PM_{2,5}$ e PM_{10} , respetivamente (Branis e Safránek, 2011a); Duas instalações desportivas universitárias: no *fronton* (género de sala de aula ampla e fechada) obtiveram-se concentrações de PM_{10} entre 0,038 e 0,043 mg/m^3 , enquanto que no ginásio as concentrações de PM_{10} situaram-se entre os 0,154 e 0,198 mg/m^3 (Alves *et al.*, 2013); Interior de ginásio de uma escola primária: Excedência do limite de $PM_{2,5}$ recomendado pela OMS (para 24h) de 42% dos dias de medição (Branis *et al.*, 2011b); Interior de ginásio de uma escola primária e escola de ensino médio: Obtiveram-se concentrações para as $PM_{2,5}$ entre 0,011 mg/m^3 e 0,079 mg/m^3 no ginásio da escola primária e para a escola de ensino médio obteve-

se uma média de $0,012 \pm 0,011 \text{ mg/m}^3$ (Ward *et al.*, 2013); Interior de duas unidades desportivas, *fronton* (sala de aula ampla fechada) e ginásio, pertencentes à Universidade de Léon, Espanha: Obtiveram-se concentrações para as PM_{10} , no interior do *fronton*, a variar entre 0,032 e $0,036 \text{ mg/m}^3$. No ginásio, registaram-se concentrações de PM_{10} , entre 0,128 e $0,166 \text{ mg/m}^3$ (Marques, 2013); Interior de ginásios existentes na área metropolitana do Porto: Obtiveram-se concentrações para as $\text{PM}_{2.5}$ entre $0,003 \text{ mg/m}^3$ e $0,777 \text{ mg/m}^3$ e para as PM_{10} , de 0,003 a $1,080 \text{ mg/m}^3$ (Peixoto, 2014).

Comparativamente com os casos da literatura, verifica-se que os resultados médios obtidos neste estudo se encontram na mesma ordem de grandeza dos obtidos anteriormente, à excepção do estudo de Brains e Safránek (2011a), em que no nosso estudo as concentrações médias de $\text{PM}_{2.5}$ e PM_{10} foram superiores. Por sua vez, no estudo de Alves *et al.* (2013), as concentrações de PM_{10} apresentadas são superiores às detetadas nas salas de aulas de grupo e ginásios deste estudo. Possivelmente, estes resultados devem-se ao facto, do *fronton* deste estudo, possuir bancadas de madeira e a ventilação praticada ser natural e promovida por 16 orifícios localizados no topo das paredes e pelas duas portas de acesso ao edifício. Já o anexo do ginásio A, onde foi registado a maior concentração deste parâmetro, era equipado com barras paralelas, assimétricas, barra fixa, trave, trampolins, bolas, cubos, fitas acrobáticas, vários colchões e tapetes de proteção, de diferentes tamanhos e alcatifas que cobrem o piso, o que contribuiu para a elevada ressuspensão de partículas. Também as portas de acesso ao edifício se encontravam frequentemente abertas a partir do final da manhã devido às baixas temperaturas sentidas no interior do edifício, sendo um espaço sem janelas e sem sistema de ventilação artificial. Também no estudo de Brains (2011b), a excedência de $\text{PM}_{2.5}$ no ginásio B obtida, é superior à obtida neste estudo, como também foi superior ao estudo de Ward *et al.* (2013), juntamente com o ginásio A. Por fim, comparativamente com o estudo realizado em ginásios do Porto por Peixoto (2014), as concentrações de $\text{PM}_{2.5}$ encontradas são superiores às do nosso estudo, por sua vez, relativamente às concentrações de PM_{10} deste estudo, foram inferiores comparativamente com o nosso estudo.

Importa referir, que quanto mais pequenas forem as partículas, maior a probabilidade de penetrarem no aparelho respiratório. As partículas com um diâmetro aerodinâmico inferior a $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) são as mais nocivas, devido ao facto de penetrarem no aparelho respiratório, sendo que as mais finas, de diâmetro inferior a $2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$), podem atingir os alvéolos pulmonares e interferir nas trocas gasosas. A exposição prolongada a partículas contribui para o risco de desenvolvimento de doenças

respiratórias, cardiovasculares e cancro do pulmão (Comissões de Planeamento Regional, 2017).

Também a IARC (International Agency for Research on Cancer) qualificou a matéria particulada do ar ambiente como cancerígena para os seres humanos. É um poluente considerado extremamente perigoso para a saúde humana, visto que a deposição de partículas nos sistemas respiratório e cardiovascular têm aumentado a mortalidade e morbidade (IARC, 2013). O conhecimento acerca do estado de limpeza e manutenção do sistema AVAC fornece informações essenciais para a avaliação da QAI.

7.2. Avaliação da saúde dos funcionários e utilizadores dos ginásios

Neste estudo, os sintomas/doenças indicados pelos trabalhadores dos ginásios foram: crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido, rinite alérgica, dores de cabeça, sintomas de prurido, ardor e irritação dos olhos e irritação, prurido e secura da pele e tonturas. Concluiu-se que não existiu uma associação estatisticamente significativa entre o número de atividades por espaço físico e a presença ou ausência de sintomas e patologias anteriormente referenciadas. Também se constatou que não existiu padrão de associação entre o género dos funcionários e a presença ou ausência de sintomas e patologias, como também não existiu uma associação estatisticamente significativa entre o hábito tabágico dos funcionários e a presença ou ausência de sintomas e patologias. Foi verificado que os sintomas/doenças percebidos pelos funcionários não desapareciam quando deslocados para o exterior dos edifícios.

Em relação aos utilizadores dos ginásios, os sintomas e patologias mais prevalentes que apresentaram, foram: Dores de cabeça, Tonturas, Prurido, ardor ou irritação dos olhos e crise de espirros, corrimento nasal, ou nariz entupido. Podemos constatar que a maior frequência dos sintomas e patologias detetados pelos utilizadores, ocorrem nos utilizadores que utilizam o ginásio intensamente (3, ou mais vezes por semana). Concluiu-se que não existiu nenhum padrão de associação significativo entre a frequência de utilização dos ginásios e o número de sintomas, como também não existiu padrão de associação significativo, entre o número de sintomas e o género dos utilizadores dos ginásios. Igualmente também se constatou que não existiu um padrão de associação significativo, entre o número de sintomas e o hábito tabágico dos utilizadores dos ginásios como também com a localização dos ginásios. Foi verificado também que não existe correlação estatisticamente significativa entre o tempo que os utilizadores frequentam os ginásios e o número de sintomas.

Constatámos que não existiu um padrão significativo, ao nível das patologias Asma e Rinite Alérgica e dos sintomas Pieira e Assobios, Crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido, Dores de cabeça, Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos, de Irritação, prurido e secura da pele, Tonturas, problemas digestivos e dificuldades respiratórias sentidos por alguns utilizadores, em função da sua passagem para o exterior do ginásio.

Já no estudo de Monteiro e Ferreira & Moreira (2017), que avaliou a QAI em 3 ginásios de Coimbra e a prevalência de sintomas pelos 7 trabalhadores através das informações recolhidas dos inquéritos realizados, mostraram que a maioria desses trabalhadores tinham sintomas como a fadiga, o stress e perturbações de sono e/ou insónias. Porém, não foi feito esse estudo com os utilizadores dos ginásios, tal como neste estudo.

Como se pode verificar, procurou-se nesta investigação, avaliar a existência de SED (Síndrome do Edifício Doente) nos ginásios em estudo. Para a determinação desta condição, foi então avaliada a perceção e manifestação de sintomas/doenças reportados dos trabalhadores dos ginásios como também pelos seus utilizadores, através de um questionário individual. Face ao exposto, sendo que a condição de SED se verifica quando 20,0% ou mais dos seus ocupantes manifestem determinados sintomas/doenças e que estes deixam de se manifestar quando deslocados para o exterior do edifício, concluiu-se que podemos inferir que os ginásios do distrito de Castelo Branco não apresentavam SED.

