

ANA MARIA DA CONCEIÇÃO FERREIRA

**COVID-19 E CONFINAMENTO: IMPACTE DA QUALIDADE DO AR INTERIOR RESIDENCIAL NA
SAÚDE DOS TRABALHADORES EM TELETRABALHO**

Relatório apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para cumprimento do
programa de pós-doutoramento em Impacto da
Qualidade do Ar na Saúde Humana, sob a supervisão do
Prof. Doutor Nelson Azevedo Barros.

Universidade Fernando Pessoa

Porto 2021

RESUMO

Devido à recente pandemia COVID-19, as pessoas, de uma forma geral, e os portugueses especificamente, têm vindo a passar mais tempo em ambientes fechados, nomeadamente dentro das suas habitações, por forma a cumprirem o isolamento social e a obrigatoriedade do teletrabalho, estando assim, mais expostos a eventuais poluentes do ar interior.

Para além da contaminação atmosférica no exterior dos edifícios, a exposição a poluentes no interior das habitações contribui fundamentalmente para a exposição humana global, podendo condicionar a expressividade e gravidade das doenças respiratórias, cardiovasculares e alérgicas.

A presente investigação teve como principal objetivo avaliar a qualidade do ar interior (QAI) das habitações de trabalhadores de uma Instituição de Ensino Superior (IES) sediada na zona centro do País, que se encontravam em teletrabalho.

Foram estudadas as concentrações no ar interior das habitações (expostos) e nos locais de trabalho habituais (controlo), através da análise dos parâmetros ambientais, dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), formaldeído (CH_2O), partículas de diâmetro equivalente inferior a $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}), partículas de diâmetro equivalente inferior a $5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{5,0}$), partículas de diâmetro equivalente inferior a $2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$), partículas de diâmetro equivalente inferior a $1\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{1,0}$), partículas de diâmetro equivalente inferior a $0,5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{0,5}$), partículas de diâmetro equivalente inferior a $0,3\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{0,3}$) e partículas ultrafinas, avaliando igualmente o conforto térmico, expresso pelas variáveis temperatura do ar (T°), humidade relativa (Hr) e velocidade do ar.

Pretendeu-se, simultaneamente avaliar a prevalência de sinais, sintomas e patologias respiratórias e alérgicas dos trabalhadores que se encontravam em teletrabalho, nas suas habitações. Foi ainda objetivo desta investigação, verificar se existia alguma relação entre a QAI e a qualidade do ar ambiente, pelo que os poluentes a observar no ar interior também foram observados no ar exterior.

O estudo classificou-se de nível II, do tipo observacional e de linha temporal transversal. A amostragem foi não probabilística quanto ao tipo e por conveniência quanto à técnica.

Para a realização deste estudo procedeu-se à avaliação da qualidade do ar em 70 habitações pertencentes a trabalhadores de uma IES, que se encontravam localizadas no centro da cidade, em zonas suburbanas e em zonas rurais, bem como à avaliação da perceção da sua condição de saúde.

A perceção da condição de saúde dos trabalhadores foi obtida pela aplicação de um questionário através do qual se recolheu informação sobre sinais, sintomas e doenças destes.

Para além da avaliação dos poluentes do ar interior nas habitações, aquando do confinamento dos trabalhadores, procedeu-se posteriormente à avaliação da qualidade do ar dos seus locais de trabalho, quando estes regressaram ao trabalho, de forma presencial.

A amostra foi constituída por 70 habitações, por 70 trabalhadores e por 18 locais de trabalho. Os dados recolhidos foram posteriormente tratados com recurso ao *software estatístico SPSS*, versão 27.0. A interpretação dos testes estatísticos foi realizada com base no nível de significância de $p=0,05$, com intervalo de confiança de 95%.

Verificou-se que a maioria das habitações estudadas tinha condições de habitabilidade, embora a concentração de vários poluentes possam sugerir a oportunidade de efetuar intervenções que melhorem a sua qualidade, controlando as fontes poluentes e promovendo uma maior ventilação.

Foi identificado também algumas relações entre a qualidade do ar interior e sinais, sintomas e doenças, nos ocupantes dos edifícios.

Os locais de trabalho revelaram valores elevados e preocupantes de CH_2O , muito provavelmente devido às recentes requalificações e também devido ao novo mobiliário/equipamento que foi adquirido, pelo que é imperioso tomar medidas rápidas de eliminação ou diminuição das concentrações no interior dos edifícios avaliados, para níveis abaixo do valor limiar de proteção legislado.

Estes resultados demonstraram a oportunidade de efetuar intervenções corretivas, nomeadamente reduzindo as fontes emissoras e promovendo uma maior ventilação, principalmente a natural, de forma a que seja reduzida a exposição dos trabalhadores a situações de risco.

Existe um longo caminho a percorrer na minimização dos impactes na saúde resultantes da exposição aos fatores de risco ambientais, designadamente aos agentes químicos. É essencial apoiar o desenvolvimento de investigação aplicada e multidisciplinar, no sentido de se avaliarem as causas, os mecanismos e os efeitos nas várias vertentes do binómio ambiente e saúde. Deve-se também apostar na divulgação dos resultados e conclusões das diversas investigações que se vão fazendo sobre esta temática, no sentido de se promover uma melhor informação.

Finalmente, é fundamental definir orientações de prevenção, controlo e redução dos riscos inerentes, no sentido da salvaguarda da saúde e segurança de todos os trabalhadores.

Palavras-chave: Qualidade do ar; Saúde; Poluentes atmosféricos; Partículas; Teletrabalho; Habitações; COVID-19; Confinamento; Sinais, sintomas e patologias respiratórias.

ABSTRACT

Due to the recent COVID-19 pandemic situation, people, in general, and the Portuguese people specifically, have been spending more time indoors, particularly inside their homes, in order to comply with social isolation and with the obligation of teleworking, thus being more exposed to possible pollutants of indoor air.

In addition to atmospheric contamination outside buildings, exposure to pollutants inside homes contributes essentially to global human exposure, and may condition the extent and severity of respiratory, cardiovascular and allergic diseases.

The main objective of this research was to evaluate the indoor air quality (IAQ) at the homes of the workers of a Portuguese Higher Education Institution (HEI), in the Center Region of the country, working online due to the pandemic situation.

Concentrations in the indoor air housing (exposed) and at the usual workplaces (control) were studied through the analysis of the following environmental parameters: carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO), formaldehyde (CH₂O), particles with an equivalent diameter of less than 10 µm (PM₁₀), particles with an equivalent diameter of less than 5 µm (PM_{5.0}), particles with an equivalent diameter of less than 2.5 µm (PM_{2.5}), particles with an equivalent diameter of less than 1 µm (PM_{1.0}), particles with an equivalent diameter of less than 0.5 µm (PM_{0.5}), particles with an equivalent diameter of less than 0.3 µm (PM_{0.3}), and ultrafine particles, also evaluating the thermal comfort measured by the variables air temperature (T°), relative humidity (Hr) and air velocity.

It was intended, simultaneously, to evaluate the prevalence of respiratory and allergic signs, symptoms and pathologies of workers who were at home working online. It was also a goal of this research to verify if there was any relationship between IAQ and ambient air quality, so pollutants to be observed in indoor air were also observed in the outside air.

We classified the study of level II, observational type, and cross-sectional timeline. The sampling was non-probabilistic regarding the type and convenience regarding the technique.

To carry out this study, the air quality was evaluated in 70 houses of the HEI workers, which were located in the city center, in suburban areas and in rural areas, and it was also assessed the perception of their health condition.

The perception of the worker's health conditions was obtained using the information collected through a questionnaire about signs, symptoms, and diseases.

In addition to the evaluation of indoor air pollutants at worker's houses during confinement, the air quality of their workplaces, when they returned to face-to-face mode was, subsequently, assessed.

The sample comprised 70 houses, 70 workers and 18 workplaces. The data collected were later processed using the statistical software SPSS, version 27.0. The interpretation of statistical tests was performed based on the significance level of $p=0.05$, with a confidence interval of 95%.

It was found that most of the houses studied had habitability, although the concentration of several pollutants may suggest the opportunity to carry out interventions that could improve the quality through the control of pollutant sources and promotion of greater ventilation.

We also identified some relationships between indoor air quality and the signs, symptoms, and diseases of the inhabitants of the buildings.

Workplaces have shown high and worrying CH_2O values, most likely due to recent requalification and, also, due to the new furniture/equipment that was acquired, so it is imperious to take rapid measures inside the evaluated buildings to eliminate or decrease concentrations to levels below the threshold value of protection provided by law.

These results demonstrated the opportunity to carry out corrective interventions, in particular by reducing issuing sources and promoting greater natural ventilation, in order to reduce workers' exposure to risk situations.

There is a long way to go to minimize health impacts from exposure to environmental risk factors, including chemical agents. It is essential to support the development of applied and multidisciplinary research to evaluate the causes, mechanisms, and effects on the several aspects of the environment-health binomial. To promote better information, it is necessary to invest on the dissemination of the results and the conclusions of the several research projects on this topic.

Finally, it is crucial to define guidelines for the prevention, control and reduction of the inherent risks to safeguard the health and safety of all workers.

Keywords: Air quality; Health; Air pollutants; Particles; Telework; Housing; COVID-19; Confinement; Respiratory signs, symptoms, and pathologies.

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

À minha família, amigos e colegas!

À minha estrelinha, onde quer que esteja...

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi mais um desafio académico a que me propus. Não é fácil abraçarmos novos desafios sem termos, a nosso lado, um conjunto de amigos, família e colegas que nos dão coragem e motivação para enfrentarmos os obstáculos e dificuldades com que nos vamos deparando.

Este trabalho de investigação também é de todos eles.

Muito obrigada!

Ao Professor Doutor Nelson Azevedo Barros, pela sua disponibilidade, orientação e apoio na realização deste trabalho, prestando o acompanhamento necessário para a conclusão do estudo.

Ao João Paulo Figueiredo, pela ajuda, disponibilidade, amizade e partilha que sempre manifestou, e que tornaram esta tarefa mais fácil.

Ao Presidente da Instituição de Ensino Superior onde foi realizado este estudo, pela autorização para a recolha de dados.

Aos trabalhadores, por terem respondido de forma pronta à solicitação que lhes foi feita e acima de tudo, por nos terem aberto as portas das suas casas, em plena Pandemia COVID-19.

Ao Jorge Conde, pelo apoio, amizade, incentivo e ensinamento constante ao longo deste trabalho.

Ao Luís Antunes, pelas partilhas, amizade e motivação.

À Sílvia Seco, ao António Loureiro, à Jéssica Lopes, à Susana Paixão e à Lúcia Simões Costa, pela motivação, coragem e apoio durante este difícil percurso, mas acima de tudo, pelas partilhas e amizade.

O meu agradecimento a todos que acreditaram e me ajudaram a acreditar na importância de mais este passo na minha vida académica e profissional.

E, por fim, à minha família:

Pelo apoio e amor incondicional e por serem o meu Porto de abrigo!

ÍNDICE GERAL

| | |
|--|----|
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | 13 |
| ÍNDICE DE QUADROS | 15 |
| LISTA DE ABREVIATURAS | 17 |
| INTRODUÇÃO..... | 19 |
| CAPÍTULO I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO | 23 |
| 1.1. Aspetos gerais da qualidade do ar | 23 |
| 1.2. Qualidade do ar e efeitos na saúde..... | 27 |
| 1.3. Quadro legislativo | 38 |
| CAPÍTULO II – MATERIAL E MÉTODOS..... | 45 |
| 2.1. Objetivos da investigação..... | 45 |
| 2.1.1. Objetivo geral..... | 45 |
| 2.1.2. Objetivos específicos..... | 45 |
| 2.2. Tipo de estudo..... | 46 |
| 2.2.1. Descrição dos instrumentos de recolha de dados | 46 |
| 2.2.2. Levantamento de dados sobre as habitações dos trabalhadores..... | 46 |
| 2.2.3. Levantamento de dados sobre os locais de trabalho dos trabalhadores | 47 |
| 2.2.4. Grelhas de observação e registo – caracterização dos edifícios..... | 47 |
| 2.2.5. Questionário de aplicação aos trabalhadores, relativo à perceção da condição de saúde | 47 |
| 2.2.6. Medição das concentrações dos parâmetros ambientais de qualidade do ar | 48 |
| 2.3. Processamento e análise de dados | 50 |
| 2.4. Aspetos éticos | 50 |
| CAPÍTULO III – RESULTADOS..... | 51 |
| 3.1. Caracterização da amostra..... | 51 |

| | |
|--|----|
| 3.2. Monitorização da qualidade do ar nas habitações e meio envolvente..... | 52 |
| 3.2.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações | 52 |
| 3.2.1.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações, durante os período da manhã e da tarde | 54 |
| 3.2.1.2. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados nas divisões que os trabalhadores usavam para o teletrabalho | 55 |
| 3.2.2. Concentração média dos parâmetros ambientais, avaliados nas divisões que os trabalhadores usavam para o teletrabalho, tendo em consideração os valores de limiar de proteção..... | 57 |
| 3.2.2.1. Concentração média de CO ₂ | 57 |
| 3.2.2.2. Concentração média de CO | 58 |
| 3.2.2.3. Concentração média de CH ₂ O | 59 |
| 3.2.2.4. Concentração média de PM _{2,5} | 59 |
| 3.2.2.5. Concentração média de PM ₁₀ | 60 |
| 3.2.2.6. Apresentação dos valores de temperatura do ar | 61 |
| 3.2.2.7. Apresentação dos valores de humidade relativa | 62 |
| 3.2.3. Concentração média das PM _{0,3} , PM _{0,5} , PM _{1,0} e PM _{5,0} , avaliadas na divisão que os trabalhadores utilizavam para o teletrabalho | 64 |
| 3.2.4. Concentração média das partículas ultrafinas, avaliadas na divisão que os trabalhadores utilizavam para o teletrabalho..... | 64 |
| 3.2.5. Apresentação do número de medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco..... | 65 |
| 3.2.5.1. Apresentação do CO ₂ , CH ₂ O, PM ₁₀ e PM _{2,5} | 65 |
| 3.2.5.2. Relação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e as divisões da habitação usadas para teletrabalho | 66 |
| 3.2.5.3. Relação das medições em que os trabalhadores se encontravam expostos ao risco e a localização das habitações..... | 68 |

| | |
|---|----|
| 3.2.5.4. Relação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e o sistema de aquecimento usado nas habitações..... | 69 |
| 3.2.5.5. Relação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e o tipo de casa..... | 71 |
| 3.2.5.6. Apresentação da temperatura do ar e da humidade relativa | 72 |
| 3.2.5.6.1. Apresentação dos valores da temperatura do ar, por divisão da habitação..... | 73 |
| 3.2.5.6.2. Apresentação dos valores de humidade relativa, por divisão da habitação | 73 |
| 3.2.5.7. Análise da variação dos poluentes atmosféricos em função da temperatura do ar e da humidade relativa, dentro das habitações | 74 |
| 3.2.6. Velocidade do ar | 75 |
| 3.2.7. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações | 75 |
| 3.2.7.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da manhã | 76 |
| 3.2.7.2. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da tarde..... | 77 |
| 3.3. Monitorização da qualidade do ar nos locais de trabalho e meio envolvente | 78 |
| 3.3.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho..... | 78 |
| 3.3.2. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho, durante o período da manhã e da tarde..... | 79 |
| 3.3.3. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, distribuídos pelos diferentes locais de trabalho | 80 |
| 3.3.4. Apresentação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco no local de trabalho | 86 |
| 3.3.4.1. Apresentação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e o funcionamento do ar condicionado | 88 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | |
|---|-----|
| 3.3.5. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior dos locais de trabalho..... | 89 |
| 3.3.6. Velocidade do ar | 90 |
| 3.4. Relação da qualidade do ar interior dos edifícios e a qualidade do ar exterior..... | 90 |
| 3.5. Avaliação da condição de saúde dos trabalhadores | 91 |
| 3.5.1. Avaliação da percepção do estado geral de saúde | 91 |
| 3.5.1.1. Avaliação de sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores..... | 92 |
| 3.5.2. Avaliação da relação entre os poluentes que ultrapassaram os valores de limiar de proteção nas habitações e condição de saúde dos trabalhadores..... | 93 |
| 3.5.2.1. Avaliação da relação entre o CO ₂ e a saúde dos trabalhadores | 93 |
| 3.5.2.2. Avaliação da relação entre o CH ₂ O e a saúde dos trabalhadores..... | 96 |
| 3.5.2.3. Avaliação da relação entre as PM _{2,5} e a saúde dos trabalhadores | 98 |
| 3.5.2.4. Avaliação da relação entre as PM ₁₀ e a saúde dos trabalhadores..... | 101 |
| CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO | 105 |
| CONCLUSÃO..... | 115 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 119 |
| ANEXOS..... | 135 |
| Anexo 1 – Grelha de Observação e Registo das Habitações | |
| Anexo 2 – Questionário de Saúde | |
| Anexo 3 – Grelha de Observação e Registo dos Locais de Trabalho | |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Concentração média de CO ₂ | 58 |
| Gráfico 2 - Concentração média de CO..... | 58 |
| Gráfico 3 - Concentração média de CH ₂ O..... | 59 |
| Gráfico 4 - Concentração média de PM _{2,5} | 60 |
| Gráfico 5 - Concentração média de PM ₁₀ | 60 |
| Gráfico 6 - Valores médios da temperatura do ar | 61 |
| Gráfico 7 - Valores da temperatura do ar, apresentados por intervalos..... | 62 |
| Gráfico 8 - Valores médios de humidade relativa..... | 62 |
| Gráfico 9 - Valores da humidade relativa, apresentados em intervalos..... | 63 |
| Gráfico 10 - Concentração média das PM _{0,3} , PM _{0,5} , PM _{1,0} e PM _{5,0} , avaliadas por divisão da habitação | 64 |
| Gráfico 11 - Concentração média das partículas ultrafinas, por divisão da habitação..... | 65 |
| Gráfico 12 - Perceção do estado geral de saúde dos trabalhadores | 91 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Limiar de proteção de qualidade do ar interior e parâmetros ambientais avaliados | 42 |
| Quadro 2 - Parâmetros avaliados, equipamentos e métodos de monitorização | 49 |
| Quadro 3 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações . | 52 |
| Quadro 4 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações, durante os períodos da manhã e da tarde | 54 |
| Quadro 5 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações, nas divisões em que os trabalhadores usavam para o teletrabalho | 56 |
| Quadro 6 - Apresentação do CO ₂ , CH ₂ O, PM ₁₀ e PM _{2,5} | 65 |
| Quadro 7 - Relação entre os parâmetros que passaram os valores limites e as divisões da habitação | 66 |
| Quadro 8 - Relação entre os parâmetros que ultrapassaram os valores limites e a localização geográfica das residências dos trabalhadores..... | 68 |
| Quadro 9 - Relação entre os parâmetros que ultrapassaram os valores limites e os sistemas de aquecimento usado nas habitações | 69 |
| Quadro 10 – Relação entre os parâmetros que ultrapassaram os valores limites e o tipo de habitação | 71 |
| Quadro 11 - Apresentação dos valores de temperatura do ar e da humidade relativa | 72 |
| Quadro 12 - Apresentação dos valores de temperatura do ar, por divisão da habitação..... | 73 |
| Quadro 13 - Apresentação dos valores da humidade relativa, por divisão da habitação | 74 |
| Quadro 14 - Análise da variação dos poluentes atmosféricos em função da temperatura do ar e da humidade relativa | 74 |
| Quadro 15 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações | 75 |
| Quadro 16 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da manhã..... | 76 |
| Quadro 17 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da tarde | 77 |