Quando a avaliação foi realizada nos ginásios em estudo, foi possível observar algumas situações que podem ser melhoradas, embora já estejam a ser executadas, mas não realizadas regularmente. Torna-se essencial que algumas recomendações sejam dadas:

- Garantir uma boa ventilação, de modo a evitar o aparecimento de altas concentrações de poluentes. Criar uma ventilação diária de forma a garantir a renovação e purificação de ar através de:
 - Equipamentos de ventilação mecânica (ar limpo);
 - Ar-condicionado, filtrando o ar através dos filtros;
 - Abertura das janelas e as portas dos edifícios.
- Realização de limpeza adequada dos espaços e a manutenção dos equipamentos AVAC a fim de controlar os parâmetros de poluição do ar interior. É essencial prevenir, ou eliminar se possível, o aparecimento dos sinais relativos à humidade, como também os da poeira nas superfícies e móveis fixos e

máquinas e equipamentos, o que contribuirá para que não haja a sua acumulação.

- Para a redução do CO₂, aumentar as taxas de ventilação durante os períodos das aulas ou reduzir o número de alunos por aula é uma medida eficaz para controlar as concentrações deste poluente.
- A importância da utilização de produtos de limpeza menos tóxicos como também equipamentos de limpeza que não promovam a ressuspensão de partículas (como evitar vassouras e utilizar a mopa).
- Sensibilizar os utilizadores para a utilização de calçado exclusivo para usar interior dos ginásios.

VIII. Conclusão

O estudo da QAI, nomeadamente em ginásios, revelou-se de grande importância devido ao facto de as concentrações de determinados poluentes no ar interior poderem ser superiores às do ar exterior devido a diversos fatores, tais como as diversas fontes emissoras e a ventilação inadequada. Esta evidência foi confirmada pelo presente estudo, em que todos os ginásios apresentaram concentrações de poluentes no ar interior, superiores comparativamente com as medições no ar exterior. O avanço científico e a preocupação com este assunto têm vindo a contribuir para um crescente abrangimento das questões da saúde nas políticas de ambiente, pois qualquer prejuízo provocado no ambiente origina, sem dúvida, danos diretos e/ou indiretos no Homem. Este estudo, pretende assim, contribuir para a conceção de espaços mais saudáveis e consequentemente a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores dos ginásios, bem como a dos seus utilizadores, sendo estes espaços, promotores de saúde e bem-estar. Importa conscientizarmos de que os indivíduos que praticam desporto, estão em especial risco, devido à maior taxa de ventilação em esforço ao qual se adiciona a inalação pela boca o que acarreta uma maior dose de poluentes absorvida pelo organismo.

Com os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que é necessário tomar medidas de forma a melhorar a QAI nos ginásios, uma vez que existiram poluentes atmosféricos, como foi o caso do CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, nos quais as concentrações eram, em média, superiores aos valores legalmente estabelecidos em alguns dos ginásios avaliados. Salienta-se, ainda, a importância de melhorar os sistemas de renovação de ar, de modo a tornar esta renovação mais eficiente e eficaz, optando sempre que possível pela ventilação natural, como por exemplo, o simples hábito de abrir frequentemente as janelas, tarefa que se torna impossível nos ginásios C e D por não possuírem janelas de “abrir”.

Deve, ainda, ser analisada a composição dos produtos de limpeza utilizados, de modo a averiguar se existem compostos capazes de causar riscos para a qualidade do ar e para a saúde dos funcionários e utilizadores. Será, também, necessário analisar a possibilidade de ajustar o número de utilizadores por sala, principalmente nas salas de

aula de grupo dos referidos ginásios, tendo em conta fatores como a área do espaço e a percentagem de utilização do mesmo. É de extrema importância averiguar esta questão, uma vez que, o CO₂ resulta essencialmente do metabolismo biológico dos seres vivos e é conveniente não se ultrapassar a lotação de cada espaço em estudo, reduzindo assim, as emissões deste poluente, principalmente nos espaços em que a concentração foi superior ao valor de limiar de proteção legalmente estabelecido, ou que estiveram muito próximos do referido valor.

Tendo em conta os valores encontrados para os parâmetros de conforto térmico, nos ginásios A, D e E, devem ser adotados procedimentos de controlo da T°, para que os trabalhadores e os utilizadores se sintam confortáveis, visto que em média, a temperatura foi inferior ao intervalo estipulado para a estação de Inverno como confortável para a prática de exercício físico.

Com este estudo, foi possível concluir que a sala de Musculação e Cardiofitness contribui mais significativamente para o aumento da concentração de monóxido de CO, PM_{2.5}, PM_{0.5} e para o aumento da temperatura. Por outro lado, é a sala de aulas de grupo que contribuíram mais significativamente para o aumento da concentração de CO₂, PM₁₀, PM_{1.0} e PM_{5.0} e para o aumento da Humidade Relativa.

Tendo em conta os resultados obtidos nesta investigação, podemos concluir que existem dois fatores que influenciam a concentração dos poluentes avaliados, sendo a ocupação humana que condiciona fortemente a concentração de partículas pela ressuspensão de material particulado e as oscilações do CO₂ como também o tipo de ventilação praticado, sendo que a ventilação natural não constitui nenhuma barreira à contaminação pelo exterior enquanto que a ventilação mecânica, tendo em conta o estado dos filtros, pode reter a passagem de partículas. Concluiu-se que as principais fontes de degradação da QAI nos ginásios são a ocupação humana e o ar exterior. Estes resultados foram ao encontro dos resultados obtidos nos estudos das autoras Ramos (2013) e Peixoto (2014).

No que diz respeito à presença de SED, foi verificado que em nenhum ginásio foi verificado que mais de 20,0% dos funcionários e utilizadores percecionaram sintomas/doenças. Apesar disso, os sintomas/patologias mais relatadas foram: Dores de cabeça, Tonturas, Prurido, ardor ou irritação dos olhos e crise de espirros, corrimento nasal ou nariz entupido. O SED é considerado uma questão de saúde ocupacional, uma vez que, dado que é para descrever casos de desconforto e/ou de sintomas inespecíficos referenciados pelos ocupantes de determinados edifícios, sem que uma doença ou causa específica possa ser identificada, podendo afetar, também, a produtividade desses mesmos ocupantes. Considerando os diferentes tipos de sinais,

sintomas e patologias relacionadas com a QAI, e de acordo com vários autores já citados neste estudo, sabe-se que a exposição contínua a poluentes contribui para o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, respiratórias, cancro do pulmão, entre outras.

Torna-se essencial que os ginásios procedam a algumas melhorias estruturais e funcionais, nomeadamente no ginásio A, e que todos realizem monitorizações contínuas, de forma a não exporem os utilizadores a situações de risco. É essencial também melhorar os sistemas de renovação de ar, de forma a tornar a renovação mais eficiente e eficaz. Embora que muitos valores registados estejam acima dos valores limiares, é importante perceber que nos ginásios estudados haverão resultados resultantes das trocas entre o ar interior e exterior.

O uso de sistemas de ventilação visam renovar o ar, conseqüentemente a remoção de poluentes e/ou partículas nocivas produzidas pelas atividades humanas ou de máquinas e equipamentos usados. Esta medida tem como vantagens, a garantia de uma boa higiene e saúde dos ocupantes do edifício favorecendo o conforto dos mesmos, aumentando a taxa de oxigênio e ainda controlar os níveis de humidade e temperatura, contribuindo assim, para a melhoria da qualidade do ar interno. No entanto, só deve ser executado quando o ambiente externo tem boa qualidade do ar (Schossler, Santana, & Spinelli, 2015; Barros, 2013). Ainda, alertar para o facto de que deverá existir uma preocupação com uma adequada exposição solar, para evitar o aparecimento de humidade, a nomear os ginásios A e E, que apresentam sinais de humidade nas paredes.