| | |
|--|-----|
| Quadro 18 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho..... | 78 |
| Quadro 19 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho, durante os períodos da manhã e da tarde..... | 79 |
| Quadro 20 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, nos Serviços e Departamentos da IES | 81 |
| Quadro 21 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, nos Gabinetes e Secretariados da IES..... | 82 |
| Quadro 22 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, em outros Serviços e Gabinetes da IES | 84 |
| Quadro 23 - Apresentação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco no local de trabalho..... | 87 |
| Quadro 24 - Relação entre a presença e ausência de risco nos locais de trabalho e o funcionamento do ar condicionado | 88 |
| Quadro 25 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior dos locais de trabalho..... | 89 |
| Quadro 26 – Relação da qualidade do ar interior dos edifícios e a qualidade do ar exterior | 90 |
| Quadro 27 - Apresentação dos sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores | 92 |
| Quadro 28 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de CO ₂ | 93 |
| Quadro 29 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de CH ₂ O | 96 |
| Quadro 30 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de PM _{2,5} | 99 |
| Quadro 31 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de PM ₁₀ | 102 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-------------------|---|
| APA | Agência Portuguesa do Ambiente |
| ASHRAE | American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers |
| AVAC | Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado |
| CEN | European Committee for Standardization |
| CH ₂ O | Formaldeído |
| CO | Monóxido de carbono |
| CO ₂ | Dióxido de carbono |
| COV | Compostos orgânicos voláteis |
| DL | Decreto-Lei |
| Hr | Humidade relativa |
| IES | Instituição de Ensino Superior |
| IPCS | International Programme on Chemical Safety |
| ISO | International Organization for Standardization |
| m/s | Metro por segundo |
| m ³ | Metro cúbico |
| mg/m ³ | Miligramma por metro cúbico |
| MT | Margem de Tolerância |
| NH ₃ | Amoníaco |
| nm | Nanómetro |
| NO ₂ | Dióxido de azoto |
| NO _x | Óxidos de Azoto |
| NT | Nota Técnica |
| O ₃ | Ozono |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | |
|-------------------|---|
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| PM | Matéria particulada |
| PM _{0,3} | Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 1µm |
| PM _{0,5} | Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 0,5µm |
| PM _{1,0} | Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 1,0µm |
| PM _{2,5} | Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 2,5µm |
| PM _{5,0} | Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 5µm |
| PM ₁₀ | Partículas de diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 10µm |
| PNAAS | Plano Nacional de Ação Ambiente e Saúde |
| ppm | Partes por milhão |
| PST | Partículas Suspensas Totais |
| QAI | Qualidade do Ar Interior |
| RECS | Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços |
| REH | Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação |
| SCE | Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios |
| SO ₂ | Dióxido de enxofre |
| SPSS | Statistical Package for the Social Sciences |
| T° | Temperatura do ar |
| WHO | World Health Organization |
| µg/m ³ | Micrograma por Metro Cúbico |
| µm | Micrómetro |
| °C | Grau celsius |

INTRODUÇÃO

O atual e crescente modelo de consumo tem efeitos no ambiente que inevitavelmente se refletem na saúde humana. A qualidade do ar tem consequências no nosso bem-estar, influencia o nosso futuro e pode afetá-lo. A QAI é um dos principais riscos ambientais para a saúde pública (Borrego, *et al.*, 2008; Ghaffarianhoseini, *et al.*, 2018; Nunes, 2018).

O nível de poluição do ar interior é muitas vezes superior ao do ar exterior, com concentrações que podem atingir valores duas a cinco vezes, ocasionalmente até cem vezes, mais que as observadas na envolvente dos edifícios. Os níveis de contaminação do ar interior adquirem mais relevância quando se considera que as pessoas passam cerca de 80% a 90% do seu tempo dentro dos edifícios (Klepeis, *et al.*, 2001; Mendell, *et al.*, 2005; Kotzias, *et al.*, 2009; Pegas, *et al.*, 2012; Ferreira, *et al.*, 2013). Com o teletrabalho, devido à pandemia COVID-19, esta permanência nas habitações aumentou e é expectável que essa tendência seja uma realidade num futuro próximo (Rufo & Ribeiro, 2019; Hyungkeun, *et al.*, 2020; OECD, 2020).

A QAI possui extrema importância, tendo em consideração que pode afetar significativamente a saúde dos ocupantes. Se os ocupantes forem expostos a pobre QAI, esta pode afetar o desempenho, conforto e produtividade. As condições existentes nos edifícios que as acolhem podem condicionar a prevalência de sintomas e patologias, respiratórias e alérgicas (Samet, *et al.*, 1993; Samet, *et al.*, 2003; Sundell, 2004; Rufo & Ribeiro, 2019).

Importa realçar que a poluição interior contribuirá para a exposição humana global, que se poderá entender como uma combinação entre a exposição atmosférica local e os microambientes a que cada indivíduo está exposto, quer seja na escola, no local de trabalho, em espaços comerciais e, particularmente, na habitação, dado equivaler a um período de exposição que, em cada dia, pode ser muito apreciável. Para além da influência dos poluentes do ambiente exterior, como variadas fontes emissoras no interior dos edifícios, destaca-se o consumo de tabaco, a queima de combustíveis, os materiais usados na construção, no mobiliário, na decoração e na manutenção dos espaços, produtos usados pelos moradores, entre muitos outros (WHO, 1995; WHO, 2000; Bernstein, *et al.*, 2008; Koistinen, *et al.*, 2008; Stranger, *et al.*, 2008; Sarafraz, Sadani, Teimouri, 2018; Schieweck, *et al.*, 2018).

Muitos estudos referem associações fortes entre contaminação por poluentes em habitações e problemas de saúde, nomeadamente alérgicos, havendo um grande número de fatores ambientais

no interior das habitações, para além dos alergénios, como a humidade e a temperatura do ar, os compostos orgânicos voláteis e as partículas em suspensão que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), têm significativos efeitos prejudiciais para a saúde humana (WHO, 1995; WHO, 2000; Bernstein, *et al.*, 2008; Koistinen, *et al.*, 2008; Kim, *et al.*, 2009; Huang, *et al.*, 2017; Amoatey, *et al.*, 2018; Cao, *et al.*, 2018).

Para se implementarem medidas preventivas e desta forma diminuir os efeitos da exposição aos poluentes, importa analisar os contaminantes a que os trabalhadores em teletrabalho, durante a Pandemia COVID-19, estão expostos, as suas concentrações e a sua correlação com a ocorrência de doenças, sinais e sintomas respiratórios, alérgicos e outros. Existem inúmeros estudos sobre a concentração de poluentes em espaços públicos, nomeadamente em escolas, no entanto, pouco se sabe ao nível das habitações, pelo que é da máxima importância avaliar esta situação, acrescendo ao facto de em Portugal, atualmente estarmos sujeitos a teletrabalho e ao recolher obrigatório durante os anos de 2020 e 2021 (WHO, 2000; Casset, 2008; Dales, *et al.*, 2008; Koistinen, *et al.*, 2008; Guo, *et al.*, 2009; Almeida, *et al.*, 2010).

Assim, porque é conhecida a considerável percentagem de tempo que as pessoas passam em ambientes interiores, e por se saber que nos anos de 2020 e 2021 essa questão foi agravada com a obrigatoriedade do teletrabalho devido à pandemia COVID-19, e ainda que é esperado que as condições existentes nos edifícios que os trabalhadores de uma determinada instituição residem, condicionem a sua saúde, designadamente com a incidência de sinais, sintomas e patologias respiratórias, foi formulada a seguinte questão de partida: qual a relação da qualidade do ar interior em habitações e a exposição humana a poluentes atmosféricos?

Neste sentido, o objetivo deste estudo consistiu em contribuir para a compreensão da qualidade do ar interior em habitações e saúde dos trabalhadores de uma IES, sediada na zona centro do País, que se encontravam em teletrabalho.

Os avanços obtidos com estudos nesta área, não nos podem levar a pensar que o problema da exposição à poluição do ar está resolvido, ou perdeu a atualidade. É verdade que são várias as soluções técnicas de combate à poluição do ar, no entanto persiste a preocupação com a falta de informação, sensibilização e formação da população, particularmente da população trabalhadora, para a adoção de atitudes e comportamentos saudáveis e preventivos, dentro dos edifícios. Este trabalho de Pós-doutoramento está dividido em quatro partes distintas e visa contribuir para o conhecimento da qualidade do ar interior em habitações e da saúde dos trabalhadores que se encontravam em teletrabalho nos anos de 2020 e parte do ano de 2021.

A primeira parte é constituída por uma revisão bibliográfica sobre o tema em avaliação, sendo abordadas as temáticas mais relevantes, relacionadas com o presente estudo. No enquadramento teórico abordaram-se aspetos gerais da qualidade do ar, poluição atmosférica e efeitos na saúde, faz-se referência a diversos estudos sobre qualidade do ar interior em edifícios e por fim, é apresentado o quadro legislativo.

No segundo capítulo deste estudo descreve-se o desenvolvimento do trabalho elaborado, nomeadamente através dos objetivos, tipo de estudo, metodologia e procedimentos realizados, bem como o tratamento estatístico aplicado.

No terceiro e quarto capítulos foram abordados os resultados obtidos no estudo, assim como a discussão dos resultados mais relevantes. Depois destes capítulos apresentam-se as principais conclusões.

CAPÍTULO I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1. Aspetos gerais da qualidade do ar

Na sociedade atual, a proteção do ambiente e da saúde constitui um dos maiores desafios, sendo o modelo de desenvolvimento sustentável adotado como um compromisso para a salvaguarda do ambiente (PNAAS, 2008).

Desde o princípio da civilização humana que as atividades antropogénicas, desenvolvidas para garantir as necessidades das populações e melhorar a sua qualidade de vida induzem consequências diretas ou indiretas no ambiente (Borrego, *et al.*, 2008; Ghaffarianhoseini, *et al.*, 2018).

A poluição do ar constitui, hoje, um dos maiores problemas de saúde pública e da diminuição da qualidade de vida, influenciando a saúde dos seres humanos, de outros animais e das plantas. O desenvolvimento industrial e urbano tem contribuído para um incremento da emissão de poluentes atmosféricos, responsáveis por consequências nefastas na saúde pública e no ambiente. Importantes atividades industriais, o trânsito e a atividade urbana são fontes de emissões atmosféricas de variados poluentes, considerados nocivos para a saúde pública, provocando uma exposição da comunidade a um conjunto de contaminantes físicos, químicos e microbiológicos (Castro, 2003; Coelho, 2005; Coelho, 2006; Nunes, 2018). De acordo com Borrego, *et al.* (2008), o aumento demográfico e a concentração das populações em grandes centros urbanos, concomitantemente com o desenvolvimento tecnológico e o exagerado consumismo, têm vindo a piorar estes efeitos, provocando impactes negativos, por vezes, irreversíveis, fazendo com que o Homem não saia imune destes efeitos prejudiciais da poluição, sendo quer o causador, quer o afetado pela poluição.

A degradação da qualidade do ar ambiente afeta diretamente a saúde humana, ecossistemas, construções e materiais (património nacional), bem como o clima. Alguns dos efeitos nefastos para a saúde das populações, provocados pela poluição atmosférica, são ao nível do aparelho respiratório, nomeadamente, asma, bronquite e ainda o cancro do pulmão. As plantas e os animais podem ser também gravemente atingidos pela poluição do ar durante o seu desenvolvimento, tendo como consequência a queda das folhas e a diminuição da fotossíntese, da respiração e da transpiração (Sá, 2008).

A boa qualidade do ar que respiramos é observada como um requisito básico para a saúde e para o bem-estar humano. Os efeitos são facilmente compreendidos se nos lembrarmos que cada organismo humano precisa, diariamente, de 10 a 20 m³ de ar respirável (WHO, 2000).

Para além da qualidade do ar exterior ser importante, também a QAI tem uma grande relevância, sendo uma das áreas, atualmente mais interessantes do ponto de vista do binómio saúde-ambiente. Uma das razões para essa importância está relacionada com o facto das pessoas passarem cerca de 65% a 90% do seu tempo em ambientes interiores e de a respiração de um ar poluído constituir confirmados efeitos nocivos no bem-estar das pessoas, afetando-lhes a saúde, o conforto e a produtividade (Simões, 2006; Lopes, 2008; Santos, 2008; Heinrich, 2011). Vários estudos têm revelado que uma reduzida QAI pode afetar diretamente a capacidade pessoal para realizar atividades específicas mentais que necessitam de cálculo, concentração, ou memória (Mendell & Heath, 2005; Shaughnessy, *et al.*, 2006).

As concentrações no interior dos edifícios, de poluentes transportados pelo ar podem ser frequentemente mais elevadas do que aquelas encontradas ao ar livre, muitas vezes devido à má ventilação, superlotação e à contribuição de fontes internas dentro do edifício, podendo resultar em diminuição da saúde respiratória e cardiovascular (Escobedo, *et al.*, 2014).

Para além da influência dos poluentes do ambiente exterior, como múltiplas fontes emissoras no interior dos edifícios, salientamos o consumo de tabaco, a queima de combustíveis, os materiais utilizados na construção, no mobiliário, na decoração e na manutenção dos espaços, produtos utilizados pelos moradores, entre muitos outros (WHO, 2000; Bernstein, *et al.*, 2008; Koistinen, *et al.*, 2008; Sarafraz, Sadani & Teimouri, 2018; Schieweck, *et al.*, 2018).

Vários estudos referem que existem associações entre partículas finas e efeitos negativos na saúde humana. Altos níveis de partículas foram associados à exacerbação da asma e distúrbios alérgicos (Popell, *et al.*, 2009; Fann, *et al.*, 2012; Huang, *et al.*, 2017; Amoatey, *et al.*, 2018; Cao, *et al.*, 2018).

Grande parte dos poluentes do ar interior podem alterar os sistemas respiratório e cardiovascular, sendo a sintomatologia associada mais grave, quanto maior for a concentração, a duração da exposição, o estado de saúde e a suscetibilidade dos ocupantes do edifício (Madureira, 2005). Os poluentes atmosféricos afetam a saúde humana e prejudicam a qualidade de vida, para além de originarem incalculáveis danos materiais em estruturas e edifícios (Sá, 2008).

A QAI não advém apenas da não presença de poluentes ou de baixas concentrações dos mesmos, mas também do nível de conforto, ou seja, da humidade relativa, temperatura do ar e ainda da

percepção que cada indivíduo tem da qualidade do ar que respira. A humidade e a temperatura do ar podem influenciar negativamente a qualidade do ar e influenciar a saúde, nomeadamente quando se ultrapassa os parâmetros de conforto geralmente aceites (Fang, *et al.*, 2004; Rupp & Vásquez, 2015; Al Horr, *et al.*, 2016).

O conforto térmico é um conceito variável que resulta de parâmetros individuais, como o vestuário, sexo, idade e metabolismo, e ainda de parâmetros físicos ou ambientais, como a temperatura do ar, velocidade do ar e humidade relativa do ar, mas também, da intensidade luminosa e do nível de ruído. De acordo com o referido na norma *International Organization for Standardization (ISO) 7730*, e segundo a *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)*, conforto térmico é compreendido como “um estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico que envolve uma pessoa (nem quente nem frio)” (ISO, 1994; ASHRAE, 2004).

Durante as últimas décadas, tem havido uma preocupação crescente dentro da comunidade científica sobre os efeitos da qualidade do ar interior na saúde. Mudanças no projeto de construção para melhorar a eficiência energética traduziram-se em casas e escritórios modernos frequentemente mais herméticos do que as estruturas mais antigas. Além disso, os avanços na tecnologia de construção causaram um uso muito maior de materiais de construção sintéticos. Embora essas melhorias tenham levado a construções mais confortáveis, com custos operacionais mais baixos, também fornecem ambientes internos nos quais os contaminantes são facilmente produzidos e podem acumular muito mais concentrações do que as encontradas no exterior. Poluentes do interior podem provir de uma variedade de fontes. Existem muitos estudos onde são avaliados os sintomas associados aos poluentes emitidos de materiais de construção, nomeadamente os compostos orgânicos voláteis, que surgem de fontes, como as tintas, vernizes, solventes e conservantes. Além disso, se a estrutura de um edifício começa a deteriorar-se, a exposição ao asbesto pode ser um importante fator de risco para o mesotelioma de doença respiratória crónica. Fontes externas podem ser as principais contribuintes para as concentrações internas de alguns contaminantes (Cincinelli & Martellini, 2017).

A qualidade do ar interior é um aspeto relevante que tem impactes de curto e longo prazo na saúde dos ocupantes (Wargocki, *et al.*, 2002b). Existem duas questões paralelas no projeto de construção que são usadas para lidar com a qualidade do ar interior num edifício. Daisey, *et al.*, (2003), refere que o primeiro é melhorar a qualidade do ar interior, aumentando a taxa de ventilação, que por sua vez reduz os poluentes do ar. Wargockiet, *et al.* (1999), menciona que o segundo é diminuir a fonte

de poluição no interior e no exterior do edifício, por forma a diminuir a introdução de poluentes no ar interior.

A quantidade de poluentes no interior dos edifícios varia de acordo com a carga e o número de ocupantes. As fontes de poluentes do interior poderão ser os materiais de construção, equipamento de escritório e ocupantes (Bako-Biro, *et al.*, 2004; Massey, *et al.*, 2016; Amoatey, *et al.*, 2018). As novas indicações de construção verde recorrem ao uso de materiais de construção mais amigos do ambiente, bem como ao aumento da qualidade do ar interior através de sistemas de tratamento de ar apropriados (Wargocki, *et al.*, 2002a). Um sistema de ventilação natural corretamente projetado tem a grande vantagem de fornecer economia de energia considerável proveniente das necessidades de arrefecimento (Brager & Borgeson, 2010; Amoatey, *et al.*, 2018). Há estudos que referem que os ocupantes de edifícios ventilados naturalmente têm menos sintomas da síndrome do edifício doente do que os ocupantes de edifícios com ar condicionado. No entanto, a ventilação natural também pode ser prejudicial em cidades onde a poluição do ar exterior é elevada. A exposição a partículas e ao ozono tem grandes impactes negativos na saúde dos ocupantes (Pope, *et al.*, 2002; Weschler, 2006). Os edifícios ventilados por forma mecânica normalmente possuem um mecanismo de filtragem antes que o ar externo entre no edifício. Normalmente, nos edifícios ventilados não existe nenhum filtro que conduza a níveis frequentemente incontroláveis de partículas e ozono (Weschler, 2000).

Muitos estudos incidem sobre a avaliação da qualidade do ar interior, mas na maioria dos estudos atuais não é analisado o estado psicológico e fisiológico do ocupante e o seu impacte sobre como o corpo humano reage à qualidade do ar interior (Bluyssen, *et al.*, 2011a, b).

De acordo com Al Horr, *et al.* (2016), considerações mais específicas e aprofundadas sobre o bem-estar dos ocupantes são necessárias, concomitantemente com o impacto na eficiência e sustentabilidade do edifício. Apenas projetar um edifício potencialmente confortável não é suficiente. Também é necessário monitorizar o desempenho do edifício e dos ocupantes durante as suas atividades.

Toderasc Mihai & Vlad Iordache (2016), no seu estudo indicam que o índice de qualidade ambiental interior é um bom indicador do desempenho de um edifício, estando ligado ao conforto e estado de saúde dos ocupantes, mas também afetando os custos de funcionamento do edifício. O conhecimento das características do ambiente interior é útil para escolher se a renovação ou modernização de um edifício é um investimento lucrativo, sabendo que a melhoria da qualidade do ar interior conduz a um incremento da produtividade dos ocupantes.

1.2. Qualidade do ar e efeitos na saúde

O planeta, durante muito tempo teve capacidade de regenerar a atmosfera, o que indica que refaz a qualidade do ar por vários processos, entre os quais se destacam os relevantes processos de fotossíntese das plantas. No entanto, à medida que as emissões de poluentes aumentam exponencialmente com a industrialização e o crescimento do trânsito no planeta, vai sendo muito reduzida a sua capacidade de regeneração da atmosfera que, por acumulação, fica mais poluída. Com o aumento da industrialização e devido à sua diversidade, há a libertação de novos e mais perigosos poluentes, nomeadamente compostos orgânicos cancerígenos e compostos radioativos que a natureza é incapaz de regenerar independentemente do seu quantitativo. Presentemente, são muitos os poluentes da atmosfera e são diversos os quantitativos de muitos deles, o que vai provocar, eventualmente, a degradação de forma irreversível do planeta, à escala global, através da redução da camada de ozono, do efeito de estufa e do aquecimento gradual do planeta (Gomes, 2010).

Paraschiv Spiru, *et al.* (2017) mencionam no seu estudo que a qualidade do ar interior tem recebido muita atenção nos últimos anos por causa dos seus níveis crescentes de poluição, conduzindo a problemas de saúde significativos. A qualidade do ar interior tornou-se uma questão importante porque o desenvolvimento da tecnologia de janelas térmicas e edifícios que se tornaram mais eficientes em termos energéticos leva à construção de edifícios cada vez mais hermeticamente fechados, o que, por sua vez, pode incrementar significativamente a concentração de poluentes, apresentando assim elevados riscos para a saúde. Reduzir o recurso à energia para aquecimento e arrefecimento é essencial para melhorar a eficiência energética de um edifício, mas a tecnologia moderna recircula o ar em vez de renová-lo, o que leva à redução da sua qualidade.

São vários os poluentes atmosféricos considerados críticos em termos de qualidade do ar, dados os seus efeitos na saúde. Destacam-se, os COV que pertencem ao grupo dos compostos orgânicos. São hidrocarbonetos (compostos por carbono e hidrogénio) que resultam de atividades antropogénicas relacionadas com a queima de combustíveis, designadamente em todos os processos industriais e nos transportes, podendo ainda decorrer da evaporação de solventes e combustíveis, de fontes naturais e da exsudação de plantas (Geros, 2006; Borrego, *et al.*, 2008; Gomes, 2010). As fontes principais destes poluentes são as fugas de equipamentos sob pressão e evaporação de zonas de armazenamento. Também a queima de combustíveis fósseis e processos de incineração e a produção de solventes orgânicos emitem COV. A exposição a COV está associada a uma diversidade de consequências na saúde humana, sobretudo, irritações oculares, problemas no sistema respiratório,

dores de cabeça, perda de coordenação motora, danos no fígado e sistema nervoso central. Determinados COV são considerados carcinogénicos (WHO, 2006 a).

O CH_2O foi um dos primeiros compostos orgânicos voláteis a ser medido em ar interior. É criado em larga escala tendo uma multiplicidade de usos industriais. É utilizado como matéria-prima em colas, resinas e espumas, bem como em processos de esterilização na área médica e ainda como conservante em alimentos e cosméticos. As empresas industriais que usam CH_2O são as fontes mais estimáveis deste poluente para o ar ambiente. O CH_2O é também emitido pelos veículos que não estão providos de conversores catalíticos e pode ainda advir de fontes biogénicas como por exemplo, os incêndios florestais. As fontes interiores de CH_2O dividem-se em duas categorias: fontes de combustão e evaporação. As fontes relativas à combustão compreendem o fumo de tabaco e as lareiras e fogões, enquanto as fontes por evaporação incluem os painéis contraplacados, os aglomerados de madeira, materiais de construção, assim como vernizes, tintas e carpetes (Weschler, 2009; Shrimandilkar, 2013; Ito, *et al.*, 2018; Eleyowo & Amusa, 2019).

O CO é um gás tóxico, sem cheiro e sem cor, não ácido e ligeiramente solúvel em água, fundamentalmente resultado da combustão incompleta de combustíveis fósseis. Os transportes rodoviários são o setor que mais concorre para as suas emissões, mas pode ser também composto por oxidação de poluentes orgânicos, como o metano. Por ser emitido próximo do solo e espalhar-se rapidamente na atmosfera ou ser destruído por reação fotoquímica. A sua concentração reduz com a distância às fontes de emissão (Ferreira, 2007; Borrego, *et al.*, 2008; Gomes, 2010;). Este gás é muito tóxico e contribui para a formação de névoas, alterando com gravidade a saúde das pessoas que já possuem problemas cardiovasculares. Outro efeito sobre a saúde humana é o facto deste gás ter uma enorme capacidade de se juntar à hemoglobina, originando carboxihemoglobina em vez de oxihemoglobina, o que compromete o transporte de oxigénio até aos tecidos (Gomes, 2010). As concentrações deste poluente na atmosfera podem atingir níveis altos nas estradas movimentadas das cidades, particularmente quando o tráfego é elevado, e também em túneis e ruas estreitas, devido à existência de muitos edifícios dos dois lados da rua, o que vai dificultar a dispersão (Ferreira, 2007).

O CO_2 é o principal gás com efeito estufa que resulta de processos de combustão quando a oxidação é completa. As concentrações de CO_2 nos espaços interiores variam de acordo com o local, ocorrência e hora do dia, sendo maiores ao final da manhã e ao final da tarde, alterando em função da taxa de ocupação do espaço. Quando estamos perante uma elevada concentração de CO_2 significa que há uma carência de fornecimento de ar fresco devido a uma divisão inadequada dos

compartimentos, ao uso ativo do mesmo espaço por várias pessoas, à não abertura habitual das janelas e a insuficiências e carência de manutenção nos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (Borrego, *et al.*, 2008; APA, 2009).

Na atmosfera, para além dos gases, há também material particulado, ou seja, partículas suspensas que mudam na origem, composição, forma e tamanho (Seinfeld & Pandis, 2006). Um dos importantes poluentes em termos de efeitos na saúde humana é as partículas atmosféricas em suspensão. Diversos estudos epidemiológicos efetuados em distintos locais têm confirmado incrementos nas taxas de mortalidade e morbidade relacionadas a este poluente. A avaliação dos efeitos na saúde, das partículas em suspensão, manifesta-se como um desafio para a Ciência relacionado com a diversidade de tamanhos e composição química dos aerossóis, a alteração no tempo e no espaço, e ainda por terem de coexistir com numerosos poluentes atmosféricos gasosos na atmosfera. Estima-se que, atualmente, a exposição à matéria particulada diminua a esperança média de vida da população europeia em 8 meses ([COM (2005) 446 final]; Dias, 2008; Maurício, 2009).

Classificam-se em PM₁₀, PM_{2,5} e PM_{1,0}, PM_{0,5} e PM_{0,3}, respetivamente, partículas de diâmetro inferior a 10µm, 2,5µm, 1µm, 0,5µm, 0,3µm ou ainda em fração grosseira, fina ou ultrafina, sendo que a correspondência como diâmetro aerodinâmico equivalente não é direta. A fração grosseira é constituída pelas partículas com um diâmetro aerodinâmico superior a 2,5µm. A fração fina tem correspondência direta com as PM_{2,5} e a fração ultrafina é composta pelo conjunto das partículas com diâmetro inferior a 0,1µm (100nm). O conjunto total das partículas é denominado pelo acrónimo PST, Partículas Suspensas Totais (WHO, 2004; Maurício, 2009). As partículas são fixadas como "inaláveis" se o seu diâmetro aerodinâmico for abaixo de 10µm, no entanto, não é consensual se os efeitos prejudiciais para a saúde, das partículas, são associados mais a pequenas partículas ou às de grandes dimensões (Grigg, 2009; Deng, *et al.*, 2016; Saraga, *et al.*, 2017).

A concentração de partículas no interior dos edifícios está relacionada com a penetração de partículas do ar ambiente para o ambiente interior e da intensidade da fonte de aerossol interiores (Estoková, *et al.*, 2010; Franck, *et al.*, 2011; Sarafraz, Sadani, & Teimouri, 2018). O número de ocupantes e o comportamento e quantidade de fontes de contaminação interiores definem variações temporais e espaciais da distribuição do aerossol interior. Os processos húmidos como a limpeza, lavagem e secagem aumentam a humidade relativa, o que pode contribuir para variações na distribuição do tamanho das partículas (Estoková, *et al.*, 2010).

A inalação de material particulado pode causar nefastos efeitos na saúde humana, a curto ou a longo prazo. Vários estudos associam a exposição a matéria particulada, aguda ou crónica, a diversos efeitos na saúde, nomeadamente: dificuldades respiratórias, irritação das vias aéreas superiores, tosse, diminuição da função pulmonar, exacerbação da asma, desenvolvimento de bronquite crónica, irregularidades no ritmo cardíaco e morte prematura de pessoas com doença pulmonar ou cardiovascular. A gravidade do efeito das partículas está associada à sua penetração e deposição no sistema respiratório humano (Fang, *et al.*, 2006; Tippayawong, *et al.*, 2009; Estoková, *et al.*, 2010; Franck, *et al.*, 2011; Huang, *et al.*, 2017; Amoatey, *et al.*, 2018; Cao, *et al.*, 2018).

A adequada avaliação da exposição à poluição atmosférica apresenta-se como primordial para a fixação das prováveis relações entre poluição do ar e os efeitos na saúde (Valente, 2011). A avaliação da exposição permite identificar e definir as exposições que surgem, ou são prováveis de suceder, nas populações, e consiste na avaliação quantitativa e qualitativa do contato com o poluente, avaliando ou estimando a intensidade, frequência, duração do contato, quantidade de indivíduos expostos e a identificação da via de exposição a determinado agente presente no ambiente, ou uma apreciação de uma suposta exposição que poderá ocorrer da libertação de novos poluentes no ambiente (WHO, 2006; Dias, 2008).

Hertel, *et al.* (2001), refere que a exposição total a que o indivíduo ou a população é sujeito resulta do cenário de exposição a que é exposto. Os cenários são influenciados pela ação diária e os microambientes frequentados pela população ou indivíduo. Microambiente, pode ser entendido, como um “espaço tridimensional onde o nível de poluente em um dado momento é uniforme ou apresenta propriedades estatísticas constantes” (Sextone, 1988; Hertel, *et al.*, 2001; Castro, *et al.*, 2003). Ao longo do dia, o indivíduo pode dispor o seu tempo passando por diversos microambientes. Tendo em conta o tempo que se passa num local, a residência é o microambiente principal. Os outros microambientes são menos importantes em termos de tempo alocado, no entanto, quando neles se assinalam altas concentrações de um poluente, as suas contribuições para a exposição, designadamente para picos de exposição de curta duração, podem ser significativas (IPCS, 2005).

A generalidade dos compostos químicos a que os indivíduos são patentes no seu dia-a-dia consistem num fator de risco extra no desenvolvimento de várias patologias (Sundell, 2004). Especificamente, a exposição à poluição do ar interior pode ser uma ameaça maior do que a exposição ao ar exterior. Nos últimos anos, ocorreram enormes alterações nos materiais de construção e produtos de consumo utilizados nos ambientes interiores. Os aglomerados de madeira, revestimentos sintéticos, enchimentos de espuma, artigos de plástico, agentes de limpeza perfumados e eletrodomésticos

marcam presença nestes ambientes. Estes materiais e produtos emitem diversos compostos químicos que modificam os perfis de emissão de poluentes em ambientes interiores (Weschler, 2009). Assim, as alterações em projetos de construção, a aplicação excessiva de produtos sintéticos pode contribuir para o aumento do número de queixas sobre QAI em vários ambientes, nomeadamente, em casa, nos locais de trabalho, nas escolas, nos transportes e outros (Yang, *et al.*, 2004).

A exposição pode ser avaliada com métodos diretos ou indiretos (Ferreira, 2007; Dias, 2008; Sá, 2008; Valente, 2011). Os métodos diretos dizem respeito a medições que recorrem ao uso de aparelhos individuais portáteis ou a medições de marcadores biológicos. Nos métodos indiretos, a exposição é calculada aliando a informação das concentrações de certo poluente em distintos locais com a informação sobre o tempo que um indivíduo passa em microambientes (Ferreira, 2007; Sá, 2008). A escolha sobre qual método usar depende do objetivo da avaliação, da disponibilidade de meios e medidas e também dos métodos apropriados (WHO, 2000).

Ambientes com diminuída taxa de renovação do ar mostram, com frequência, alta concentração de dióxido de carbono, partículas e microrganismos (Hodgson, *et al.*, 2004; Blondeau, *et al.*, 2005; Mendell & Heath, 2005).

Também a humidade dos edifícios, favorecida por ventilação e envolvente deficientes, poderá fomentar a presença de alérgenos, fungos e bactérias associadas a uma prevalência de sintomas respiratórios (Bornehag, *et al.*, 2004).

Dois dos poluentes mais inquietantes, do ponto de vista dos efeitos na saúde humana, são as partículas e o ozono [COM (2005) 446 final]. O aumento da morbilidade e mortalidade estão associados à exposição de partículas e naturalmente, a um decréscimo na esperança média de vida dos indivíduos.

Vários estudos epidemiológicos têm revelado uma relação entre a poluição atmosférica por partículas e o número de mortes por cancro, doenças cardiovasculares e respiratórias (Pope, *et al.*, 2002; Huang, *et al.*, 2017; Amoatey, *et al.*, 2018; Cao, *et al.*, 2018).

Há também estudos que apontam que a poluição do ar, nomeadamente através partículas, está relacionada com o aumento de internamentos hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares (Zanobettie Schwartz, 2005; Wellenius, *et al.*, 2006; Middleton, *et al.*, 2008).

Devido a picos de concentração, as consequências associadas à exposição a curto-prazo, compreendem reações inflamatórias das vias respiratórias, sintomas respiratórios, consequências

nocivas no sistema cardiovascular, incremento de admissões hospitalares e da mortalidade. A exposição a longo prazo a concentrações ambiente de partículas está associada a uma diminuição na capacidade respiratória, incremento de doenças pulmonares obstrutivas crónicas e diminuição na esperança média de vida. Esta diminuição da esperança média de vida é devido à mortalidade cardiorrespiratória e possivelmente cancro do pulmão (WHO, 2004).

As exposições prolongadas a baixas concentrações de partículas podem ser mais nocivas do que exposições de curta duração a concentrações elevadas. Vários estudos indicam que a exposição a curto prazo a partículas está relacionada com efeitos prejudiciais à saúde.

Os efeitos nocivos para a saúde provocados pelas partículas, estão relacionadas com vários fatores, designadamente os fatores individuais, as condições socioeconómicas e componentes da própria poluição (Gouveia, *et al.*, 2006).

Os aspetos individuais estão relacionados com a constituição genética, idade, condições de vida e trabalho e condição de saúde. Existe um dado relevante nesta questão que convém não esquecer, que se relaciona com o facto de nas grandes cidades os níveis de dispersão dos poluentes mudarem constantemente e, por isso, em algumas zonas a concentração de poluentes está mais aumentada do que noutras. Os aspetos socioeconómicos dizem respeito às condições de saúde das diferentes comunidades, disponibilidade e acesso aos serviços de saúde, risco de exposição aos poluentes e prevalência de doenças relacionadas com o saneamento básico e a nutrição. Em suma, a poluição está associada à taxa de exposição, à natureza das partículas e também à sua composição (Samet, *et al.*, 2006; Massey, *et al.*, 2016; Saraga, *et al.*, 2017).

A ocorrência de incêndios florestais, em Portugal, tem trazido diversas preocupações, nomeadamente porque podem originar um incremento das concentrações de material particulado na atmosfera, tendo em consideração que as partículas são um dos poluentes emitidos por este tipo de fontes. Os incêndios são também responsáveis pela emissão de outros gases como o NO_x, COV e o amoníaco (NH₃), que podem ser precursores da formação de PM_{2,5} secundária (Miranda, *et al.*, 2005).

Para além dos vários poluentes atmosféricos e das partículas, o conforto térmico também é um dos fatores mais relevantes aquando da avaliação da qualidade do ar interior. Para que os ocupantes tenham as uso das suas plenas capacidades, o seu espaço de trabalho precisa de ser termicamente confortável. No entanto, o conforto térmico é fundamentado na adaptação térmica do ocupante individual, que está relacionado com fatores como localização geográfica e clima, época do ano, sexo,

raça e idade. O corpo humano tenta manter uma temperatura de cerca de 37°C. A temperatura é mantida por meio de troca de calor entre o corpo humano e o meio ambiente por meio de convecção, radiação e evaporação (ASHRAE 55, 2004). O conforto térmico tem um impacte direto no consumo de energia de qualquer edifício, pois qualquer sensação de desconforto dos ocupantes leva a ajustes para níveis não ideais (Corgnatiet, *et al.*, 2009; Catalina & Iordache, 2012; Al Horr, *et al.*, 2016).