A QAI deverá ser uma preocupação prioritária para o governo para que seja garantida uma boa qualidade do ar interior de todos os edifícios, sejam eles privados ou públicos, mas o que é certo é que a revisão do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior, como também o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em edifícios eliminaram a obrigação de certificar e auditar periodicamente os edifícios, sendo que a responsabilidade de controlar a qualidade do ar interior passou a ser dos proprietários dos edifícios, deixando assim de existir a garantia de que os ocupantes respiram um ar saudável. Parece que se assume uma lacuna devido ao facto de “eliminar” as exigências impostas pela legislação da QAI em vez de corrigi-la, como é relatado no estudo dos Ferreira & Cardoso (2013). Recentemente, esta questão foi levantada pelo Ministro do Ambiente, que deu ênfase à existência de lacunas na lei, na medida em que não existe auditorias obrigatórias à QAI dos edifícios, salientando a necessidade de rever essa obrigatoriedade. O surto de *legionella* no Hospital Francisco

Xavier, em Lisboa, em 2017, é um exemplo como uma má QAI dos edifícios pode acarretar consequências muito perigosas para a saúde humana.

Também salientar o papel importante de todos os profissionais que trabalham na área da Segurança e Saúde do Trabalho, que devem realizar ações e desenvolver procedimentos eficazes no âmbito da saúde pública para que sejam elaboradas políticas dirigidas para a Qualidade do Ar. Da mesma forma, que é necessário instituir programas de controlo e prevenção das consequências para a saúde dos ocupantes dos edifícios. Sem dúvida, que preservar e melhorar a qualidade do ar têm um impacto sobre as concentrações dos poluentes atmosféricos, fazendo que não se atinja resultados que possam colocar em risco a saúde pública.

IX. Perspetivas Futuras

Hoje em dia, a sociedade em geral passa a sua maioria do tempo dentro dos edifícios, e, para que todos os poluentes não tenham influência negativa na saúde, a defesa da QAI torna-se uma batalha tão essencial quanto a luta contra a poluição do ar exterior (Amaral, 2011; Mourato, 2007).

A realização da avaliação da QAI de um edifício tem inúmeras vantagens que proporcionam a melhoria da qualidade de vida dos seus ocupantes. Entre as vantagens que se podem obter, após a avaliação da QAI de um edifício, podemos destacar a melhoria da QAI; a diminuição/eliminação dos fatores de risco para a saúde dos ocupantes; a diminuição da ocorrência de problemas de saúde como também a diminuição das queixas devido a problemas de QAI e por fim, o aumento do conforto e bem-estar dos ocupantes (Mourato, 2007).

Após a apresentação de todos os resultados obtidos desta investigação e a sua discussão, foi exequível identificar algumas limitações referentes a todo o processo de investigação realizado.

Neste estudo não foi possível monitorizar alguns poluentes que são contemplados na legislação nacional, são eles o formaldeído, os Compostos Voláteis e o ozono e ainda, as partículas ultrafinas (<100nm). Esta limitação deve-se ao facto da indisponibilidade de equipamentos específicos para estes poluentes à data da realização da investigação.

A inexistência de legislação específica relativamente a valores de referência no que se refere às concentrações dos poluentes atmosféricos no ar exterior, bem como a falta de legislação relativa à avaliação da qualidade do ar interior para os poluentes $PM_{0,5}$, $PM_{1,0}$ e $PM_{5,0}$ também constitui uma limitação.

Deparou-se também com este estudo, a falta de preocupação dos proprietários com certificação da QAI, essencialmente nos ginásios A, B e E, pois, os custos das medidas de correção da QAI são muito dispendiosos, o que leva a que muitas empresas e instituições desistam da certificação (Ferreira & Carvalho, 2010).

Como perspetivas futuras, é importante que este tipo de avaliação em espaços interiores onde se desenvolve atividade física seja mais estudado em Portugal. Seria

também pertinente a avaliação da QAI nas diferentes estações do ano, de forma a comparar as variações dos poluentes.

Calcular a taxa de ventilação e recirculação do caudal de ar, assim como caudal mínimo de ar, sendo que só é eficaz nos ginásios com ventilação mecânica, sendo possível realizar nos ginásios B, C e D, de forma a calcular o volume de ar disponível, ou seja, o caudal de ar novo a insuflar em cada sala por ocupante. Estudar também, os poluentes microbiológicos, dado existirem queixas dos utilizadores dos ginásios que não podem ser determinadas apenas com os poluentes aqui estudados;

De salientar, que até à data de hoje, apenas foi realizado em Portugal, um estudo desta natureza em ginásios localizados em Lisboa e no Porto, sendo este o primeiro realizado na zona centro do país (Distrito de Castelo Branco). Seria importante e interessante realizar em estudos futuros, de forma a contemplar a avaliação da QAI em diferentes ginásios, tendo em conta os meios envolventes diferentes e a localização por concelho/distrito.

Referências Bibliográficas

- Abreu, C, F, C. (2010). *O ambiente interior e a saúde dos ocupantes de edifícios de habitação. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil*. Covilhã.: Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior. Obtido de <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/3579>
- Adene. (2017). *Certificação Energética e Ar Interior - Edifícios*. Obtido de <http://www.adene.pt/sce/legislacao-0>
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2009). *Qualidade do Ar em espaços interiores - Um Guia Prático*. Amadora. Obtido de https://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/Guias%20e%20Manuais/manual%20QArInt_standard.pdf
- Agencia Portuguesa do Ambiente. (2013). *2013 - Ano do Ar*. Obtido de Ambiente Portugal: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=883>
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2015). *Metodologia de avaliação da qualidade do ar interior em edifícios de comércio e serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013*. Agência Portuguesa do Ambiente em parceria com a Direção-Geral da Saúde.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2016). *Qualidade do Ar Interior*. Obtido em 1 de Setembro de 2017, de <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=319>
- Albrecht, A.,Kiel, K., Kolk, A. (2007). "Strategies and Methods for Investigation of Airborne Biological Agents From Work Environments in Germany". *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, Volume 13, No. 2, 201–213. doi:10.1080/10803548.2007.11076723
- Allocca, C., Chen, Q., Glicksman, L, R. (2003). Design analysis of single-sided natural ventilation. *Energy and Buildings* 35, 785-795.
- Almeida M., Lopes I. & Nunes C. (2010). Characterization of indoor air quality in Portugal – HabitAR study. *Revista Portuguesa de Imunoalergologia, Portugal*, 21-38.
- Almeida, L, M, S. (2004). *Caracterização e origem do aerossol atmosférico em zona urbano-industrial. Tese de Doutoramento em Ciências Aplicadas ao Ambiente*. Universidade de Aveiro.
- Alves, C. A., Calvo, A. I., Castro, A., Fraile, R., Evtugina, M. (2013). Air Quality in Sports Venues with Distinct Characteristics. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 78, 281–285.
- Amaral, S, P, A, M. (2008). *Sistemas de ventilação natural e mistos em edifícios de habitação. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Obtido de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11015/2/Texto%20integral.pdf>
- ANSI/ASHRAE. (2004). *Thermal environmental conditions of human occupancy*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

- Ar Diagnostic. (2008). *QUALIDADE DO AR INTERIOR (QAI)*. Obtido de <http://www.ardiagnostic.pt/qarint.html>
- Ashmore, M.R. e Dimitroulopoulou, C. (2009). Personal exposure of children to air pollution. *Atmospheric Environment*, Volume 43, Issue 1, 128-141. doi:<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.024>
- ATSDR. (1999). *Toxicological profile for formaldehyde - health effects*. U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta. Obtido de <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>
- ATSDR. (2016). *Possible health implications from exposure to Formadehyde emitted from laminate flooring samples tested by the consumer product safety commission*. National Center for Environmental Health. Obtido de https://www.cdc.gov/nceh/laminateflooring/docs/laminate-flooring-report-3-22-2016_508.pdf
- Ayoko, G.A. (2004). Volatile Organic Compounds in Indoor Environments. *The Handbook of Environmental Chemistry*, vol. 4, Parte F, 1-35.
- Balocco, C. (2002). A simple model to study ventilated facades energy performance. *Energy and Buildings* 34, 469-475.
- Barros, C. C. A. . (2013). *Estudo de edifício visando eficiência energética e qualidade do ambiente interior*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Minho.
- Bernardes, Â. (2009). *Análise dos métodos de Auditoria à Qualidade do Ar Interior – RSECE*. Dissertação de Mestrado em Sistemas Energéticos Sustentáveis. Universidade de Aveiro. Obtido de <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/663/1/2010000399.pdf>
- Bernstein, J, A., Alexis, N., Bacchus, H., Bernstein, I, L., Fritz, P., Horner, E., Li, N., Mason, S., Nel, A., Oullette, J., Reijula, K., Reponen, T., Seltzer, J., Smith, A., Tarlo, S.M. (2008). The health effects of nonindustrial indoor air pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 121: 585-591. Obtido de [http://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(07\)02209-9/pdf](http://www.jacionline.org/article/S0091-6749(07)02209-9/pdf)
- Billionnet, C., Gay, E., Kirchner, S., Leynaert, B., Annesi-Maesano, I. (2011). Quantitative assessments of indoor air pollution and respiratory health in a population-based sample of French dwellings”. *Environmental Research*, Volume 111, Issue 3, April 2011, 425-434, ISSN 0013-9351.
- Binkley, H, M., Beckett, J., Casa D, J., Kleiner,D, M., Plummer, P, E. (2002). National athletic trainers’ association position statement: Exertional heat illnesses. *J. Athl.Training*, vol. 37, pp. 329-343.
- Bluyssen, P. (2009). Towards an integrative approach of improving indoor air quality. *Building and Environment*. 44: 1980-1989.
- Braniš M., Šafránek J. (2011a). Characterization of coarse particulate matter in school gyms, *Environmental Research*, 111(4), 485-491.
- Braniš M., Safránek J., Hytychová A. (2011b). Indoor and outdoor sources of size-resolved mass concentration of particulate matter in a school gym-implications