O conforto térmico é influenciado por seis fatores, quatro dos quais podem ser classificados como parâmetros ambientais e que incluem a temperatura do ar, temperatura radiante média, humidade relativa do ar e velocidade do ar. Os outros dois são classificados como fatores pessoais. Género, idade condições climáticas têm um impacte sobre o conforto térmico percebido pelo ocupante (Nicol & Humphreys, 2002; Rupp & Vásquez, 2015).

A localização e tipologia do edifício, concomitantemente com o clima externo e a estação do ano, também influenciam o conforto térmico dos ocupantes (Frontczak & Wargocki, 2011).

O conceito de design passivo em edifícios evoluiu nos últimos anos, no entanto, atingir padrões passivos em climas frios do norte da Europa é diferente de alcançá-lo no Oriente Médio, onde o arrefecimento de forma mecânica é indispensável para atingir o nível ideal de arrefecimento e conforto de ocupação. Nikolopoulou & Steemers (2003) referem que a possível adaptação térmica de um ocupante num ambiente e a sua perceção de conforto são explicadas por três fatores: ajuste comportamental, adaptação fisiológica e habituação ou expectativa psicológica. É imperioso que a adaptação física do ambiente e do projeto de edifícios para conforto térmico sejam consideradas na fase de projeto em si, dado que a alteração da estrutura após a construção é ineficiente e extremamente cara (Indraganti, *et al.*, 2014; Jazizadeh, *et al.*, 2014).

Para além da contaminação atmosférica no exterior dos edifícios, a exposição a poluentes do interior das habitações contribui substancialmente para a exposição humana global, podendo condicionar a expressão e gravidade das doenças alérgicas.

Almeida, *et al.* (2010) realizaram um estudo com a finalidade de avaliar as concentrações do ar interior numa amostra significativa de habitações das cinco regiões de Portugal continental, tendo avaliado o dióxido de azoto (NO₂), CO₂, CO, PM₁₀, CH₂O, COV, ozono (O₃) e dióxido de enxofre (SO₂), e também avaliaram o conforto térmico. Em 60% das casas visitadas estes autores verificaram uma medição em que pelo menos um dos parâmetros CO₂, CO, PM₁₀, COV ou CH₂O estava acima do limite definido legalmente, salientando-se que 7,6% das medições do CO₂ se encontravam acima desse valor; 50% das casas tinham concentração de COV acima de 0,6mg/m³; 2,3% das medições de PM₁₀ estavam acima do valor limite legal; apenas três medições de CH₂O e duas de CO estavam acima do

valor máximo definido pela legislação portuguesa. Nenhuma das medições de O₃ estava acima do nível máximo definido por lei. Relativamente ao SO₂, nenhuma das medições esteve acima do limite detetável pelo equipamento. Apenas se detetou NO₂ em 5,1% dos casos. Verificaram também que 47% das casas não tinham um adequado conforto térmico.

Por exemplo, Molloy, *et al.* (2012) realizaram um estudo abrangente da qualidade do ar interior em moradias. Foram selecionadas 40 residências, fizeram a avaliação de poluentes de qualidade do ar, em diferentes estações do ano, e confrontaram com as atividades dos ocupantes. Obtiveram concentrações de vários poluentes no interior das habitações superiores às concentrações encontradas no exterior, nomeadamente CO₂, CO, partículas e CH₂O. As correlações e a análise fatorial mostraram que as principais influências na qualidade do ar interior foram a idade da habitação, as atividades de combustão e as atividades de confeção de alimentos.

Inúmeros estudos mencionaram associações consistentes entre contaminação por poluentes domésticos e problemas de saúde, particularmente alérgicos, existindo um número considerável de fatores ambientais no interior das habitações, muito para além dos alérgenos, como a humidade e a temperatura do ar, os compostos orgânicos voláteis e as partículas em suspensão que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, têm significativos efeitos prejudiciais para a nossa saúde (WHO, 2000; Bernstein, *et al.*, 2008; Koistinen, *et al.*, 2008; Saraga, *et al.*, 2017; Amoatey, *et al.*, 2018).

Vilceková, *et al.* (2017) também realizaram um estudo sobre a qualidade do ar interior em 25 residências familiares em várias cidades da República da Macedónia. Estes autores verificaram valores de COV elevados e de partículas elevadas. Os valores médios variaram de acordo com as características dos edifícios, designadamente com o ano de construção, ano de renovação e sistema de aquecimento.

Paraschiv & Spuru, *et al.* (2017), no estudo que desenvolveram indicaram que as análises das concentrações de poluentes interiores estavam correlacionadas com as características do edifício (tipo de habitação, período de construção, localização da habitação, tipo de sistema de ventilação, material de construção) e com a qualidade do ar exterior. Concluíram que a concentração de formaldeído era aproximadamente 30% maior nas residências novas em comparação com as mais antigas e era maior nas residências com ventilação mecânica. O processo de aquecimento tem impactes mais negativos na qualidade do ar interior, especialmente quando queimamos combustíveis sólidos de alto teor volátil e esta poluição é ainda maior quando se usam fogões sem chaminés instaladas e a casa tem uma ventilação insuficiente. As concentrações de alguns poluentes

internos aumentaram significativamente durante a noite, enquanto as concentrações de poluentes externos diminuíram. Assim, eventualmente, pode ser aconselhável tornar a ventilação mais intensa durante os períodos noturnos, quando o ar externo é menos poluído. Os edifícios ventilados mecanicamente em comparação com os naturalmente ventilados, reduzem as concentrações internas de PM_{2,5} enquanto aumentam as concentrações de NO₂ interno. A qualidade do ar interior varia sazonalmente e espacialmente e é influenciada pela estação, ambiente exterior, tipo de sistemas de aquecimento e ventilação e características do edifício. Embora a ventilação seja muito importante, em alguns casos ela pode não fornecer os efeitos desejados, como em áreas com alta poluição externa, e não evita a introdução de poluentes em edifícios como COV.

Num estudo em que avaliaram a concentração de poluentes do ar interior, num prédio universitário, os resultados mostraram que os compostos orgânicos voláteis totais, as partículas respiráveis e a concentração de formaldeído excederam os limites aceitáveis para a qualidade do ar interior. Um bom sistema de ventilação e uma seleção cuidadosa dos materiais de construção são cruciais para reduzir a contaminação da qualidade do ar interior (Idris, *et al.*, 2020).

Ashraf & Hanafiah (2019) e Abdulaali, *et al.* (2020) referiram nos seus estudos que algumas das causas da poluição do ar interior são as partículas originadas de móveis e materiais de construção e ventilação insuficiente. A presença de muitos produtos químicos sintéticos e uma ventilação inadequada pode resultar em elevadas emissões de partículas e COV no interior do edifícios. Atividades de limpeza como varrer e aspirar tendem a emitir grandes concentrações de poluentes em ambientes internos (Howard-Reed, *et al.*, 2003).

Partículas no interior de edifícios foram identificadas como resultantes de aspiração, varredura, movimento humano, uso de móveis acolchoados e uso de tapetes nas diversas divisões dos edifícios (Abt, *et al.*, 2000; Long, *et al.*, 2000; Ogulei, *et al.*, 2006; Gudmundsson, *et al.*, 2007).

Os riscos de um QAI pobre podem ocorrer quando um indivíduo entra em contato com poluentes durante um determinado período (Ott, *et al.*, 2007; Rufo & Ribeiro, 2019; Tanha, *et al.*, 2020).

Idris, *et al.* (2020) provou que a QAI inadequada pode aumentar os riscos para a saúde entre os alunos e pode aumentar a síndrome da escola doente. Tosse, espirros e irritações leves nos olhos e na pele estão entre os sintomas comuns causados por QAI insuficiente. A produtividade dos ocupantes de edifícios universitários também pode ser afetada se o nível de qualidade do ar interior registado estiver abaixo do padrão, pois são locais importantes onde funcionários e alunos passam cerca de oito horas diárias dentro dos edifícios (Ali, *et al.*, 2016, 2018).

A qualidade do ar interior em escritórios é uma questão de preocupação crescente, nomeadamente porque os trabalhadores de escritório desenvolvem trabalhos de alta relevância. Os trabalhadores de escritório, que representam a maior parte da força de trabalho em muitos países, estão em termos ocupacionais expostos a agentes biológicos, químicos, físicos, ergonómicos, psicológicos e sociais, com um impacte potencialmente elevado e diverso, designadamente, no conforto, nos problemas de saúde relacionados com o trabalho, ausências por doença e risco de diminuição do desempenho no trabalho. Outra questão é o envelhecimento da força de trabalho, a reforma tardia e a tendência geral (na Europa) de que a força de trabalho em cargos públicos está a ser reduzida devido a restrições económicas. Neste contexto, os efeitos da qualidade do ar interior, na saúde, bem-estar e desempenho no trabalho foram relatados em ambientes de escritório nas últimas décadas por vários estudos (Lahtinen, *et al.*, 2004; Wyon, 2004; Frontczak, *et al.*, 2011; Pejtersen, *et al.*, 2011; Carrer, *et al.*, 2015; Bluysen, *et al.*, 2016; Lukcso, *et al.*, 2016).

Inúmeros estudos realizados indicaram que edifícios modernos são construídos com novos materiais e equipamentos, que as pessoas recorrem ao uso de uma variedade de produtos de limpeza e que atividades desenvolvidas pelas pessoas, bem como o ar externo que entra nos edifícios, definem a qualidade do ar interior. Novas estratégias de economia de energia, como o uso de aquecimento, arrefecimento e ventilação, também afetam a perceção da qualidade do ar interior. Além disso, os poluentes emitidos por equipamentos de escritório, como as impressoras, podem ser preocupantes (Salonen, *et al.*, 2009; Wolkoff, 2013; Wells, *et al.*, 2017; Weschler, 2018).

Muitos estudos epidemiológicos abordaram a qualidade do ar interior em escritórios e os sintomas dos trabalhadores (Reijula, *et al.*, 2004; Brightman, *et al.*, 2008; Azuma, *et al.*, 2015; Magnavita, *et al.*, 2015; Bluysen, *et al.*, 2016). Por exemplo, um estudo recente, de Kluzenaar, *et al.* (2016) mostrou que os sintomas oculares estavam associados à proximidade de poluição externa, como tráfego, humidificadores portáteis e espaços lotados. Além disso, o mofo em edifícios danificados pela humidade é outro risco de exposição que pode deteriorar a qualidade do ar interior e prejudicar pessoas suscetíveis, por exemplo, com sintomas de asma (WHO, 2009; Hurraß, *et al.*, 2017).

O tipo de consultório também desempenha um papel importante na prevalência do relato de sintomas e ausência por doença geralmente, quanto mais lotado, mais insatisfação e aumento dos efeitos adversos à saúde existe (Brennan, *et al.*, 2002; Pejtersen, *et al.*, 2011; Bergström, *et al.*, 2013; Leder, *et al.*, 2015; Herbig, *et al.*, 2016).

De acordo com Hurraß, *et al.* (2017) e Korpi, *et al.* (2009), é fundamental reconhecer como o incómodo do odor, por exemplo, causado por materiais de construção degradados ou gerado por danos causados pela humidade, pode afetar o conforto geral.

Hurraß, *et al.* (2017) indicaram que os sintomas típicos após a exposição a odores desagradáveis são, designadamente, a fadiga, a diminuição da capacidade de concentração, as dores de cabeça, náuseas e insónias, e também prováveis transtornos do humor. Há estudos, nomeadamente de Andersson, *et al.* (2013) e Claeson, *et al.* (2016), que referem que pessoas suscetíveis, ou seja, com grande sofrimento (baixa afetividade) ou sendo diagnosticadas com asma ou múltiplos diagnósticos de asma ou alergia, podem reagir mais intensamente do que pessoas com baixo stresse ou sem asma.

Vários estudos em edifícios de escritórios concentraram-se particularmente nos sintomas agudos de saúde: irritação dos olhos, nariz e membranas mucosas, fadiga e dores de cabeça experimentada pelo trabalhador de escritório. Os efeitos de longo prazo devido à exposição contínua ou repetida aos poluentes do ar interior podem estar associados ao agravamento da exacerbação da asma e respostas alérgicas, stresse oxidativo e inflamação, doença pulmonar obstrutiva crónica, cancro de pulmão e doenças cardiovasculares. Esses efeitos geralmente não são avaliados em trabalhadores de escritório devido à complexidade e aos recursos necessários para os testes clínicos, que parecem irrealistas em vista da mobilidade dos ocupantes e da falta de homogeneidade das exposições (Carrer, *et al.*, 2015).

Existem estudos experimentais que demonstraram baixo desempenho dos trabalhadores devido à má qualidade do ar, por exemplo, processamento de texto (Wyon, 2004), mas também pelas condições gerais do escritório, nomeadamente, devido à iluminação e ruído (Horr, *et al.*, 2017).

A preocupação geral com o desempenho no trabalho não está apenas relacionada ao absentismo e doenças associadas com o ambiente de trabalho, mas pode também estar relacionado com condições de trabalho menos confortáveis, designadamente, a qualidade do ar interior inadequada (Wyon, 2004; Pejtersen, *et al.*, 2006; Meijer, *et al.*, 2009) e baixa humidade relativa (Wolkoff, 2017; Wolkoff, 2018).

Quanto às pessoas que trabalham em gabinetes, estas passam cerca de um terço do seu dia nesse local. Desta forma, a QAI dos gabinetes afeta a exposição total do ser humano e, por isso, os gabinetes são considerados microambientes de grande importância (Kalimeri, *et al.*, 2019). Recentemente um estudo demonstrou que a poluição do ar em gabinetes pode apresentar risco à saúde dos trabalhadores (Morawska, *et al.*, 2017).

As partículas ultrafinas, ou seja, partículas com diâmetro inferior a 100 nm, possuem uma alta fração de deposição (Fonseca, 2015) podendo entrar no organismo humano por inalação, através do trato respiratório; por absorção, através da pele; por ingestão, através da boca ou por combinação destas. É muito provável que a inalação seja a via mais importante de exposição humana a estas partículas. Por esta via, e devido ao seu tamanho e restantes características, as partículas ultrafinas podem atingir a região alveolar, dando origem a processos inflamatórios nos pulmões e à subsequente morbidade e mortalidade cardiovascular (Esteves, *et al.*, 2018).

A Agência Portuguesa do Ambiente refere que ocorre a libertação de vários compostos perigosos no interior dos edifícios a partir de variadas fontes, como os materiais de construção, produtos e equipamentos de limpeza, material de escritório (Agência Portuguesa do Ambiente, 2016) e as atividades dos ocupantes (tabagismo, animais domésticos) (Thomas, *et al.*, 2019).

Relativamente aos locais de ensino, uma inadequada QAI nas salas de aula pode levar a problemas de saúde para os ocupantes, podendo também reduzir o desempenho da aprendizagem, a presença dos alunos e o conforto (Madureira, *et al.*, 2016). A ocupação é um fator associado aos níveis de matéria particulada, especialmente as PM₁₀, devido à ressuspensão das partículas depositadas (Majd, *et al.*, 2019). Desta forma, neste contexto podemos verificar a existência de dois parâmetros particularmente críticos, nomeadamente, a densidade da ocupação e o tempo de duração dos períodos de ensino e intervalos (Madureira, *et al.*, 2016).

Diversos estudos epidemiológicos associam a presença das partículas ultrafinas na atmosfera à mortalidade total, às causas respiratórias e cardiovasculares, à inflamação aguda das vias aéreas, à função pulmonar comprometida e ao aumento dos sintomas de asma. Estas partículas no ambiente exterior são formadas através de fontes naturais e antropogénicas que podem introduzir-se no ambiente interior através da ventilação (Viitanen, *et al.*, 2017).

1.3. Quadro legislativo

O conhecimento atual e as evidências científicas sobre as consequências na saúde, e qualidade de vida, relacionadas com a poluição do ar interior, justificaram a necessidade, há alguns anos atrás, de se criar pressupostos legislativos a nível nacional e internacional.

A Organização Mundial da Saúde, em 2006, determinou os valores guias, em matéria de qualidade do ar, que são uma referência internacional dos efeitos nocivos da exposição a diferentes poluentes

atmosféricos, na saúde humana. Estes valores, e os valores limite europeus são similares para a maioria dos poluentes.

A preocupação com a qualidade do ar interior e os efeitos na saúde dos indivíduos tem mobilizado não só entidades governamentais dos diversos países, mas também organizações internacionais na elaboração de diretrizes sobre o assunto.

A OMS, a nível mundial, enquanto entidade de coordenação, monitorização e avaliação da saúde pública, desempenha um papel essencial na defesa e inclusão da saúde nas políticas e programas energéticos, ao nível internacional, determinando as orientações e desenvolvendo de estratégias para a qualidade do ar ambiente e interior, contribuindo desta forma para a proteção da saúde pública.

Os primeiros valores guia para a qualidade do ar interior (WHO, 2010) foram publicados em 2010, pela OMS, no entanto, apenas para os poluentes que se entendeu como poluentes com fontes interiores, com relações conhecidas a problemas de saúde e que podem atingir, nos edifícios, concentrações preocupantes.

Em termos de Saúde Ocupacional, a qualidade do ar está consubstanciada na Norma Portuguesa 1796: 2014 e, atualmente, no Decreto-Lei n.º 24/2012, de 6 de fevereiro. A avaliação da exposição profissional a agentes químicos compreende a análise da concentração desses agentes no ar, nos locais de trabalho, e a comparação dos valores verificados com valores de referência que significam níveis de exposição aceitáveis.

Sendo os serviços e gabinetes dos trabalhadores da IES avaliada, locais onde existe a permanência de trabalhadores, mas também de alunos, fornecedores, parceiros e outras pessoas externas à IES, para este estudo, tivemos em consideração a legislação em matéria de proteção da Saúde Pública, uma vez que a concentração dos agentes químicos deve ser adequada a todas estas diferentes comunidades.

No âmbito da QAI, em Portugal, apareceram diplomas que traduzem a implementação de medidas práticas em defesa da saúde pública, no que concerne à qualidade do ar dentro dos edifícios. A necessidade de conciliar a eficiência energética com o conforto e a promoção da saúde em espaços interiores levou ao aparecimento do Sistema Nacional de Certificação Energética e QAI nos edifícios, denominado por SCE.

Importa referir que o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, veio revogar o DL n.º 78/2006, o DL n.º 79/2006 e o DL n.º 80/2006, publicados a 4 de abril. Posteriormente, a Portaria n.º 353-

A/2013, de 4 de dezembro, veio regulamentar e determinar 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 novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação.

Conjuntamente à publicação desta Portaria, foi publicada a Lei n.º 58/2013, de 20 de agosto, que entrou em vigor também em dezembro de 2013 e que aprovou os requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito qualificado para a certificação energética e do técnico de instalação e manutenção de edifício e sistemas.

O legislador refere que, com base nestas e noutras medidas aprovadas, caminha-se no sentido da melhoria da eficiência energética do edificado nacional e criam-se instrumentos e metodologias de suporte à definição de estratégias, planos e mecanismos de estímulo à eficiência energética.

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 são os seguintes:

- Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto – tem como objetivo assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do SCE, que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).
- Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro – refere 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 novos, sujeitos a grande intervenção e existentes, e a respetiva metodologia de avaliação.

Acresce mencionar que, em 2009, foi publicada uma Nota Técnica que estabelece a metodologia de auditorias à QAI (Nota Técnica NT-SCE-02, 2009).

No que respeita às variáveis meteorológicas T° e Hr, a referência é os valores estabelecidos pelo Regulamento Geral de Higiene e Segurança no Trabalho nos Estabelecimentos Comerciais, Escritórios e Serviços aprovado pelo Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de agosto.

A Comissão Europeia apresentou, em novembro de 2016, o Pacote «Energia Limpa para todos os Europeus» (Pacote Energia Limpa), com o objetivo de estabelecer o enquadramento prático e normativo para a transição energética na década de 2021-2030 e para a criação da União da Energia e da Ação Climática na União Europeia e garantindo o cumprimento do Acordo de Paris relativo às

alterações climáticas e ao aquecimento global do planeta e, em concomitante, a proteção do crescimento económico e a criação de emprego, através da prioridade à eficiência energética, ao aumento das energias oriundas de fontes renováveis e ao gradual afastamento de energia gerada a partir de combustíveis fósseis, com a finalidade de crescimento de um sistema energético sustentável, concorrencial, competitivo, eficiente, seguro e descarbonizado até 2050.

Este pacote pressupõe mudanças à Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010 (Diretiva EPBD), respeitante ao desempenho energético dos edifícios. Os edifícios, ao serem responsáveis por 36% das emissões totais de gases de efeito de estufa e por 40% dos consumos energéticos da União Europeia, devem contribuir para a mitigação das alterações climáticas. Para que se consiga alcançar as metas, para que os edifícios passem a ter necessidades quase inexistentes de energia, este Pacote bem como o Plano Nacional Energia e Clima 2030 e a Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios, definem estratégias e objetivos.

Neste sentido, em 7 de dezembro de 2020 foi publicado o Decreto-Lei n.º 101-D/2020, que veio estabelecer os requisitos aplicáveis à conceção e renovação de edifícios, com a finalidade de garantir e promover a melhoria do respetivo desempenho energéticos através do estabelecimento de requisitos aplicáveis à sua modernização e renovação, e regula o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.

Este decreto-lei determina que todos os edifícios de comércio e serviços em funcionamento estão sujeitos a requisitos relacionados com a qualidade do ar interior, mediante o cumprimento de limiares de proteção e condições de referência.

O decreto-lei determina de igual modo que os grandes edifícios de comércio e serviços e os edifícios de comércio e serviços que abrangem creches, estabelecimentos de educação pré-escolar, estabelecimentos de ensino do primeiro ciclo do ensino básico e estruturas residenciais para pessoas idosas que se encontrem em funcionamento encontram-se sujeitos a uma avaliação simplificada anual de determinados requisitos relacionados com a qualidade do ar interior, assim como à verificação da conformidade dos respetivos resultados.

Nos termos do n.º 8 do artigo 16º do referido decreto-lei, as disposições sobre a qualidade do ar interior são regulamentadas por Portaria dos membros do Governo responsáveis pela área da saúde e da energia, ao que importa dar execução.

Nesse sentido, a 1 de julho de 2021 foi publicada a Portaria n.º 138-G/2021, que estabelece os requisitos para a avaliação da qualidade do ar interior nos edifícios de comércio e serviços, incluindo

os limiares de proteção, condições de referência e critérios de conformidade, e a respetiva metodologia para a medição dos poluentes e para a fiscalização do cumprimento das normas aprovadas.

Esta Portaria refere que a avaliação simplificada anual deve incluir, no mínimo, a medição dos poluentes físico-químicos CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀ em função do disposto na presente Portaria e do edifício avaliado, com referência ao método, número de pontos analisados, registo do tempo e intervalo de medição, tendo em consideração a metodologia de avaliação estabelecida pelas entidades competentes no domínio da saúde, designadamente o Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge.

A medição dos poluentes previstos nas Tabelas constantes do Anexo I à presente Portaria, deve ser realizada usando métodos que respeitem as normas CEN, as normas ISO ou a outros métodos normalizados ou publicados por organizações internacionais de referência na área da saúde, designadamente o Centro de Prevenção e Controlo das Doenças e a Organização Mundial da Saúde.

A Portaria no seu ponto 2 do artigo 6º, refere ainda que as medições dos poluentes devem ser realizadas por laboratórios acreditados ou que possuam um sistema de gestão da qualidade implementado.

No que respeita à fiscalização da qualidade do ar interior em edifícios, no ponto 2 do artigo 7º, a Portaria refere que os operadores que, voluntariamente, tencionem proceder à avaliação da qualidade do ar interior nas suas instalações com vista à sua relevância para efeitos de fiscalização, devem recorrer aos laboratórios acreditados ou que possuam um sistema de gestão da qualidade implementado, conforme mencionado anteriormente, e devem conservar os registos e documentação da avaliação.

No que respeita aos limites de proteção dos poluentes analisados neste trabalho de investigação, e que já tinham um limiar de proteção mencionado na Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro, mantiveram-se (Quadro 1).

Quadro 1 - Limiar de proteção de qualidade do ar interior e parâmetros ambientais avaliados

| Parâmetro ambiental | Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de julho de 2021 | Margem de Tolerância (%) |
|---------------------|--|--------------------------|
| PM ₁₀ | 50 µg/m ³ | 100% |
| PM _{2,5} | 25 µg/m ³ | 100% |
| CO | 10 mg/m ³ (9 ppmv) | - |
| CO ₂ | 2250 mg/m ³ (1250 ppmv) | 30% |
| CH ₂ O | 100 µg/m ³ (0,08 ppmv) | - |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de agosto de 1986 | | |
|---|------------|---|
| Temperatura do ar | 18 a 22 °C | - |
| Humidade relativa | 50 a 70 % | - |

CAPÍTULO II – MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Objetivos da investigação

Porque é antecipadamente conhecida a considerável percentagem de tempo que as pessoas passam em ambientes interiores, e que nos anos de 2020 e 2021 essa questão foi agravada com a obrigatoriedade do teletrabalho devido à pandemia COVID-19, e ainda que é esperado que as condições existentes nos edifícios que os trabalhadores da IES residem condicionem a sua saúde, nomeadamente com a incidência de sinais, sintomas e patologias respiratórias, foi formulada a seguinte questão de partida: qual a relação da qualidade do ar interior em habitações e a exposição humana a poluentes atmosféricos?

2.1.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo consistiu em contribuir para a compreensão da qualidade do ar interior em habitações e saúde dos trabalhadores da IES.

2.1.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste estudo são os que se apresentam de seguida:

- Avaliar a T°, Hr, Velocidade do ar, e a concentração de CO₂, CO, CH₂O, PM₁₀, PM_{5,0}, PM_{2,5}, PM_{1,0}, PM_{0,5}, PM_{0,3} e partículas ultrafinas, em 70 habitações de trabalhadores da IES;
- Avaliar a T°, Hr, Velocidade do ar, e a concentração de CO₂, CO, CH₂O, PM₁₀, PM_{5,0}, PM_{2,5}, PM_{1,0}, PM_{0,5}, PM_{0,3} e partículas ultrafinas, na zona envolvente (ar ambiente) das 70 habitações dos trabalhadores da IES;
- Avaliar a T°, Hr, Velocidade do ar e a concentração de CO₂, CO, CH₂O, PM₁₀, PM_{5,0}, PM_{2,5}, PM_{1,0}, PM_{0,5}, PM_{0,3} e partículas ultrafinas, nos locais de trabalho dos trabalhadores da IES;
- Avaliar a T°, Hr, Velocidade do ar e a concentração de CO₂, CO, CH₂O, PM₁₀, PM_{5,0}, PM_{2,5}, PM_{1,0}, PM_{0,5}, PM_{0,3} e partículas ultrafinas, na zona envolvente (ar ambiente) dos locais de trabalho dos trabalhadores da IES;
- Verificar se os limites quantitativos impostos legalmente para a qualidade do ar interior estavam a ser cumpridos;

- Analisar a relação da concentração dos parâmetros ambientais avaliados no interior com o exterior;
- Avaliar a prevalência de sinais, sintomas e patologias respiratórias e outras, nos trabalhadores da IES;
- Propor medidas mitigadoras no sentido de reduzir a exposição a poluentes e aumentar o bem-estar dos trabalhadores nas suas habitações e nos locais de trabalho.

2.2. Tipo de estudo

Este estudo classificou-se quanto ao tipo em “observacional” (Analítico) e de linha temporal transversal. Quanto ao nível de conhecimento, este classificou-se de nível II (Descritivo-Correlacional).

2.2.1. Descrição dos instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados, consistiu em várias ações realizadas no sentido de se obterem os resultados mais interessantes para o estudo. Em termos cronológicos, esquematizou-se a metodologia de estudo da seguinte forma:

- Pedido de autorização ao Presidente da IES e aos trabalhadores para participarem no estudo;
- Levantamento das moradas das habitações dos trabalhadores que anuíram participar no estudo, bem como dos locais de trabalho;
- Realização de grelha de observação e registo, para caracterização dos edifícios;
- Realização de questionário, para aplicar aos trabalhadores da IES, relativo à perceção da condição de saúde;
- Medição das concentrações dos parâmetros ambientais de qualidade do ar interior e exterior;
- Medição dos parâmetros de conforto térmico.

2.2.2. Levantamento de dados sobre as habitações dos trabalhadores

As avaliações foram realizadas na divisão da habitação em que o trabalhador se encontrava quando estava em teletrabalho. Foram realizadas avaliações na cozinha, no quarto, no escritório e na sala.

2.2.3. Levantamento de dados sobre os locais de trabalho dos trabalhadores

As avaliações foram realizadas nos locais de trabalho de cada um dos 70 trabalhadores que aceitaram participar no estudo.

Muitos dos trabalhadores partilhavam o mesmo espaço de trabalho, ou seja, trabalhavam em locais que são designados de “*open space*”.

2.2.4. Grelhas de observação e registo – caracterização dos edifícios

Foram elaboradas duas grelhas de observação e registo, e o seu preenchimento foi realizado no decorrer das visitas às habitações e aos locais de trabalho, com a finalidade de avaliar as condições gerais dos edifícios, nomeadamente, tipo de sistema de ventilação, de aquecimento e arrefecimento, número de ocupantes e identificação de potenciais fontes de poluição interior e exterior.

As grelhas de observação e registo apresentavam várias partes distintas (Anexo 1 e Anexo 3). A primeira destinada à identificação geral dos locais onde se realizavam as avaliações ambientais. Na segunda parte foram registados elementos relacionados com os aspetos construtivos, aspetos de inspeção visual, plano de manutenção e limpeza, em suma, as condições existentes nos locais onde se efetuaram as medições, por forma a posteriormente caracterizá-los. A última parte era destinada a outras questões relevantes para a descrição das condições existentes.

2.2.5. Questionário de aplicação aos trabalhadores, relativo à perceção da condição de saúde

A metodologia usada no desenvolvimento da avaliação da perceção dos trabalhadores focou-se na distribuição de um questionário estruturado (Anexo 2), previamente autorizado pela IES, nomeadamente pelo Presidente e Encarregado de Proteção de Dados da Instituição.

Os questionários foram acompanhados de um esclarecimento aos trabalhadores, relativo ao objetivo do trabalho de investigação, tendo ainda sido informados que as respostas aos questionários seriam tratadas com total confidencialidade, sendo unicamente apresentados os resultados totais do estudo, sem qualquer indicação que pudesse levar à identificação específica dos trabalhadores.

O questionário foi construído, com recurso a uma revisão bibliográfica sobre o tema. Foi estruturado e elaborado com o objetivo de facilitar a interpretação das questões apresentadas, tendo sido sujeito a um pré-teste. O questionário encontrava-se dividido em quatro partes fundamentais: a primeira

parte era referente a dados pessoais, na segunda parte a informação recolhida era relativa à condição de saúde dos trabalhadores, a terceira era sobre hábitos e estilos de vida e a última parte era sobre as condições habitacionais, nomeadamente sobre o local onde os trabalhadores realizavam o teletrabalho.

2.2.6. Medição das concentrações dos parâmetros ambientais de qualidade do ar

Adotaram-se os limiares de proteção para os poluentes físico-químicos, de acordo com a Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de julho de 2021.

Para as partículas ultrafinas, $PM_{5,0}$, $PM_{1,0}$, $PM_{0,5}$, e $PM_{0,3}$ ainda não existem valores de referência na legislação portuguesa, no entanto, e dada a sua nocividade cada vez mais referenciada em vários estudos, bem como pela OMS, entendeu-se proceder também à sua avaliação.

A avaliação da qualidade do ar interior nas várias divisões das habitações, bem como nos locais de trabalho dos diversos trabalhadores avaliados foi feita por períodos de 30 minutos, com amostragens de minuto a minuto. As medições foram efetuadas quando o trabalhador se encontrava em teletrabalho, no caso das habitações (fevereiro a maio de 2021), e no local de trabalho, durante o meses de junho e julho de 2021, período em que devido à não obrigatoriedade de teletrabalho os trabalhadores já se encontravam de volta aos seus postos de trabalho.

As medições de cada local foram realizadas quer no período da manhã, quer no período da tarde. Os equipamentos foram colocados na posição mais próximo do trabalhador, afastados da parede e aproximadamente à altura das vias respiratórias do trabalhador, na posição de sentados. Nesta fase também foram consideradas as características do espaço, como a área do local avaliado, o volume do local, a condição das janelas e das portas, ou seja, se estavam abertas ou fechadas, a existência de ventilação artificial, aquecimento e potenciais fontes de poluição/contaminação. As medições da qualidade do ar exterior decorreram junto de uma entrada de ar para o interior, à mesma altura a que foram realizadas as medições de QAI.

A recolha de dados foi realizada através de equipamentos adequados, calibrados e homologados para medir os diferentes parâmetros da qualidade do ar interior.

Em cada divisão das habitações a avaliar, bem como dos postos de trabalho dos trabalhadores, foram medidos treze parâmetros: T° , Hr, Velocidade do ar, CO_2 , CO, CH_2O , PM_{10} , $PM_{5,0}$, $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$, $PM_{0,5}$, $PM_{0,3}$ e partículas ultrafinas.

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- O *Q-Track Plus* da marca TSI, modelo 8552/8554, para avaliação do CO, CO₂, T° e Hr;
- O DELTA OHM HD32.1, *Caselle di Selvazzano* (PD), Itália, para avaliação da velocidade do ar;
- O *Particles Counters* da marca *Lighthouse Worldwide Solutions*, modelo 3016 IAQ, para avaliação das partículas;
- O P-Track Ultrafine Particle Counter, modelo 8525, para avaliação das partículas ultrafinas;
- O medidor *PPM Formaldemeter TM htV – IAQ*, Monitor para avaliação da concentração de CH₂O.

De forma resumida, apresentam-se, no Quadro 2, os parâmetros avaliados, o tipo de equipamentos utilizados e a metodologia de monitorização.

Quadro 2 - Parâmetros avaliados, equipamentos e métodos de monitorização

| Designação | Equipamento | Marca | Local | País | Gama de Medição | Métodos de Monitorização M.I. ⁽¹⁾ | Método/Princípio de Referência ⁽²⁾ | Métodos/Princípio equivalentes ⁽³⁾ |
|--|--|-------------------------------|----------------------------|--------|---|---|---|--|
| Avaliação da velocidade do ar | DELTA OHM HD32.1 | DELTA OHM | Caselle di Selvazzano (PD) | Itália | Sensor da velocidade do Ar AP3203: de 0,05 a 5m/s | | | |
| Avaliação da Humidade relativa | Q-TrakTM Plus – IAQ Monitor | TSI | Shoreview, MN | U.S.A. | Hr: 0 a 95% | Sensor Eletroquímico | | |
| Avaliação da temperatura | Q-TrakTM Plus – IAQ Monitor | TSI | Shoreview, MN | U.S.A. | T°C: 0 a 50°C | Sensor Eletroquímico | | |
| Avaliação da concentração de CO ₂ | Q-TrakTM Plus – IAQ Monitor | TSI | Shoreview, MN | U.S.A. | CO ₂ : 0 a 5000 ppm | Sensor NDIR | Infravermelho não dispersivo (NDIR) | Método eletroquímico; Infravermelho |
| Avaliação da concentração de CO | Q-TrakTM Plus – IAQ Monitor | TSI | Shoreview, MN | U.S.A. | CO: 0 a 500 ppm | Sensor Eletroquímico | Eletroquímico | Método eletroquímico |
| Avaliação da concentração de CH ₂ O | PPM Formaldemeter TM htV – IAQ Monitor | PPM Technology | Wales | UK | CH ₂ O: 0 a 10 ppm | Sensor Eletroquímico | Eletroquímico | Método eletroquímico |
| Avaliação da concentração de partículas em suspensão no ar | Particles Counters | Lighthouse Worlwide Solutions | Kato Road, Fremont | U.S.A. | 0 a 8.000.000 partículas | Sensor a laser | laser de díodo | Método de laser díodo |
| Avaliação da concentração de partículas ultrafinas | P-Track Ultrafine Particle Counter | TSI | Shoreview, MN | U.S.A. | 0 a 500.000 partículas | Contagem fotométrica de partículas ultrafinas | Contador por núcleo de condensação | Método de amostragem de Contador por núcleo de condensação |

(1) M.I. – Método interno de acordo com a NT-SCE-02 (Princípio de Referência ou Princípio Equivalente); (2) Método/Princípio de Referência – O método de referência é um método estabelecido por legislação nacional, comunitária, ou internacional (ex. ISO) para a medição de um poluente específico do ar ambiente. Os métodos CEN (EM-ISO), são considerados métodos de referência; (3) Métodos/Princípios Equivalentes – O método equivalente é um método de medição que estabelece uma resposta adequada para os fins em vista em relação ao método de referência; no método equivalente, os resultados não diferem do método de referência dentro de um determinado intervalo de incerteza estatística; (4) NDIR – *mandispersive infrared sensor* (Infra Vermelho Não Dispersivo).

2.3. Processamento e análise de dados

Foi construída uma base de dados com a informação resultante da aplicação dos instrumentos de recolha de dados, a qual foi tratada através do *software IBM SPSS Statistics*, versão 27.0.

Quanto às medidas de estatística descritiva para se poderem caracterizar as avaliações analíticas, bem como os indicadores estruturais e físicos dos espaços avaliados dos trabalhadores recorreu-se a medidas de tendência central e dispersão absolutas, e à análise de frequências (n e %).