- for exposure of exercising children, *Environmental Science and Pollution Research*, 18(4), 598-609.
- Braniš, M., Safranek, J. e Hytychova, A. (2011). Indoor and outdoor sources of size-resolved mass concentration of particulate matter in a school gym - implications for exposure of exercising children. *Environmental Science and Pollution Research*, 18, 598-609.
- Buonanno, G., Fuoco, F., Marini, S. e Stabile, L. . (2012). *Particle Resuspension in School Gyms during Physical Activities*. *Aerosol and Air Quality Research*, 12, 803–813.
- Burroughs, H. E., Shirley, J, H. (2013). *Managing indoor air Quality, fifth edition*. Georgia: Fairmont Press. ISBN: 0-88173-440-3.
- Burroughs, H. E. & Hansen, S. J. (2008). Indoor Air Quality: An Overview - Where Are We? Em *Managing Indoor Air Quality* (3º ed., pp. 2-3). Georgia: Fairmont Press. ISBN: 0-88173-440-3.
- Carlisle, A. e Sharp, N. (2001). Exercise and outdoor ambient air pollution. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 214-222. Obtido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724353/pdf/v035p00214.pdf>
- Carrer., P. & Fanetti, C, A., Forastiere, F., Holcatova, I., Molhave, L., Sundell, J., Viegi, G., Simoni, M. (2008). *Deliverable 1.1 - WP1 Technical Report: Health Effects*. Project no. SSPE-CT-2004-502671.
- CCOHS. (2004). *Indoor Air Quality - Health and Safety Guide, 2nd Edition*. Ontario: Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Obtido de <http://conforlab.com.br/legislacao/centrocanadense.pdf>
- Chan W., Lee S., Mak B., Wong K., Chan C., Zheng C., Guo X. (2009). "Indoor air quality in new hotels' guest rooms of the major world factory region". *International Journal of Hospitality Management*, Volume 28, Issue 1, ISSN 0278-4319, 26-32. doi:10.1016/j.ijhm.2008.03.004
- Chen, Q. (2009). Ventilation performance prediction for buildings: A method overview and recent applications. *Building and Environment* 44, 848-858.
- Cheremisinoff, N, P. (2002). *Handbook of Air Pollution Prevention and Control*. Obtido de http://nigc.ir/portal/Images/Images_Training/files/files/chemist%20book/chemical%20listed/Air_Pollution_Prevention_Control_Handbook.pdf
- Coentro, C, R, S. (2015). *Qualidade do Ar Interior em habitações: Fontes emissoras de poluentes*. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Comissão Europeia. (2017). *Dieta e Exercício Físico*. Obtido de https://ec.europa.eu/health/nutrition_physical_activity/policy_hr?2nd-language=pt
- Comissões de Planeamento Regional. (2017). *O Ar e os Poluentes Atmosféricos*. Obtido de <http://www.ccdr-lvt.pt/pt/o-ar-e-os-poluente-atmosfericos/8082.htm>

- Conselho Nacional do Desporto. (2008). *Ginásios - Diploma relativo à construção, instalação e funcionamento. Presidência do Conselho de Ministros, Secretaria de Estado da Juventude e do Desporto*. Obtido de <http://www.cd.ubi.pt/artigos/Gin%C3%A1sios.pdf>
- Costa, P, M, C. (2011). *Estudo da Qualidade do Ar Interior num edifício departamental da UC. Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Crump, D. (2011). Nature and Sources of Indoor Chemical Contaminants. In Encyclopedia of Occupational Health and Safety. *Genebra: International Labor Organization*. Obtido de <http://www.iloencyclopaedia.org/component/k2/78-44-indoor-air-quality/nature-and-sources-of-indoor-chemical-contaminants>
- Dacarro, C., Picco, A, M., Grisoli, P., Rodolfi, M. (2003). Determination of aerial microbiological contamination in scholastic sports environments. *Journal of Applied Microbiology*, 95, 904-912. Obtido de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2672.2003.02044.x/full>
- Dales, R., Liu, L., Wheeler, A. J., Gilbert, N. L. (2008). Quality of indoor residential air and health. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal* 179, 147-152.
- Dashofer, V. (2001). Higiene, Segurança, Saúde e Prevenção de Acidentes de Trabalho. Unidade 8, Capítulo 6.
- Decreto-Lei n.º 194/2015 de 14 de Setembro. Diário da República n.º 179/2015 – I Série, Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 2015..
- Decreto-Lei n.º 251/2015 de 25 de Novembro. Diário da República n.º 231/2015 – I Série, Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 2015..
- Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto. Diário da República n.º 159/2013 – I Série, Lisboa: Ministério da Economia e do Emprego, 2013.
- Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de Abril. Diário da República n.º 84/2015 – I Série, Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 2015..
- Diapouli, E., Chaloulakou, A. e Spyrellis, N. (2008). Indoor and outdoor PM concentrations at a residential environment, in the Athens area. *Global NEST Journal*, 10 (2), 201-208.
- EEA. (2013). Indoor air quality. *European Environment Agency*. Obtido de <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2013/articles/indoor-air-quality>
- EPA. (2011). *An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ) - Volatile Organic Compounds (VOCs)*. Obtido de United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality>
- EPA. (2012). *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)*. Obtido de Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>

- Esteves, H, M. . (2012). *Avaliação da Qualidade do ar interior e do conforto térmico do departamento de Imagiologia do Hospital Distrital de Santarém. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente*. Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.
- Etheridge, D. (2012). *Natural Ventilation of Buildings: Theory, Measurement and Design, First Edition. Chapter 1: Introduction and Overview of Natural Ventilation Design*. ISBN: 978-0-470-66035-5. John Wiley & Sons Ltd. Obtido de [http://ebooks.narotama.ac.id/files/Natural%20Ventilation%20of%20Buildings%20\(Theory,%20Measurement%20and%20Design\)/Chapter%201%20%20Introduction%20and%20Overview%20of%20Natural%20Ventilation%20Design.pdf](http://ebooks.narotama.ac.id/files/Natural%20Ventilation%20of%20Buildings%20(Theory,%20Measurement%20and%20Design)/Chapter%201%20%20Introduction%20and%20Overview%20of%20Natural%20Ventilation%20Design.pdf)
- Fang, L., Wyon, D, P., Clausen, G., Fanger, P, O. (2004). Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance. *Indoor Air*, 14 suppl 7, 74-81.
- Fernandes, S. (2015). *Sistema de Monitorização e de Controlo de Qualidade do Ar Interior: Construção, Validação e Aplicação. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental*.
- Ferreira, C, M, A., Cardoso, M, S. (2013). Estudo Exploratório da Qualidade do Ar em Escolas de Educação Básica. *Revista de Saúde Pública*, 47 (6), 1059-1068. doi:10.1590/S0034-8910.2013047004810
- Ferreira, C., & Carvalho, P. (2010). *Verificação do RSECE - QAI: ponto de ordem. Indústria e Ambiente*, n.º 64, pp. 4-5.
- Ferreira, P, A. . (2006). *Sistemas de Ventilação Híbridos em Edifícios - análise energética resultante da implementação de sistemas de ventilação inovativos. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Mecânica* . Universidade do Porto,.
- Ferreira, S, M, J. (2010). *Could the Portuguese Energy Certification of Buildings lead to sustainability? Residential application case (RCCTE)*. . Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.
- Ferro, A., Kopperud, R. e Hildemann, L. (2004). Source Strengths for Indoor Human Activities that Resuspend Particulate Matter. *Environmental Science & Technology*, 38, 1759-1764. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/8626545_Source_Strengths_for_Indoor_Human_Activities_that_Resuspend_Part particulate_Matter
- Filho, F, B, D., Júnior, S, A, J. (2009). Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, Vol. 18, n. 1. 115-146. doi: 10.11606/issn.2237-4485.lev.2014.132346
- Filipe, K, C. (2001). Os edifícios e a saúde humana : breves notas sobre alguns problemas de saúde relacionados com edifícios. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 19 (1), 29-40.
- Folinsbee, L. (1992). Human Health Effects of Air Pollution. *Environmental Health Perspectives*, 100, 45-56. Obtido de <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/100/ehp.9310045.pdf>