Para a decisão da escolha dos testes estatísticos que dessem resposta às propostas inicialmente delineadas (hipóteses de investigação) realizou-se um estudo prévio das variáveis principais (dependentes) quanto às medidas de forma (assimetria, curtose e distribuição normal) no que diz respeito aos modelos paramétricos ou não paramétricos.

Quanto aos testes estatísticos aplicados recorreremos aos seguintes: Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, Qui-quadrado de Pearson, Teste Exato de Fisher e Razão dos Produtos Cruzados (Odds Ratio). As estimativas obtidas com base nos testes estatísticos foram realizadas num nível de confiança de 95% para um erro aleatório $\leq 5\%$.

2.4. Aspetos éticos

Antecipadamente ao início das atividades de campo foi solicitada autorização ao Presidente da IES, ao Encarregado de Proteção de Dados e aos trabalhadores da IES, para a recolha dos dados necessários à elaboração do estudo. Após estas autorizações, foi realizado um esclarecimento dirigido aos trabalhadores, com o objetivo de informar e esclarecer quais os objetivos do estudo.

Os resultados obtidos neste estudo, bem como a informação alusiva a medidas de natureza corretiva compreendidas como pertinentes serão apresentados aos trabalhadores e ao Presidente da IES.

CAPÍTULO III – RESULTADOS

3.1. Caracterização da amostra

Este estudo decorreu na zona centro do país, num município com clima mediterrânico.

Foram avaliadas 70 habitações de trabalhadores de uma IES que se encontravam em teletrabalho durante os anos de 2020 e 2021. Os trabalhadores habitavam, maioritariamente, no centro da cidade (41,4%), seguido da zona suburbana (38,6%). Apenas 20% dos trabalhadores moravam numa zona rural.

A maioria das casas avaliadas tinha entre 11 e 30 anos (41 casas). Relativamente ao tipo de casa avaliada, foram classificadas em casa térrea (apenas rés-do-chão), apartamento (em diferentes andares de prédios) e em vivendas (casa com mais de 1 piso). 35,0% das habitações situava-se no rés-do-chão, apresentando estas com maior frequência, sinais diretos de humidade (91,4%), nomeadamente no local onde o trabalhador desempenhava as suas funções de teletrabalho.

As habitações possuíam todas ventilação natural e as janelas eram de vidro duplo. 30% possuíam ar condicionado e 51,4% possuíam sistema de aquecimento (na maioria lareira e ar condicionado).

No momento em que foram realizadas as avaliações de qualidade do ar, estavam na maioria das habitações (81,5%), duas ou três pessoas e 92,9% dos espaços encontravam-se com as janelas abertas. Em relação às condições meteorológicas, na maioria dos dias, estava sol e céu limpo (72,9%).

Foram avaliados, também, os postos de trabalho destes trabalhadores. Os 70 trabalhadores exerciam as suas atividades distribuídos por 18 locais diferentes, nomeadamente: Serviço de Compras e Aprovisionamento, Departamento de Gestão Financeira, Departamento de Gestão de Património e Infraestruturas, Departamento de Gestão de Recursos Humanos, Secretariado – Serviços de Ação Social, Departamento de Gestão Académica, Unidade de Alimentação e Nutrição, Serviço de Saúde Ocupacional e Ambiental, Instituto de Investigação Aplicada – Secretariado, Gabinete de Apoio à Presidência, Informática 1, Informática 2, Centro Cultural Penedo da Saudade 1 e Centro Cultural Penedo da Saudade 2, Gabinete de Interface com a Comunidade, Gabinete de Comunicação Institucional e Imagem, Gabinete de Cursos Técnicos Superiores Profissionais e Gabinete da Qualidade.

Os sistemas de ar condicionado e de aquecimento encontravam-se desligados, respetivamente, em 94,4% e 83,6% dos locais de trabalho. Na maioria dos locais de trabalho avaliados encontravam-se dois ou mais trabalhadores, em simultâneo, aquando da realização das medições.

Os trabalhadores que participaram no estudo eram profissionais não docentes e trabalhavam em edifícios diferentes, apesar de pertencerem à mesma IES. Tinham idades compreendidas entre os 36 e os 55 anos (88,6%), sendo a maioria do sexo feminino (48 trabalhadoras). Possuíam, na sua maioria, como habilitações literárias, um curso superior (78,6%). Em termos de categoria profissional, 45,7% eram Técnicos Superiores e 34,3% eram Assistentes Técnicos. A maioria dos trabalhadores não fumava, e aqueles que disseram que fumavam, não o faziam dentro dos edifícios.

Foram, ainda, efetuadas medições de qualidade do ar exterior na zona envolvente das habitações e dos locais de trabalho.

3.2. Monitorização da qualidade do ar nas habitações e meio envolvente

Nesta secção apresentam-se os dados de qualidade do ar avaliados no interior das habitações, nas divisões usadas pelos trabalhadores no desempenho das suas funções em regime de teletrabalho. As avaliações foram efetuadas de fevereiro a maio de 2021. Os valores foram analisados de acordo com a legislação em vigor.

3.2.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações

No Quadro 3 pode-se observar os valores dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações, nomeadamente a média, mediana, desvio padrão e o valor máximo encontrado, bem como o limite legalmente estabelecido para cada um dos parâmetros ambientais. De referir que não existe limiar de proteção estabelecido na legislação de qualidade do ar interior, para as $PM_{0,3}$, $PM_{0,5}$, $PM_{1,0}$, $PM_{5,0}$ e partículas ultrafinas.

Quadro 3 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Limiar de Proteção (Portaria n.º 138-G/2021, de 1 julho) |
|-----------------------|--------------|---------|---------|---------------|----------|--|
| CO ppm | 4200 | 1,955 | 2,000 | 0,99 | 2,300 | 9 ppmv |
| CO ₂ ppm | 4200 | 455,837 | 351,000 | 273,532 | 1540,000 | 1250 ppmv |
| CH ₂ O ppm | 4200 | 0,004 | 0,000 | 0,012 | 0,180 | 0,08 ppmv |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Limiar de Proteção (Portaria n.º 138-G/2021, de 1 julho) |
|-------------------------------------|--------------|-----------|----------|---------------|-----------|--|
| PM _{2,5} µg/m ³ | 4200 | 14,859 | 9,080 | 14,283 | 156,230 | 25 µg/m ³ |
| PM ₁₀ µg/m ³ | 4200 | 20,823 | 14,330 | 22,748 | 194,150 | 50 µg/m ³ |
| PM _{0,3} µg/m ³ | 4200 | 2,024 | 1,270 | 2,869 | 24,340 | --- |
| PM _{0,5} µg/m ³ | 4200 | 1,504 | 0,860 | 1,992 | 26,150 | --- |
| PM _{1,0} µg/m ³ | 4200 | 4,339 | 2,310 | 4,347 | 44,360 | --- |
| PM _{5,0} µg/m ³ | 4200 | 12,170 | 7,610 | 14,757 | 199,700 | --- |
| Partículas Ultrafinas | 4200 | 11451,215 | 6593,000 | 12841,329 | 99625,000 | --- |

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Gama recomendada (Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de agosto) |
|---------------------|--------------|--------|---------|---------------|--------|--|
| T °C | 4200 | 19,803 | 20,200 | 2,115 | 23,800 | 18 – 22 °C |
| Hr % | 4200 | 56,665 | 58,000 | 9,814 | 91,700 | 50-70% |

Da análise das 4200 medições realizadas, aos vários parâmetros ambientais, pode-se evidenciar que em algumas habitações, os valores máximos encontrados, eram elevados quando comparados com o limiar de proteção estabelecido. Os valores que ultrapassaram o limiar de proteção correspondiam ao CO₂, CH₂O, PM_{2,5} e PM₁₀. Relativamente à temperatura do ar e humidade relativa, também existiram habitações cujos valores máximos foram ultrapassados, de acordo com o Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de agosto.

Destaca-se ainda, a grande quantidade de partículas ultrafinas que se encontravam no interior das habitações. Apesar de não existir valor legal estabelecido, as partículas ultrafinas são um dos parâmetros ambientais que nos últimos anos mais tem despertado preocupação nos cientistas e profissionais de saúde devido aos eventuais malefícios que poderão provocar na saúde humana.

Tendo em consideração os resultados verificados, existiu a necessidade de analisar a conformidade legal dos resultados das medições dos poluentes físico-químicos, mediante a observação seguinte:

- Critério geral $[\text{Poluente}]_{\text{Max}} \leq [\text{Poluente}]_{\text{LP}}$, nos termos do qual:
 - a) $[\text{Poluente}]_{\text{LP}}$ corresponde ao limiar de proteção do poluente;
 - b) $[\text{Poluente}]_{\text{Max}}$ corresponde ao valor máximo das concentrações médias obtidas em todos os pontos de amostragem.
- No caso de edifícios existentes e de edifícios novos sem sistemas mecânicos de ventilação, pode ser considerada uma margem de tolerância (MT) segundo o critério de conformidade $[\text{Poluente}]_{\text{Max}} \leq [\text{Poluente}]_{\text{LP}} \times (1 + \text{MT})$, nos termos do qual a MT é expressa como

percentagem estabelecida para cada poluente, conforme a Tabela I constante do Anexo I à Portaria 138-G/2021, de 1 de julho.

Assim, para as PM_{2,5}:

$156,230 \leq 25 \times (1 + 1) = 156,230 \leq 50$, logo não cumpre a condição específica de conformidade.

Quanto às PM₁₀:

$194,150 \leq 50 \times (1 + 1) = 194,150 \leq 100$, logo não cumpre a condição específica de conformidade.

Em relação ao CO₂:

$1540,000 \leq 1250 \times (1 + 0,3) = 1540,00 \leq 1625$, logo cumpre a condição específica de conformidade.

3.2.1.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações, durante os períodos da manhã e da tarde

De seguida pretendeu-se avaliar a concentração dos vários parâmetros ambientais no interior das habitações, tendo em consideração os diferentes períodos do dia (Quadro 4).

Quadro 4 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações, durante os períodos da manhã e da tarde

| Período | Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|---------|-------------------------------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|
| Manhã | CO ppm | 2100 | 1,977 | 2,000 | 0,100 | 2,300 |
| | CO ₂ ppm | 2100 | 504,401 | 370,000 | 330,999 | 1540,000 |
| | CH ₂ O ppm | 2100 | 0,005 | 0,000 | 0,014 | 0,180 |
| | PM _{2,5} µg/m ³ | 2100 | 14,376 | 8,700 | 14,843 | 156,230 |
| | PM ₁₀ µg/m ³ | 2100 | 21,284 | 15,250 | 21,163 | 171,500 |
| | PM _{0,3} µg/m ³ | 2100 | 1,778 | 1,310 | 1,427 | 9,270 |
| | PM _{0,5} µg/m ³ | 2100 | 1,340 | 0,940 | 1,419 | 26,150 |
| | PM _{1,0} µg/m ³ | 2100 | 4,264 | 2,270 | 4,600 | 44,360 |
| | PM _{5,0} µg/m ³ | 2100 | 11,939 | 7,610 | 14,862 | 199,700 |
| | Partículas Ultrafinas | 2100 | 8563,372 | 5538,500 | 10298,859 | 97303,000 |
| | T °C | 2100 | 19,365 | 20,000 | 2,260 | 22,700 |
| Hr % | 2100 | 57,634 | 59,300 | 9,990 | 91,700 | |
| Tarde | CO ppm | 2100 | 1,934 | 1,900 | 0,094 | 2,200 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Período | Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|---------|-------------------------------------|--------------|-----------|----------|---------------|-----------|
| Tarde | CO ₂ ppm | 2100 | 407,274 | 345,000 | 188,136 | 1243,000 |
| | CH ₂ O ppm | 2100 | 0,003 | 0,000 | 0,009 | 0,100 |
| | PM _{2,5} µg/m ³ | 2100 | 15,341 | 9,510 | 13,687 | 58,310 |
| | PM ₁₀ µg/m ³ | 2100 | 20,362 | 13,870 | 24,225 | 194,150 |
| | PM _{0,3} µg/m ³ | 2100 | 2,269 | 1,140 | 3,783 | 24,340 |
| | PM _{0,5} µg/m ³ | 2100 | 1,667 | 0,790 | 2,423 | 15,000 |
| | PM _{1,0} µg/m ³ | 2100 | 4,413 | 2,330 | 4,077 | 22,100 |
| | PM _{5,0} µg/m ³ | 2100 | 12,401 | 7,410 | 14,651 | 111,940 |
| | Partículas Ultrafinas | 2100 | 14339,057 | 9976,500 | 14391,814 | 99625,000 |
| | T °C | 2100 | 20,241 | 20,500 | 1,859 | 23,800 |
| | Hr % | 2100 | 55,696 | 57,300 | 9,539 | 76,200 |

Verificou-se que das 2100 medições feitas, os valores de CO₂, durante a manhã atingiram em algumas habitações o valor de 1540 ppm, de CH₂O o valor de 0,180 ppm, de PM_{2,5} a 156,230 µg/m³ e as PM₁₀ chegaram a 171,500 µg/m³. Relativamente à temperatura do ar, existiram valores de 22,700°C e de humidade relativa de 91,700%. Desta forma pode-se realçar que os valores máximos de CO₂, PM_{2,5}, PM₁₀, T° e Hr, ultrapassaram o limiar de proteção, no período da manhã. O valor máximo observado de CO₂, cumpre, se aplicada a respetiva margem de tolerância.

Pode-se observar através do Quadro 4, que relativamente ao período da tarde, os valores máximos de CH₂O ultrapassaram (0,100 ppm) o valor limite legal, bem como as PM_{2,5} (58,310 µg/m³) e as PM₁₀ (194,150 µg/m³). Relativamente à temperatura do ar, existiram valores de 23,800°C e de humidade relativa de 76,200%. Neste sentido, destacam-se as PM_{2,5}, as PM₁₀, a T° e Hr, como os parâmetros ambientais e de conforto térmico que ultrapassaram o limite estabelecido, no período da manhã.

3.2.1.2. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados nas divisões que os trabalhadores usavam para o teletrabalho

No Quadro 5 apresenta-se a concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados nas diferentes divisões das habitações.

De referir que de acordo com as suas respostas aos questionários, estes indicaram que realizavam o teletrabalho, ou no escritório, ou na sala, ou na cozinha, ou no quarto.

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

Quadro 5 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações, nas divisões em que os trabalhadores usavam para o teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | Divisão | N.º Medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Limiar de Proteção (Portaria n.º 138-G/2021, de 1 julho) |
|-------------------------------------|------------|--------------|---------|---------|---------------|----------|---|
| CO ppm | Cozinha | 120 | 1,979 | 2,000 | 0,078 | 2,200 | 9 ppmv |
| | Escritório | 840 | 1,941 | 1,900 | 0,076 | 2,200 | |
| | Quarto | 540 | 1,988 | 2,000 | 0,081 | 2,100 | |
| | Sala | 2700 | 1,952 | 1,900 | 0,108 | 2,300 | |
| CO ₂ ppm | Cozinha | 120 | 390,200 | 291,000 | 207,056 | 792,000 | 1250 ppmv |
| | Escritório | 840 | 572,275 | 502,000 | 274,370 | 1168,000 | |
| | Quarto | 540 | 497,857 | 348,500 | 321,937 | 1529,000 | |
| | Sala | 2700 | 414,126 | 306,000 | 252,800 | 1540,000 | |
| CH ₂ O ppm | Cozinha | 120 | 0,001 | 0,000 | 0,003 | 0,010 | 0,08 ppmv |
| | Escritório | 840 | 0,001 | 0,000 | 0,007 | 0,100 | |
| | Quarto | 540 | 0,001 | 0,000 | 0,005 | 0,100 | |
| | Sala | 2700 | 0,005 | 0,000 | 0,013 | 0,180 | |
| PM _{2,5} µg/m ³ | Cozinha | 120 | 6,181 | 5,460 | 2,528 | 23,550 | 25 µg/m ³ |
| | Escritório | 840 | 19,339 | 12,345 | 14,780 | 77,000 | |
| | Quarto | 540 | 15,919 | 11,580 | 10,495 | 72,700 | |
| | Sala | 2700 | 13,638 | 8,250 | 14,693 | 156,230 | |
| PM ₁₀ µg/m ³ | Cozinha | 120 | 11,572 | 10,800 | 6,520 | 49,000 | 50 µg/m ³ |
| | Escritório | 840 | 13,405 | 12,020 | 7,520 | 53,160 | |
| | Quarto | 540 | 38,691 | 19,420 | 44,173 | 194,150 | |
| | Sala | 2700 | 19,968 | 16,180 | 17,617 | 171,500 | |
| PM _{0,3} µg/m ³ | Cozinha | 120 | 1,420 | 0,890 | 0,953 | 3,260 | --- |
| | Escritório | 840 | 2,106 | 1,660 | 1,408 | 9,660 | |
| | Quarto | 540 | 3,578 | 1,230 | 6,416 | 24,340 | |
| | Sala | 2700 | 1,714 | 1,120 | 1,825 | 11,510 | |
| PM _{0,5} µg/m ³ | Cozinha | 120 | 1,087 | 0,650 | 0,778 | 2,560 | --- |
| | Escritório | 840 | 1,803 | 1,890 | 1,173 | 14,400 | |
| | Quarto | 540 | 2,081 | 0,640 | 3,837 | 15,000 | |
| | Sala | 2700 | 1,313 | 0,720 | 1,625 | 26,150 | |
| PM _{1,0} µg/m ³ | Cozinha | 120 | 2,104 | 1,785 | 1,021 | 4,070 | --- |
| | Escritório | 840 | 6,927 | 4,600 | 5,723 | 44,360 | |
| | Quarto | 540 | 3,523 | 2,450 | 3,378 | 14,570 | |
| | Sala | 2700 | 3,796 | 2,150 | 3,762 | 33,670 | |
| PM _{5,0} µg/m ³ | Cozinha | 120 | 6,899 | 5,070 | 13,491 | 107,260 | --- |
| | Escritório | 840 | 8,266 | 7,410 | 4,987 | 27,800 | |
| | Quarto | 540 | 21,680 | 10,140 | 24,624 | 111,940 | |
| | Sala | 2700 | 11,717 | 7,315 | 17,617 | 199,700 | |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | Divisão | N.º Medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Limiar de Proteção (Portaria n.º 138-G/2021, de 1 julho) |
|-----------------------|------------|--------------|-----------|----------|---------------|-----------|---|
| Partículas Ultrafinas | Cozinha | 120 | 6700,800 | 6992,000 | 1919,335 | 13153,000 | --- |
| | Escritório | 840 | 8615,443 | 4559,000 | 10101,215 | 97303,000 | |
| | Quarto | 540 | 14143,017 | 5757,500 | 19431,618 | 78983,000 | |
| | Sala | 2700 | 12006,224 | 7367,500 | 11999,776 | 99625,000 | |
| Parâmetro Ambiental | Divisão | N.º Medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Gama recomendada (Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de agosto) |
| T °C | Cozinha | 120 | 17,746 | 18,550 | 2,216 | 19,800 | 18 – 22 °C |
| | Escritório | 840 | 20,721 | 21,000 | 2,079 | 23,500 | |
| | Quarto | 540 | 20,129 | 20,300 | 1,636 | 21,500 | |
| | Sala | 2700 | 19,544 | 20,000 | 2,080 | 23,800 | |
| Hr % | Cozinha | 120 | 68,366 | 67,200 | 5,080 | 84,100 | 50 – 70 % |
| | Escritório | 840 | 60,128 | 59,750 | 5,724 | 84,000 | |
| | Quarto | 540 | 64,133 | 63,000 | 5,447 | 83,000 | |
| | Sala | 2700 | 53,574 | 53,200 | 10,103 | 91,700 | |

Destaca-se, do Quadro 5, no que respeita ao CO₂, que é no quarto e na sala que os valores são mais elevados, e no que concerne ao CH₂O, PM_{2,5} e PM₁₀ é nos escritórios, quartos e salas que os valores são mais elevados.