- Fordham, M. (2000). Natural ventilation. *Renewable Energy* 19, 17-37.
- Frontczak, M., Schiavon, S., Goins, J., Arens, E., Zhang, H., Wargocki, P. (2012). Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design. *Indoor Air* 22, 119-131.
- Gemenetzi, P., Moussas, P., Arditoglou, A., Samara, C. (2006). "Mass concentration and elemental composition of indoor PM_{2.5} and PM₁₀ in University rooms in Thessaloniki, northern Greece". *Atmospheric Environment, Volume 40, Issue 17, ISSN 1352-2310*, 3195-3206.
- Geocities. (s.d). *Noções de Ventilação Industrial*. Obtido de Ventilação natural: http://www.geocities.ws/Athens/Troy/8084/Vent_nat.html
- Gomes, P, F, J. (2002). Contaminação do ar interior por bioaerossóis. *REV PORT PNEUMOL, Vol. VIII N.º 6*, 689-694. Obtido de https://ac.els-cdn.com/S087321591530800X/1-s2.0-S087321591530800X-main.pdf?_tid=b3ffbb16-ec3b-11e7-89de-00000aab0f01&acdnat=1514512862_f035c8f00b3e2108214d5c6f919c9558
- Gomes, R. (2010). *Estudo e Concepção de Sistemas de Ventilação Natural em Edifícios de Habitação. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade da Madeira.*
- Heiselberg, P. (2000). Design Principles for Natural and Hybrid Ventilation. *International Conference on Healthy Buildings, Helsinki, Finland. Vol. 2, pp. 35- 46. ISBN 952-5236-06-4.* Obtido de http://vbn.aau.dk/files/197438185/Design_Principles_for_Natural_and_Hybrid_Ventilation.pdf
- Herberger, S., Herold, M., Ulmer, H., Burdack-Freitag, A., Mayer, F. (2010). Detection of human effluents by a MOS gas sensor in correlation to VOC quantification by GC/MS. *Building and Environment*. 45, 2430-2439.
- Hodgson, T, A., Beal, D. (2002). Sources of Formaldehyde, Other Aldehydes and Terpenes in a New Manufactured House. 1-15. Obtido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.486.1409&rep=rep1&type=pdf>
- Hoskins, J. (2003). Health Effects due to Indoor Air Pollution. *Indoor and Built Environment, vol. 12, pp. 427-433.*
- Hussain, M., Madl, P. e Khan, A. (2011). Lung deposition predictions of airborne particles and the emergence of contemporary diseases - Part I. *the Health*, 2 (2), 51-59.
- IARC. (2000). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Some Industrial Chemicals and Dyestuff. - Vol.77. Lion: International Agency for Research on Cancer. France.*
- IARC. (2006). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (Vol. 88).* Lion: International Agency for Research on Cancer. Obtido de <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/mono88.pdf>
- IARC. (2013). "The carcinogenicity of outdoor air pollution", *Lancet Oncol.*, doi:10.1016/S1470-2045(13)70487.

- Jacobs D., Kelly T. & Sobolewski J. (2007). Linking public health, housing, and indoor environment policy: successes and challenges at local and federal agencies in the United States. *Environmental Health Perspectives*, vol. 115, 976-982. Obtido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1892139/pdf/ehp0115-000976.pdf>
- Jantunen, M., Fernandes, E., Carrer, P. & Kephelopoulos, S. (2011). Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ). *European Commission Directorate General for Health and Consumers*, Luxembourg.
- Jardim, D., Diegues, P., Santiago, A., Matias, M., Reis, V., Matos, J., Anacleto, T., Cano, M., Nogueira, A., Capucho, M., Gomes, P., Francisco, S. (2015). *Metodologia de avaliação da qualidade do ar no interior de edifícios de comércio e serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de dezembro*. Agência Portuguesa do Ambiente em parceria com a Direção-Geral da Saúde.
- Jarvis, B. B., Miller, D. J. (2005). Mycotoxins as harmful indoor air contaminants. doi:10.1007/s00253-004-1753-9
- Jesus, L., Andrade, I., Pocinho, M., & Girão, A. (2013). Exposição Ocupacional ao Formaldeído, COV e Partículas: Impacto na Saúde Humana. *Intenções*, n.º 22, 77-93.
- Kao, L. e Nañagas, K. (2005). Carbon monoxide poisoning. *Medical Clinics of North America*, 89, 1161-1194. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mcna.2005.06.007>
- Khan, N., Su, Y., Riffat, S. B. (2008). A review on wind driven ventilation techniques. *Energy and Buildings* 40, 1586-1604.
- Kosonen, R., Ahola, M., Villberg, K., Takki, T. (2011). *Sick Building Syndrome. Chapter 4 - Perceived IEQ Conditions: Why the Actual Percentage of Dissatisfied Persons is Higher than Standards Indicate?* Berlin: Springer - Verlag. doi:10.1007/978-3-642-17919-8
- Larsen, T. S., Heiselberg, P. (2008). Single-sided natural ventilation driven by wind pressure and temperature difference. *Energy and Buildings* 40, 1031-1040.
- Lee, T., Grinshpun, S. A., Martuzevicius, D., Adhikari, A., Crawford, C. M., Luo, J., Reponen, T. (2006). Relationship between indoor and outdoor bio-aerosols collected with a button inhalable aerosol sample in urban homes. *Indoor Air*. 16(1), 37-47. doi:<https://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1600-0668.2005.00396.x>
- Li, Y., Delsante, A. (2001). Natural ventilation induced by combined wind and thermal forces. *Building and Environment* 36, 59-71.
- Liping, W., Hien, W. N. (2007). The impacts of ventilation strategies and facade on indoor thermal environment for naturally ventilated residential buildings in Singapore. *Building and Environment* 42, 4006-4015.
- Loureiro, P. J. A. (2015). *Qualidade do Ar Interior em Lares de Idosos e a Exposição Ocupacional aos Poluentes Atmosféricos. Dissertação de Mestrado em Segurança e Saúde do Trabalho*. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra.