No que se refere ao conforto térmico, nomeadamente a temperatura do ar, esta é mais elevada no escritório e na sala e no que respeita à humidade relativa esta foi elevada em todas as divisões da habitação onde os trabalhadores se encontravam a realizar o teletrabalho.

3.2.2. Concentração média dos parâmetros ambientais, avaliados nas divisões que os trabalhadores usavam para o teletrabalho, tendo em consideração os valores de limiar de proteção

Para melhor compreensão das distribuições de valores médios dos parâmetros ambientais de qualidade do ar interior, que têm na legislação um valor limite, designadamente, o CO₂, CO, CH₂O, PM_{2,5} e PM₁₀, optou-se, também, por apresentar os resultados em forma de gráfico.

3.2.2.1. Concentração média de CO₂

No Gráfico 1 são apresentados os resultados referentes ao CO₂.

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

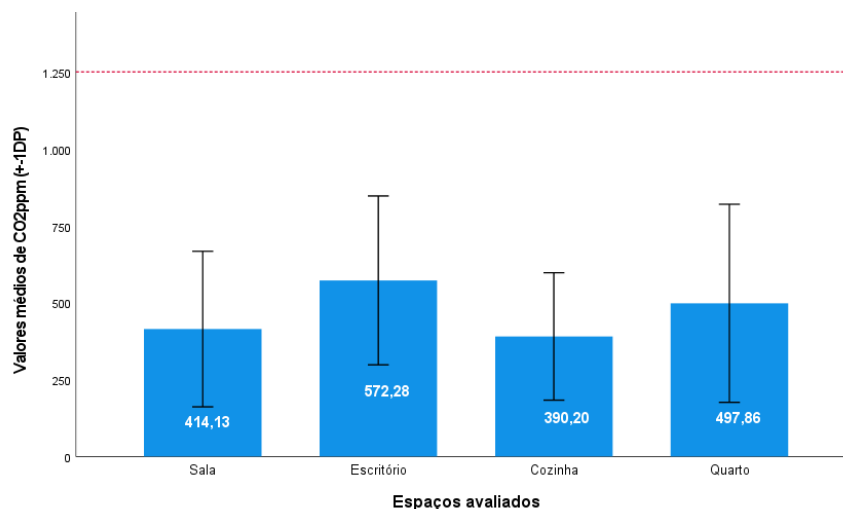


Gráfico 1 - Concentração média de CO₂

Tendo em consideração a legislação em vigor para a qualidade do ar interior, o limiar de proteção para o CO₂, é de 1250 ppm. Em nenhuma das divisões a concentração média ultrapassou o limiar de proteção legislado. No entanto, foi verificado que no quarto (1529,000 ppm) e na sala (1540 ppm) os valores máximos, embora muito superiores aos valores médios, não ultrapassaram o limiar de proteção, se aplicada a margem de tolerância.

3.2.2.2. Concentração média de CO

No Gráfico 2 são apresentados os resultados referentes ao CO.

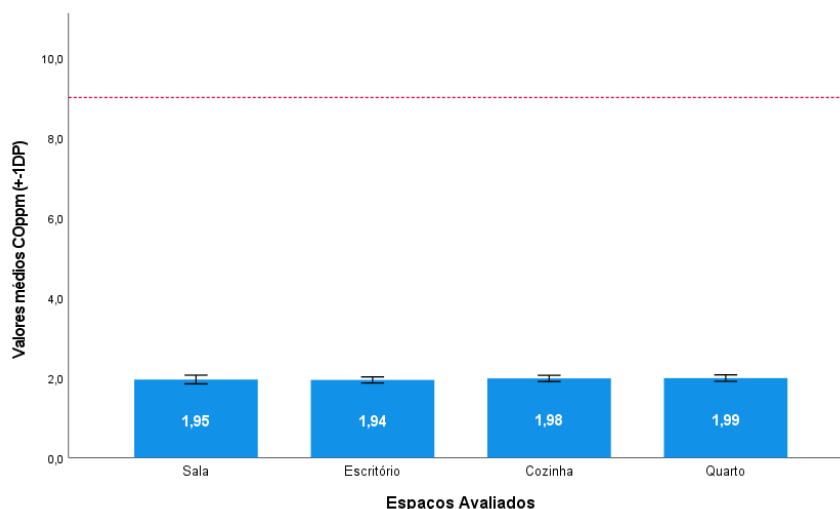


Gráfico 2 - Concentração média de CO

De acordo com a legislação em vigor para a qualidade do ar interior, o limiar de proteção para o CO, é de 9 ppm.

Foi constatado, que no escritório que os valores eram, em média, mais baixos (1,94 ppm), e que na cozinha (1,98 ppm) e quarto (1,99 ppm) foi onde se verificaram os valores médios mais elevados de CO. Quanto aos valores máximos verificados nas divisões avaliadas eles situaram-se entre 2,100 ppm e 2,300 ppm, sendo no espaço sala que se verificou o valor máximo mais elevado.

3.2.2.3. Concentração média de CH₂O

De seguida, apresentam-se, no Gráfico 3, os resultados referentes ao CH₂O.

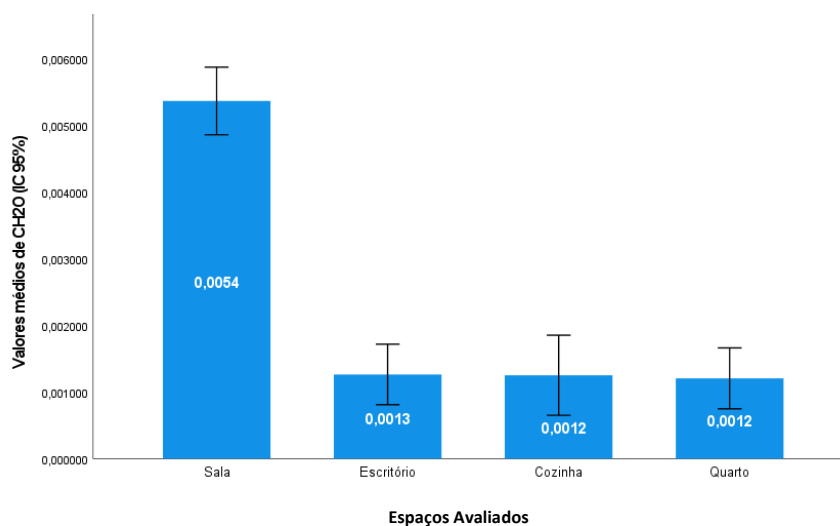


Gráfico 3 - Concentração média de CH₂O

A lei estabelece como limiar de proteção para o CH₂O o valor de 0,08 ppm.

Foi observado, que em termos médios, os valores de concentração de CH₂O não ultrapassaram o limiar de proteção. No entanto, em termos de concentração máxima, o limiar de proteção foi ultrapassado em todas as divisões, atingindo o valor máximo de 0,180 ppm na sala.

3.2.2.4. Concentração média de PM_{2,5}

Apresentam-se, no Gráfico 4, os resultados referentes às PM_{2,5}.

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

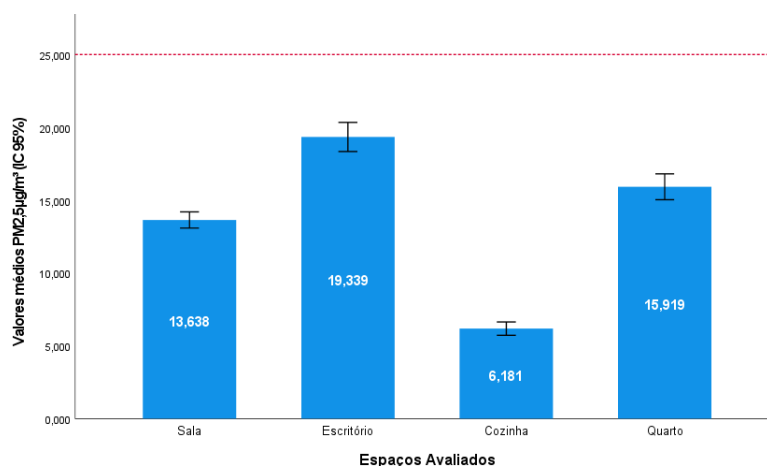


Gráfico 4 - Concentração média de PM_{2,5}

O limiar de proteção para as PM_{2,5} é de 25 µg/m³.

Em termos médios, a concentração de PM_{2,5} não ultrapassou o limiar de proteção legalmente estabelecido. Em termos de valores máximos, o valor de limiar de proteção foi ultrapassado, em todas as divisões, com exceção da cozinha. No entanto, apesar desta condição, ao aplicar-se a margem de tolerância esta apenas é cumprida na cozinha.

3.2.2.5. Concentração média de PM₁₀

De seguida, é apresentado o Gráfico 5, os resultados referentes às PM₁₀.

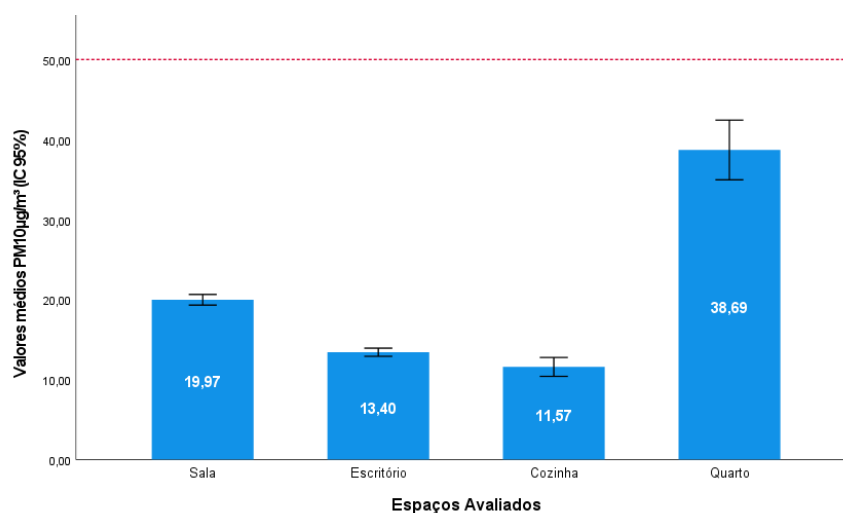


Gráfico 5 - Concentração média de PM₁₀

O limiar de proteção estabelecido na legislação em vigor, para as PM_{10} , é de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Foi constatado que a concentração média obtida não ultrapassou o limiar de proteção estabelecido.

No que se refere aos valores máximos atingidos em cada divisão analisada, foi verificado que o limiar de proteção teve comportamento semelhante ao verificado nas $PM_{2,5}$, ou seja, foi excedido em todas as divisões, com exceção da cozinha. No entanto, apesar desta condição, ao aplicar-se a margem de tolerância esta é cumprida para a cozinha e para o escritório.

3.2.2.6. Apresentação dos valores de temperatura do ar

No que respeita à temperatura do ar, é apresentado o Gráfico 6, os valores médios por divisão.

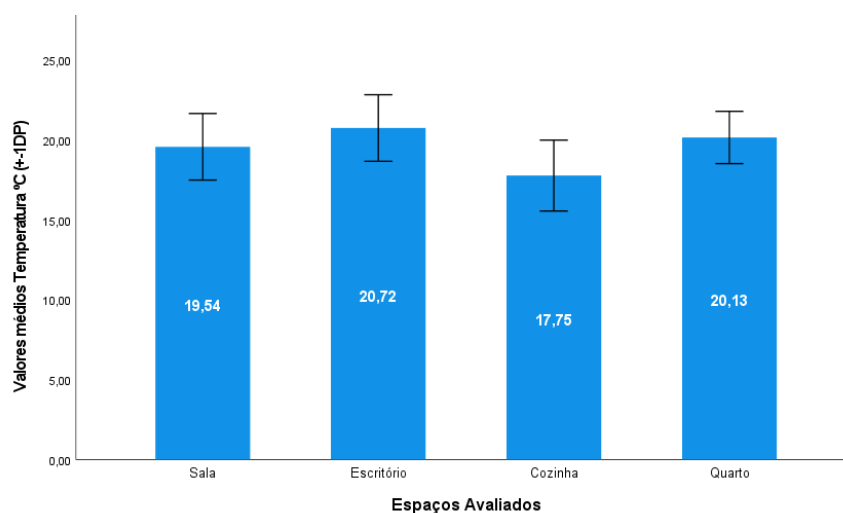


Gráfico 6 - Valores médios da temperatura do ar

As condições ambientais de conforto térmico de referência, de acordo com o Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de agosto, são uma temperatura do ar, entre 18 e 22°C, e entre 50 a 70%, de humidade relativa.

Foi verificado, em relação ao parâmetro temperatura do ar, que este não ultrapassou (em termos médios), o intervalo estabelecido. Constatámos ainda, que foi no escritório (20,72°C) que os valores se revelaram mais elevados, e que na cozinha (17,75°C) foi onde se verificaram os valores médios mais baixos. No entanto, os valores de referência não se encontravam em conformidade no escritório e na sala.

Para uma melhor compreensão dos referidos valores médios de temperatura do ar encontrados, optámos, também, por apresentar os resultados de outra forma gráfica.

No Gráfico 7, apresentamos, de forma mais detalhada, os valores referentes à temperatura do ar.

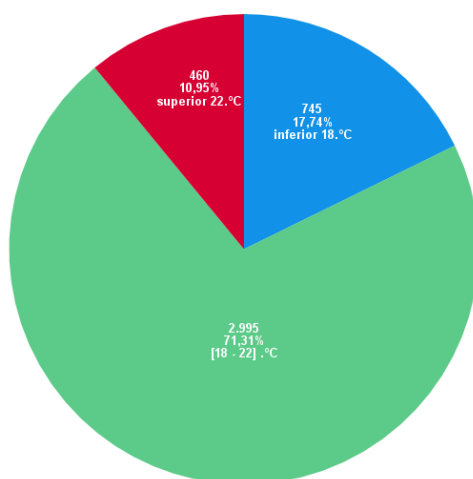


Gráfico 7 - Valores da temperatura do ar, apresentados por intervalos

Através da análise do Gráfico 7, podemos observar que a grande maioria das avaliações (71,31%) realizadas à temperatura do ar no interior dos edifícios, encontravam-se dentro do intervalo de 18 - 22°C. No entanto, é de destacar as várias medições realizadas, que se encontravam abaixo dos 18°C (17,74%), e que estavam acima dos 22°C (10,95%), ou seja, que não cumpriam com os valores definidos como aceitáveis (28,69%).

3.2.2.7. Apresentação dos valores de humidade relativa

No que respeita à humidade relativa, apresenta-se no Gráfico 8, os valores médios por divisão.

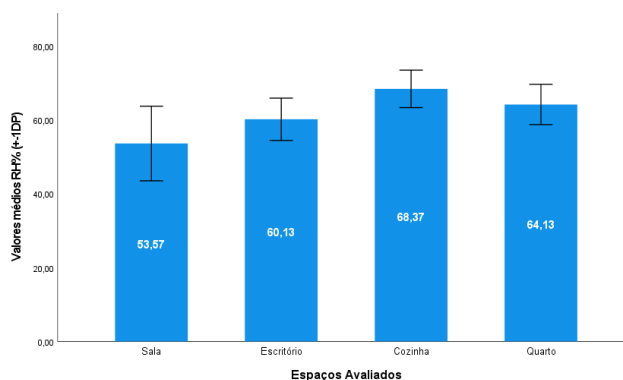


Gráfico 8 - Valores médios de humidade relativa

Foi constatado que este parâmetro não ultrapassou, em termos médios, o intervalo estabelecido (50-70%). Verificamos ainda, que foi na cozinha (68,37%) que os valores médios se revelaram mais elevados, e que na sala (53,57%) foi onde se verificaram os valores médios mais baixos.

No que respeita aos valores máximos em qualquer uma das divisões, o intervalo definido não estava em conformidade.

Para uma melhor perceção dos valores médios de humidade relativa encontrados, decidimos, ainda, apresentar os resultados de forma gráfica.

No Gráfico 9, apresenta-se, assim, de forma mais pormenorizada, os valores referentes à humidade relativa.

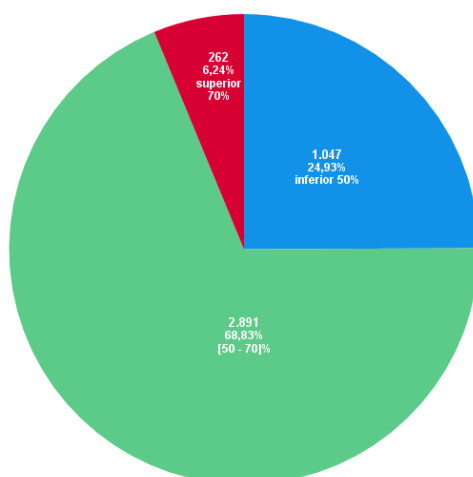


Gráfico 9 - Valores da humidade relativa, apresentados em intervalos

Pela análise do Gráfico 9, pode-se verificar que a grande maioria das avaliações médias (68,83%) realizadas à humidade relativa, no interior dos edifícios, se encontravam dentro do intervalo de 50-70%. De referir também, que 24,93% das medições estavam abaixo dos 50%, e que 6,24% das medições se encontravam acima dos 70%, ou seja, que não cumpriam com os valores definidos como aceitáveis (31,17%).