- Lourenço, G. N. (2011). *Qualidade do Ar Interior num Estabelecimento de Ensino Superior. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Louro, N, D, M. (2013). *Exposição Ocupacional a Compostos Orgânicos Voláteis e a Matéria Particulada na limpeza automóvel em parques de estacionamento. Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho*. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. Instituto Politécnico de Lisboa. .
- Lu, W., Wei, W. e Feng, X. (2011). Test and Analysis on the Indoor Air Quality of Gymnasium in the University. International Conference on Human Health and Biomedical Engineering, (807 - 810). Jilin, China.
- Madureira, J., Paciência, L., Ramos, E., Barros, H., Pereira, C., Teixeira, J.P., Fernandes, E, D, O. (2015). Children's Health and Indoor Air Quality in Primary Schools and Homes in Portugal—Study Design. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 78, 915-930.
- Manzey, D., Lorenz, B. (1998). Joint NASA-ESA-DARA Study. Part three: effects of chronically elevated CO₂ on mental performance during 26 days of confinement". *Aviat Space Environ Med*; 69, 506-514.
- Marques, D, R, L. (2013). *Qualidade do Ar Interior em instalações desportivas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente: Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.
- Martínez, F, J, R., Callejo, R, C. (2006). *Edifícios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores*. Junta de Castilla y León. Obtido de <https://edificioseguro.files.wordpress.com/2015/03/edificios-saludables-para-trabajadores-sanos-vol-1.pdf>
- Martins, S, D, S. (2008). *Caracterização de Fumo Inalável de Cigarro. Quanto a Alguns Compostos Orgânicos Voláteis e Muito Voláteis* . Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Massa, A, C. (2010). *Auditoria à Qualidade do Ar Interior nos edifícios da Universidade do Minho em Azurém. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil*. . Guimarães: Universidade do Minho.
- Matias, N, A, A, N. (2011). *Condições Ambientais de Piscinas Interiores. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica na Especialidade de Energia e Ambiente*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Matos, J., Brantes, J., Cunha, A, M, A. (2010). "Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um Guia Técnico". Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente.
- Matos, J., Brantes, J., Cunha, A, M, A. (2010). *Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um Guia Técnico*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente.
- MDPH . (2005). *Appendix A – Carbon Dioxide and its Use in Evaluating Adequacy of Ventilation in Buildings. Massachusetts Bureau of Environmental Health Assessment, Department of Public Health*. Obtido de <https://www.westminsterma.gov/sites/westminsterma/files/uploads/iaq2005.pdf>

- Mendell, M., Fisk, W. J., Petersen, M., Hines, C. J., Dong, M., Faulkner, D., Deddens, J. A., Ruder, A. M., Sullivan, D., Boeniger, M. F. (2002). Indoor particles and symptoms among office workers: results from a double-blind cross-over study. *Epidemiology*, 13(3), 296 - 304.
- Mendell, M., Heath, G.A. (2005). "Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature". *Indoor Air – International Journal of Indoor Air Quality and Climate* 15 (1), 27–52.
- Milica, G., Bobić, J. (2009). Sick building syndrome. Do we live and work in unhealthy environment? *Periodicum biologorum*, Vol. 111, No.1, pp. 79–84.
- Minister of Health. (2003). *Indoor Air Quality - Tools for Schools Action Kit for Canadian*. Canadá. Obtido de http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/air/tools_school-outils_ecoles/tools_school-outils_ecoles-eng.pdf
- Monteiro, F., Ferreira, A., Moreira, F. (2017). Qualidade do Ar Interior em Ginásios - Estudo de caso em Coimbra. *Millenium*, 2(2), 111-120.
- Mumovic, D., Palmer, J., Davies, M., Orme, M., Ridley, I., Oreszczyn, T., Judd, C., Critchlow, R., Medina, H.A., Pilmoor, G., Pearson, C., Way, P. (July de 2009). "Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England". *Building and Environment*, Volume 44, Issue 7, ISSN 0360-1323., 1466-1477.
- Nazaroff, W. W. (2012). ISIAQ and the Academy of Fellows. *Indoor Air*, 22 (2), 353-355. doi:10.1111/j.1600-0668.2012.00798.x
- Neto, N, F, M. (2015). *Qualidade do ar interior e os requisitos de ar novo numa unidade hospitalar: O caso do Hospital Escola Fernando Pessoa. Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Ambiental*. Porto: Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa.
- NT-SCE-02. (2009). *Metodologia para auditorias periódicas de QAI em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE*. Lisboa: Sistema Nacional de Certificação Energética da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios.
- OCDE. (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. Organisation for economic co-operation and development, pp. 25. Obtido de <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49846090.pdf>
- OFEFP - Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. (2005). Poussières fines: un fleau. 1-16. Obtido de http://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/air/Documents/Fleau_doc_Cerclair.pdf
- Oliveira, C, R, A. (2014). *Enforce - Engenharia da Energia SA*. Obtido de http://www.enforce.pt/files/Esclarecimento_QAI_Legionella.pdf
- Oliveira, C. (2007). As Doenças dos edifícios. *Revista Formar* n.º 61, 6-8.

- Oravisjärvi, K., Pietikäinen, M., Ruuskanen, J., Rautio, A., Voutilainen, A. e Keiski, R. (2011). Effects of physical activity on the deposition of traffic-related particles into the human lungs in silico. *Science of the Total Environment*, 409, 4511-4518. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/51599699_Effects_of_physical_activity_on_the_deposition_of_traffic_related_particles_into_the_human_lungs_in_silico
- Park, J.J., O'Brien, L., Roe, J., Thompson, W.C., Mitchell, R. (2011). The natural outdoors and health: Assessing the value and potential contribution of secondary public data sets in the UK to current and future Knowledge. *Health and Place*, 17, S260-279.
- Pedroso, C, L, S, J, M. (2009). *Exposição Ocupacional em Piscinas Cobertas do tipo I e II. Dissertação apresentada para a obtenção de grau de Mestre em Saúde*. Universidade do Porto: Faculdade de Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar.
- Peixoto, M, F, C. (2014). *Avaliação da Qualidade do Ar Interior de Ginásios. Tese para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Química – Tecnologias de Proteção Ambiental*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Peliano, P, C, R. (2016). *Qualidade do Ar Interior. Projeto de Investigação para a obtenção do Grau de Licenciatura em Análises Clínicas e Saúde Pública*. Lisboa: Escola Superior de Saúde da Universidade Atlântica.
- Persily, A. (1997). Evaluating building IAQ and ventilation with indoor carbon dioxide. *ASHRAE Transactions*, 103 (2).
- Portaria n.º 353-A/2013 de 4 de Dezembro. Diário da República n.º 235 – I Série, s. I.: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social, 2013.
- Quadros, M. E. (2008). *Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares: Parâmetros Físico-químicos e Microbiológicos. Tese de Mestrado em Engenharia Ambiental*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Obtido de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/91068/251940.pdf?sequence=1>
- Racinais, S., Mohr, M., Buchheit, M., Voss, S, C., Gaoua, N., Grantham, J., Nybo, L. (2012). Individual responses to short-term heat acclimatisation as predictors of football performance in a hot, dry environment. *Br. J. Sports Med.*, doi:10.1136/bjsports-2012-091227.
- Ramos, C, M, A, A, C. (2013). *Qualidade do Ar Interior em ginásios. Exposição a poluentes do ar interior durante a atividade física. Dissertação elaborada com vista à obtenção do grau de Mestre em Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança*. Lisboa: Instituto Superior de Educação e Ciências.
- Rodkey, F., O'Neal, J., Collison, H. (1963). Oxygen and Carbon Monoxide Equilibria of Human Adult Hemoglobin at Atmospheric and Elevated Pressure. *Blood*, 33, 57-65. Obtido de <https://pdfs.semanticscholar.org/b06d/553d4bcabae49aae63a2819496403d389b35.pdf>

- Rudnick, S. N., Milton, D, K. (2003). "Risk of indoor airborne infection transmission estimated from carbon dioxide concentration". *Indoor Air*: 13, ISSN 0905-6947; 237–245.
- Saari, A., Tissari, T., Valkama, E., Seppanen, O. (2006). "The effect of a redesigned floor plan, occupant density and the quality of indoor climate on the cost of space, productivity and sick leave in an office building-A case study". *Building and Environment*, Volume 41, Issue 12, 1961-1972, ISSN 0360-1323.
- Safari, M. J., Khajevandi, A. A., Mousavi Najarkola, S. A., Yekaninejad, M. S., Pourhoseingholi, M. A., Omid, L., & Kalantary, S. (2015). Association of Sick Building Syndrome with Indoor Air Parameters. *Tanaffos*, 14(1), 55–62.
- Sanguessuga, G, S, M. (2012). *Síndrome dos Edifícios Doentes. Estudo da qualidade do ar interior e despiste da eventual existência de SED entre a população do edifício "E" de um estabelecimento de ensino superior. Projeto apresentado do Mestrado em Segurança e Higiene do trabalho*. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa.
- Santos, C, J. (2010). *Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Jardins-de-Infância. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Obtido de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58949/1/000144993.pdf>
- Sarigiannis, D. A., Karakitsios, S. P., Gotti, A., Liakos, L. L., Katsoyiannis, A. (2011). "Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environments and associated health risk". *Environment International*, Volume 37, Issue 4, May 11, 743-765, ISSN 0160-4120.
- Schirmer, W, N., Pian, L, B., Szymanski, M,S,E., Gauer, M, A. (2011). A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 16, núm. 8, 3583-3590. Obtido de <http://www.redalyc.org/pdf/630/63019108026.pdf>
- Schossler, I. S., Santana, E. R. R. & Spinelli, R. . (2015). *Avaliação de qualidade do ar interior em relação às características de ventilação das edificações*. *Revista Destaques Académicos*, 7(4), 230–243.
- Sharman, J., Cockcroft, J. e Coombes, J. (October de 2004). Cardiovascular implications of exposure to traffic air pollution during exercise. *QJM: An International Journal of Medicine*, Volume 97, Issue 10, 637–643. doi:<https://doi.org/10.1093/qjmed/hch104>
- Silva S., Silva P., Almeida S.M. & Bragança L. (2012). Indoor air quality Analysis of Portuguese Residential buildings. *Congresso Internacional de Saúde Ambiental*. (pp. 205-211). Guimarães, Portugal: Universidade do Minho.
- Silva, M, S. (2009). *A Sustentabilidade e o Conforto das Construções. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil*. Universidade do Minho. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10245>
- Silva, S, E, A. (2017). *Síndrome do Edifício Doente. Trabalho Final do Mestrado Integrado em Medicina*. Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

- Simonson, C. (2005). Energy consumption and ventilation performance of a naturally ventilated ecological house in a cold climate. *Energy and Buildings* 37, 23-35.
- Sundell, J. (2004). On the history of indoor air quality and health. *Indoor International Center for Indoor Environment and Energy, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark Airr, vol. 14 (2)*, 51-58.
- Sundell, J., Levin, H., Nazaroff, W., Cain, W., Fisk, W.J., Grimsrud, D.T. (2011). Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air, USA*, 191-204.
- Viegas, C., Viegas, S., Gomes, A., Taubel, M., Sabino, R. (2017). *Exposure to Microbiological Agents in Indoor and Occupational Environments - Part I*. Springer International. doi:10.1007/978-3-319-61688-9
- Wallner, P., Munoz, U., Tappler, P., Wanka, A., Kundi, M., Shelton, J., Hutter, H, P. (2015). Indoor Environmental Quality in Mechanically Ventilated, Energy-Efficient Buildings vs. Conventional Buildings. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12, 14132.
- Wang, L, K., Pereira, N,C., Hung, Y,T. (2005). *Advanced Air and Noise Pollution Control. HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING*. (Vol. 2). Totowa, New Jersey: Humana Press Inc. Obtido de <http://www.shahrvan.org/wp-content/uploads/2016/12/Advanced-Air-and-Noise-Pollution-Control-.pdf>
- Wang, S., Ang, H. M. e Tade, M. O. (2007). Volatic organic compounds in indoor environment and photocatalytic oxidation: State of the art. *Environment Internacional* . 33, 694-705.
- Ward, J, T., Palmer, P, C., Hooper, K., Bergauff, M., Noonan, W, C. (2013). “The impact of a community–wide woodstove changeout intervention on air quality within two schools”, *Atmospheric Pollution Research* 4 (2013) 238-244, doi: 10.5094/APR.2013.025.
- Wargocki, P., Seppänen, O., Andersson, J., Boerstra, A., Clements-Croome, D., Fitzner, K., Hanssen, S. O. (2006). “Indoor Climate and Productivity in Offices How to integrate productivity in life-cycle cost analysis of building services”. *Federation of European Heating and Air-conditioning Associations Guidebook no 6.*, ISBN 2–9600468–5–4, 72.
- Weichenthal, S., Kulka, R., Dubeau, A., Martin, C., Wang, D., Dales, R. (2011). Traffic-Related Air Pollution and Acute Changes in Heart Rate Variability and Respiratory Function in Urban Cyclists. *Environmental Health Perspectives*, 119 (10), 1373 - 1378. doi:<https://dx.doi.org/10.1289%2Fehp.119-a443a>
- WHO. (2009). WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. *WHO Regional Office for Europe*. Obtido de http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf?ua=1
- WHO. (2010). Guidelines for indoor air quality: selected pollutants. *World Health Organization, Copenhagen, Denmark*.
- Wolkoff, P. & Nielsen, G, D. (2010). Non-cancer effects of formaldehyde and relevance for setting an indoor air guideline. *Environment International*, 36, 788–799.

- Wolkoff, P. e Nielsen, G, D. (2010). Non-cancer effects of formaldehyde and relevance for setting an indoor air guideline. *Environment International*, 36, 788–799. Obtido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412010001133?via%3Dihub>
- Wong, L, T., Mui, K, W., Hui, P, S. (2008). A multivariate-logistic model of acceptance for indoor environment quality (IEQ) in offices. *Building and Environment*. 43: 1-6.
- Wong, N, H., Feriadi, H., Lim, P, Y., Tham, K, W., Sekhar, C., Cheong, K,W. (2002). Thermal comfort evaluation of naturally ventilated public housing in Singapore. *Building and Environment* 37, 1267-1277.
- Wong, T, L., Mui, W, K., Shi, L, K., Hui, S, P. (2008). An energy impact assessment of indoor air quality acceptance for air-conditioned offices. *Energy Conversion and Management*, 49, 2815-2819. Obtido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890408001167>
- Zhou, Y., e Levy, J. (2008). The impact of urban street canyons on population exposure to traffic-related primary pollutants. *Atmospheric Environment*, 42, 3087-3098.

ANEXOS

Anexo I: Questionário – Funcionários



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM GINÁSIOS E A EXPOSIÇÃO HUMANA A POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Questionário dos Funcionários

Este questionário destina-se a recolher informações sobre o ambiente interior do seu local de trabalho e os possíveis sintomas que possam estar a afetá-lo.
A informação recolhida destina-se exclusivamente a ser trabalhada no âmbito de um Projeto de Investigação do Mestrado em Segurança e Saúde do Trabalho lecionado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra. Todos os dados são confidenciais e o preenchimento é anónimo.
MUITO OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO!

Parte I: Dados Individuais

1. Idade: _____
2. Sexo: a) Masculino
b) Feminino
3. Fuma: a) Sim
b) Não
4. Qual é a sua função na instituição? _____
5. Há quanto tempo iniciou a sua atividade nesta instituição? _____
6. Quantas horas semanais faz na instituição? _____
7. Caso seja Instrutor, que sala(s) efetua a sua atividade?
 - a) Sala de Musculação e Cardiofitness
 - b) Sala de aulas de grupoQue modalidade(s)? _____
 - c) Piscina

Parte II: Condições ambientais

8. Foi afetado nos últimos meses por algum destes fatores ambientais no seu local de trabalho?
 - a) Temperatura ambiental demasiada elevada
 - b) Temperatura ambiental demasiada baixa
 - c) Humidade do ar excessiva
 - d) Variações da temperatura ambiental
 - e) Ar sufocado e desagradável
 - f) Correntes de ar
 - g) Odores desagradáveis

- h) Ruído
- i) Iluminação insuficiente
- j) Sujidade

Parte III: Condição de Saúde

9. Têm asma ou algum tipo de alergia: a) Sim
b) Não
10. Nos últimos meses apresentou algum destes sintomas, estando convicto que são devidos ao ambiente de trabalho?
- a) Asma
 - b) Bronquite Crónica
 - c) Pieira/Assobios (Silvos no Peito)
 - d) Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe)
 - f) Rinite Alérgica
 - g) Dores de cabeça
 - h) Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos
 - i) Irritação, prurido, secura da pele
 - j) Tonturas
 - k) Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)
 - l) Dificuldades respiratórias
 - l) Outro(s) relevante(s). Quais? _____
11. Os sintomas tendem a agravar-se em alguma estação do ano?
- a) Sim Qual? _____
 - b) Não
12. Quando vai para o exterior da instituição deixa de ter os sintomas?
- a) Sim
 - b) Não

Anexo II: Questionário – Utilizadores



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM GINÁSIOS E A EXPOSIÇÃO HUMANA A POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Questionário dos Utilizadores

Este questionário destina-se a recolher informações sobre o ambiente interior do ginásio que utiliza para a sua prática desportiva e possíveis sintomas que possam estar a afetá-lo. A informação recolhida destina-se exclusivamente a ser trabalhada no âmbito de um Projeto de Investigação do Mestrado em Segurança e Saúde do Trabalho lecionado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra. Todos os dados são confidenciais e o preenchimento é anónimo. **MUITO OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO!**

Parte I: Dados Individuais

1. Idade: _____
2. Sexo: a) Masculino
b) Feminino
3. Fuma: a) Sim
b) Não
4. Frequência de utilização: **Utilização esporádica**
(1 x por semana)
Utilização regular
(2 x por semana)
Utilização intensa
(3 x ou mais por semana)
5. Há quanto tempo frequenta o ginásio? _____
6. Que modalidades pratica? _____

Parte II: Condição de Saúde

7. Têm asma ou algum tipo de alergia: a) Sim
b) Não
8. Nos últimos meses foi afetado por algum destes fatores enquanto permaneceu na sala de musculação?
- a) Temperatura ambiental demasiada elevada
b) Temperatura ambiental demasiada baixa
c) Humidade do ar excessiva
d) Odores desagradáveis
9. Nos últimos meses apresentou algum destes sintomas por frequentar o ginásio?
- a) Asma
b) Bronquite Crónica
c) Pieira/Assobios (Silvos no Peito)
d) Crise de Espirros, corrimento nasal ou nariz entupido (quando não está constipado ou com gripe)
f) Alergias (Rinite)
g) Dores de cabeça
h) Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos
i) Irritação, prurido, secura da pele
j) Tonturas
k) Problemas digestivos (vómitos, diarreias, dores abdominais)
l) Dificuldades respiratórias
l) Outro(s) relevante(s). Quais? _____
10. Os sintomas tendem a agravar-se em alguma estação do ano?
- a) Sim Qual? _____
b) Não
11. Quando vai para o exterior do ginásio deixa de ter os sintomas?
- a) Sim
b) Não

Anexo III: Fotografias de cada ginásio em estudo



Figura 7: Fotografias do Ginásio A

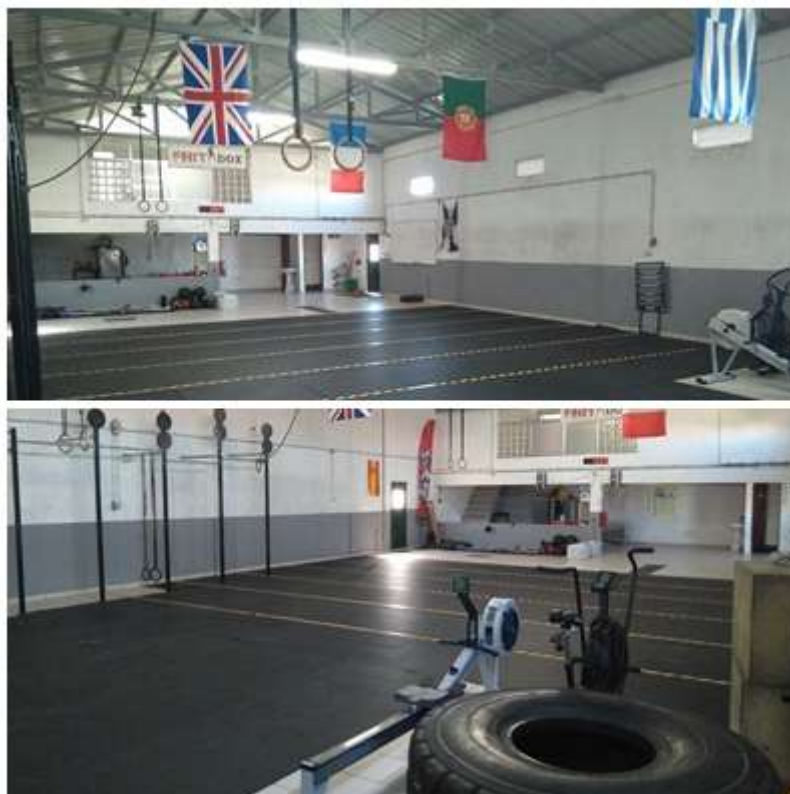


Figura 8: Fotografias do anexo do Ginásio A



Figura 9: Fotografias do Ginásio B



Figura 10: Fotografias do Ginásio C



Figura 11: Fotografias do Ginásio D



Figura 12: Fotografias do Ginásio E



Figura 13: Imediações de cada ginásio

Anexo IV: Tráfego Rodoviário

A contagem do tráfego nas imediações do Ginásio A, foi realizada nos dias posteriormente referenciados, sendo que a avaliação foi feita num período em que se considerou de maior volume de tráfego rodoviário. A contagem é apresentada na tabela seguinte.

Ginásio A				
Período de Referência		Número de veículos		
Dia	Horas	Ligeiros	Bus	Motociclos
14/11/2017	18:00-18:15	21	0	1
17/11/2017	18:00-18:15	18	0	0
20/11/2017	18:00-18:15	15	0	0
23/11/2017	18:00-18:15	26	0	0
12/12/2017	18:00-18:15	24	1	1
15/12/2017	18:00-18:15	12	0	1
20/03/2018	18:00-18:15	25	2	0
27/03/2018	18:00-18:15	17	0	0

Como foi referido anteriormente, o ginásio B, não foi submetido ao estudo de densidade do tráfego, devido à sua localização, nomeadamente por não existir ruas envolventes.

A contagem do tráfego nas imediações do Ginásio C, foi realizada nos dias posteriormente referenciados, sendo que a avaliação foi feita num período em que se considerou de maior volume de tráfego rodoviário. A contagem é apresentada na tabela seguinte.

Ginásio C				
Período de Referência		Número de veículos		
Dia	Horas	Ligeiros	Bus	Motociclos
13/11/2017	18:30-18:45	157	2	1
19/11/2017	18:30-18:45	174	1	2
22/11/2017	18:30-18:45	152	2	3
28/11/2017	18:30-18:45	147	1	2
14/12/2017	18:30-18:45	156	1	1
21/03/2018	18:30-18:45	149	0	0
26/03/2018	18:30-18:45	138	0	0

A contagem do tráfego nas imediações do Ginásio D, foi realizada nos dias posteriormente referenciados, sendo que a avaliação foi feita num período em que se considerou de maior volume de tráfego rodoviário. A contagem é apresentada na tabela seguinte.

Ginásio D				
Período de Referência		Número de veículos		
Dia	Horas	Ligeiros	Bus	Motociclos
21/11/2017	18:00-18:15	85	1	1
24/11/2017	18:00-18:15	88	1	0
04/12/2018	18:00-18:15	89	0	1
06/12/2017	18:00-18:15	84	0	0
11/12/2017	18:00-18:15	77	1	1
13/12/2017	18:00-18:15	81	0	2
05/01/2018	18:00-18:15	91	0	0
22/03/2018	18:00-18:15	93	1	0

A contagem do tráfego nas imediações do Ginásio E, foi realizada nos dias posteriormente referenciados, sendo que a avaliação foi feita num período em que se considerou de maior volume de tráfego rodoviário. A contagem é apresentada na tabela seguinte.

Ginásio E				
Período de Referência		Número de veículos		
Dia	Horas	Ligeiros	Bus	Motociclos
27/11/2017	17:45-18:00	77	1	0
30/11/2017	17:45-18:00	89	0	0
05/12/2017	17:45-18:00	76	1	2
07/12/2017	17:45-18:00	85	1	1
03/01/2018	17:45-18:00	72	1	1
08/01/2018	17:45-18:00	88	0	2
23/03/2018	17:45-18:00	79	1	0