3.2.3. Concentração média das $PM_{0,3}$, $PM_{0,5}$, $PM_{1,0}$ e $PM_{5,0}$, avaliadas na divisão que os trabalhadores utilizavam para o teletrabalho

No que respeita às $PM_{0,3}$, $PM_{0,5}$, $PM_{1,0}$ e $PM_{5,0}$, importa referir que na legislação portuguesa não estão estabelecidos valores de limiar de proteção. Apesar desta questão, foi relevante fazer a sua análise e apresentação, tendo em consideração que quando está em causa a saúde das pessoas, as partículas são consideradas dos parâmetros ambientais mais nocivos. Assim, pode-se verificar no Gráfico 10 os valores médios encontrados por divisão da habitação avaliada.

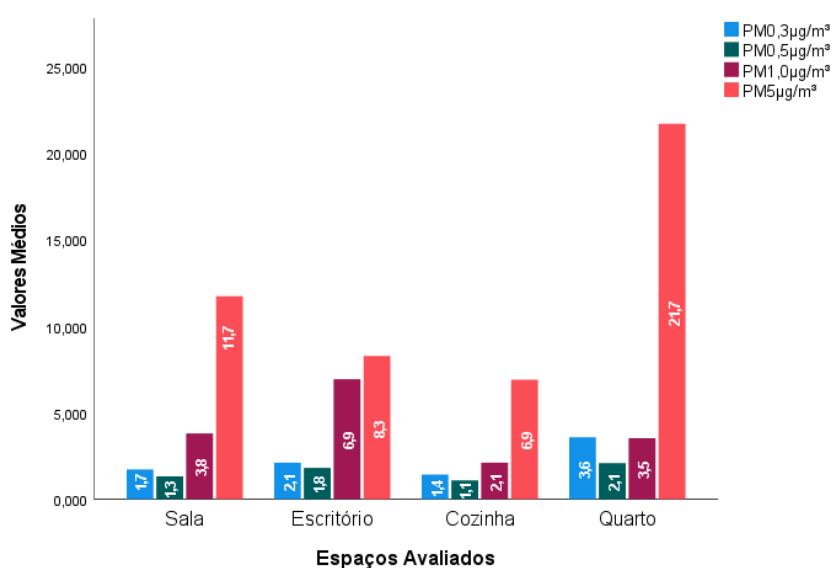


Gráfico 10 - Concentração média das $PM_{0,3}$, $PM_{0,5}$, $PM_{1,0}$ e $PM_{5,0}$, avaliadas por divisão da habitação

Através do Gráfico 10, verificou-se que as $PM_{5,0}$, eram as que apresentavam valores médios mais elevados em qualquer uma das divisões avaliadas, e as $PM_{0,5}$ as que se apresentavam de forma contrária, ou seja, registaram valores de concentração médios mais baixos nas diferentes divisões.

3.2.4. Concentração média das partículas ultrafinas, avaliadas na divisão que os trabalhadores utilizavam para o teletrabalho

Também no que concerne às partículas ultrafinas, importa mencionar que na legislação portuguesa não estão estabelecidos valores de limiar de proteção. No entanto, e pelas mesmas razões da anterior apresentação, foi tido o mesmo entendimento para as partículas ultrafinas.

No Gráfico 11 pode-se observar, os valores médios encontrados por divisão da habitação avaliada.

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

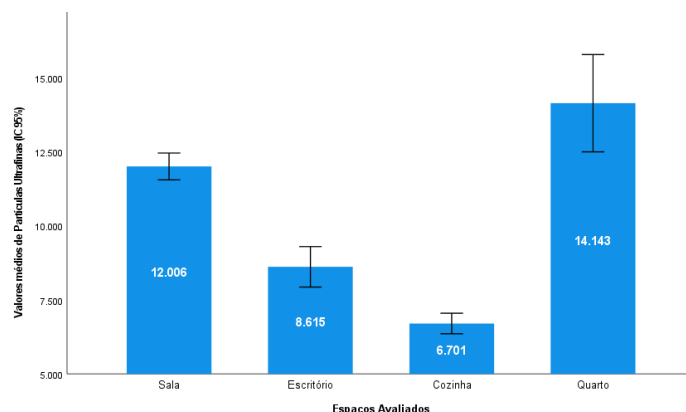


Gráfico 11 - Concentração média das partículas ultrafinas, por divisão da habitação

Pode-se verificar, pela análise do Gráfico 11, no que respeita às partículas ultrafinas, que foi no quarto (14143,017) e na sala (120006,224) que se encontravam em maior concentração.

3.2.5. Apresentação do número de medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco

Tendo em consideração que foram quatro os parâmetros ambientais avaliados no interior das habitações que ultrapassaram o limite de proteção estabelecido legalmente, optou-se por estudar mais detalhadamente estes parâmetros, ou seja, o CO₂, o CH₂O, as PM₁₀ e as PM_{2,5}, bem como os parâmetros de conforto térmico (temperatura do ar e humidade relativa).

3.2.5.1. Apresentação do CO₂, CH₂O, PM₁₀ e PM_{2,5}

De seguida, apresenta-se no Quadro 6 o número de medições para cada um dos parâmetros acima referidos, estabelecendo que sempre que o limiar de proteção era ultrapassado, os trabalhadores estavam em presença de risco, e quando esse limite não era ultrapassado os trabalhadores encontravam-se num contexto de ausência de risco.

Quadro 6 - Apresentação do CO₂, CH₂O, PM₁₀ e PM_{2,5}

| Parâmetro Ambiental | Ausência Presença de Risco | Número de Medições | % | Número de casas | % |
|---------------------|------------------------------|--------------------|--------|-----------------|--------|
| CO ₂ | Ausência de Risco | 4082 | 97,2% | 65 | 92,9% |
| | Presença de Risco | 118 | 2,8% | 5 | 7,1% |
| | Total | 4200 | 100,0% | 70 | 100,0% |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | Ausência Presença de Risco | Número de Medições | % | Número de casas | % |
|---------------------|------------------------------|--------------------|--------|-----------------|--------|
| CH ₂ O | Ausência de Risco | 4179 | 99,5% | 53 | 75,7% |
| | Presença de Risco | 21 | 0,5% | 17 | 24,3% |
| | Total | 4200 | 100,0% | 70 | 100,0% |
| PM ₁₀ | Ausência de Risco | 3965 | 94,4% | 49 | 70% |
| | Presença de Risco | 235 | 5,6% | 21 | 30% |
| | Total | 4200 | 100,0% | 70 | 100,0% |
| PM _{2,5} | Ausência de Risco | 3219 | 76,6% | 42 | 60,0% |
| | Presença de Risco | 981 | 23,4% | 28 | 40,0% |
| | Total | 4200 | 100,0% | 70 | 100,0% |

Pode-se constatar que existiram 118 medições realizadas ao CO₂ que se encontravam acima do valor limite legal e 21 medições de CH₂O que ultrapassaram o valor de limiar de proteção legislado. Relativamente às PM_{2,5}, verificou-se que ultrapassaram o limiar de proteção 981 medições e no caso das PM₁₀, 235 medições.

Apesar dos resultados apresentados, ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, constata-se que esta é cumprida no caso do CO₂, mas não se verifica nas PM_{2,5} e PM₁₀.

3.2.5.2. Relação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e as divisões da habitação usadas para teletrabalho

No Quadro 7, pretendeu-se compreender em que divisões das habitações, os trabalhadores estavam mais expostos ao risco.

Quadro 7 - Relação entre os parâmetros que passaram os valores limites e as divisões da habitação

| Divisão da habitação | Parâmetro ambiental | Ausência Presença de Risco | N.º Medições | % | |
|----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|-------|------|
| Sala | CO ₂ | Ausência de risco | 2610 | 96,7% | |
| | | Presença de risco | 90 | 3,3% | |
| | CH ₂ O | Ausência de risco | 2683 | 99,4% | |
| | | Presença de risco | 17 | 0,6% | |
| | PM _{2,5} | Ausência de risco | 2157 | 79,9% | |
| | | Presença de risco | 543 | 20,1% | |
| | PM ₁₀ | Ausência de risco | 2596 | 96,1% | |
| | | Presença de risco | 104 | 3,9% | |
| | Escritório | CO ₂ | Ausência de risco | 840 | 100% |
| | | | Presença de risco | 0 | 0% |
| CH ₂ O | | Ausência de risco | 837 | 99,6% | |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Divisão da habitação | Parâmetro ambiental | Ausência Presença de Risco | N.º Medições | % | |
|----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|-------|------|
| Escritório | PM _{2,5} | Presença de risco | 3 | 0,4% | |
| | | Ausência de risco | 518 | 61,7% | |
| | PM ₁₀ | Presença de risco | 322 | 38,3 | |
| | | Ausência de risco | 836 | 99,5% | |
| | Cozinha | CO ₂ | Presença de risco | 4 | 0,5% |
| | | | Ausência de risco | 120 | 100% |
| CH ₂ O | | Presença de risco | 0 | 0% | |
| | | Ausência de risco | 120 | 100% | |
| PM _{2,5} | | Presença de risco | 0 | 0% | |
| | | Ausência de risco | 120 | 100% | |
| Quarto | PM ₁₀ | Presença de risco | 0 | 0% | |
| | | Ausência de risco | 120 | 100% | |
| | CO ₂ | Presença de risco | 28 | 5,2% | |
| | | Ausência de risco | 512 | 94,8% | |
| | CH ₂ O | Presença de risco | 1 | 0,2% | |
| | | Ausência de risco | 539 | 99,8% | |
| PM _{2,5} | Presença de risco | 116 | 21,5% | | |
| | Ausência de risco | 424 | 78,5% | | |
| PM ₁₀ | Presença de risco | 127 | 23,5% | | |
| | Ausência de risco | 413 | 76,5% | | |

Pela análise do Quadro 7, verificou-se que relativamente ao CO₂, foi na sala e no quarto que os valores se revelaram mais elevados, quando comparados com a cozinha e o escritório. No que respeita ao CH₂O, foi na sala que os valores se apresentaram mais elevados, face às outras divisões. As concentrações de PM_{2,5} registaram-se mais elevadas no escritório e as PM₁₀ no quarto, quando comparadas com as concentrações registadas em outras divisões avaliadas.

Verificou-se que os trabalhadores que desempenhavam as suas funções em regime de teletrabalho na sala se encontravam na presença de maior risco, no que se refere às concentrações de CO₂, CH₂O, PM_{2,5} e PM₁₀, quando comparados com os trabalhadores que desempenhavam as suas funções noutra divisão das habitações.

Apesar dos resultados apresentados, ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, constata-se que esta é cumprida no caso do CO₂ em todas as divisões avaliadas. Quanto às PM_{2,5} ao aplicar-se a MT, esta é cumprida apenas na cozinha. Já no que se refere às PM₁₀, a MT é cumprida quer na cozinha, quer no escritório.

3.2.5.3. Relação das medições em que os trabalhadores se encontravam expostos ao risco e a localização das habitações

No Quadro 8, pretendeu-se compreender em que zonas de residência, os trabalhadores estavam mais expostos ao risco.

Quadro 8 - Relação entre os parâmetros que ultrapassaram os valores limites e a localização geográfica das residências dos trabalhadores

| | | | Localização do Edifício | | | Total |
|--|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|------------|--------|
| | | | Centro da Cidade | Zona Suburbana | Zona Rural | |
| Risco CO₂ X ² ; gl; p (8,575; 2; 0,014) | n | | 0 | 5 | 0 | 5 |
| | Sim | % risco | 0,0% | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 0,0% | 18,5% | 0,0% | 7,1% |
| | n | | 29 | 22 | 14 | 65 |
| | Não | % risco | 44,6% | 33,8% | 21,5% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 100,0% | 81,5% | 100,0% | 92,9% |
| Risco CH₂O X ² ; gl; p (2,175; 2; 0,337) | n | | 9 | 4 | 4 | 17 |
| | Sim | % risco | 52,9% | 23,5% | 23,5% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 31,0% | 14,8% | 28,6% | 24,3% |
| | n | | 20 | 23 | 10 | 53 |
| | Não | % risco | 37,7% | 43,4% | 18,9% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 69% | 85,2% | 71,4% | 75,7% |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (1,561; 2; 0,458) | n | | 11 | 13 | 4 | 28 |
| | Sim | % risco | 39,3% | 46,4% | 14,3% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 37,9% | 48,1% | 28,6% | 40,0% |
| | n | | 18 | 14 | 10 | 42 |
| | Não | % risco | 42,9% | 33,3% | 23,8% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 62,1% | 51,9% | 71,4% | 60,0% |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (1,895; 2; 0,388) | n | | 9 | 6 | 6 | 21 |
| | Sim | % risco | 42,9% | 28,6% | 28,6% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 31,0% | 22,2% | 42,9% | 30,0% |
| | n | | 20 | 21 | 8 | 49 |
| | Não | % risco | 40,8% | 42,9% | 16,3% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 69,0% | 77,8% | 57,1% | 70,0% |
| Total | n | | 29 | 27 | 14 | 70 |
| | % risco | | 41,4% | 38,6% | 20,0% | 100,0% |
| | % localização do edifício | | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Teste: X² de Pearson

Pela análise do Quadro 8 verificou-se que existiram cinco casas em que os níveis de CO₂ ultrapassaram o limiar de proteção. As alterações foram significativas (p=0,014) da frequência de exposição dos trabalhadores ao CO₂, em função da localização da habitação.

No que respeita ao CH₂O e às PM₁₀, constatou-se que não existiam diferenças significativas, no entanto, observou-se que a maioria dos trabalhadores expostos, viviam no centro da cidade.

Pode-se ainda constatar, relativamente às PM_{2,5}, e as diferentes localizações geográficas das habitações que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas. No entanto, verificou-se que a maioria dos trabalhadores que moravam na zona suburbana e centro da cidade eram os que estavam mais expostos ao risco.

3.2.5.4. Relação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e o sistema de aquecimento usado nas habitações

No Quadro 9, pretendeu-se observar qual a influência do sistema de aquecimento usado nas habitações e a exposição ao risco dos trabalhadores.

Quadro 9 - Relação entre os parâmetros que ultrapassaram os valores limites e os sistemas de aquecimento usado nas habitações

| | | Sistema de aquecimento | | Total | |
|--|-----|------------------------|-------|--------|--------|
| | | Sim | Não | | |
| Risco CO₂ p=0,578 | Sim | n | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 100% | 0,0% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 8,8% | 0,0% | 7,2% |
| | Não | n | 52 | 12 | 64 |
| | | % risco | 81,3% | 18,8% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 91,2% | 100,0% | 92,8% |
| Risco CH₂O X ² ; gl; p (0,497; 1; 0,481) | Sim | n | 15 | 2 | 17 |
| | | % risco | 88,2% | 11,8% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 26,3% | 16,7% | 24,6% |
| | Não | n | 42 | 10 | 52 |
| | | % risco | 80,8% | 19,2% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 73,7% | 83,3% | 75,4% |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (0,721; 1; 0,396) | Sim | n | 21 | 6 | 27 |
| | | % risco | 77,8% | 22,2% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 36,8% | 50,0% | 39,1% |
| | Não | n | 36 | 6 | 42 |
| | | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 63,2% | 50,0% | 60,9% |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | Sistema de aquecimento | | Total | |
|---|-----------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | | Sim | Não | | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (1,112; 1; 0,738) | Sim | n | 17 | 20 | |
| | | % risco | 85,0% | 15,0% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 29,8% | 25,0% | 29,0% |
| | | n | 40 | 9 | 49 |
| | Não | % risco | 81,6% | 18,4% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 70,2% | 75% | 71,0% |
| Risco temperatura do ar X ² ; gl; p (0,117; 1; 0,732) | Sim | n | 35 | 43 | |
| | | % risco | 81,4% | 18,6% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 61,4% | 66,7% | 62,3% |
| | | n | 22 | 4 | 26 |
| | Não | % risco | 84,6% | 15,4% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 38,6% | 33,3% | 37,7% |
| Risco humidade relativa X ² ; gl; p (4,086; 1; 0,043) | Sim | n | 35 | 46 | |
| | | % risco | 76,1% | 23,9% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 61,4% | 91,7% | 66,7% |
| | | n | 22 | 1 | 23 |
| | Não | % risco | 95,7% | 4,3% | 100,0% |
| | | % sistema aquecimento | 38,6% | 8,3% | 33,3% |
| Total | n | 57 | 12 | 69 | |
| | % risco | 82,6% | 17,4% | 100,0% | |
| | % sistema aquecimento | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

Teste: X² de Pearson; Teste: Exato de Fisher

Pela análise do Quadro 9 verificou-se que todas as casas que apresentaram valores de CO₂ acima do limite legal, possuíam sistema de aquecimento. Verificou-se, também, que não existiam diferenças entre as casas em que os níveis de CO₂ ultrapassaram o limiar de proteção e o facto de possuírem sistema de aquecimento.

No que respeita ao CH₂O também não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, no entanto, verificou-se que das 17 casas em que os valores de CH₂O estavam acima do valor de limiar de proteção, 15 possuíam sistema de aquecimento.

No que concerne às PM₁₀, verificou-se que não existiam diferenças significativas, no entanto, foi constatou-se que a maioria das casas que possuíam sistema de aquecimento também revelaram valores de PM₁₀ acima do limite legal. Comportamento semelhante foi verificado para as PM_{2,5}, ou seja, das 27 casas que possuíam valores acima do limiar de proteção, 21 estavam equipadas com sistema de aquecimento.

Quanto à temperatura do ar, foi observado que das 43 casas que apresentavam uma temperatura desadequada, 35 possuíam sistema de aquecimento, no entanto não se verificaram diferenças significativas. No que diz respeito à humidade relativa, verificou-se que existiam diferenças significativas

entre as habitações que possuíam valores desadequados de humidade relativa e o facto de possuírem sistema de aquecimento ($p=0,043$).

3.2.5.5. Relação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e o tipo de casa

No Quadro 10, pretendeu-se analisar qual a influência do tipo de casa e a exposição ao risco dos trabalhadores.

Quadro 10 – Relação entre os parâmetros que ultrapassaram os valores limites e o tipo de habitação

| | | | Tipo de habitação | | | Total |
|--|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|---------|--------|
| | | | Casa térrea | Apartamento | Vivenda | |
| Risco CO₂ X ² ; gl; p (2,523; 2; 0,283) | Sim | n | 0 | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 0,0% | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 0,0% | 10,6% | 0,0% | 7,2% |
| | Não | n | 21 | 42 | 1 | 64 |
| | | % risco | 32,8% | 65,6% | 1,6% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 100,0% | 89,4% | 100,0% | 92,8% |
| Risco CH₂O X ² ; gl; p (5,550; 2; 0,062) | Sim | n | 9 | 8 | 0 | 17 |
| | | % risco | 52,9% | 47,1% | 0,0% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 42,9% | 17,0% | 0,0% | 24,6% |
| | Não | n | 12 | 39 | 1 | 52 |
| | | % risco | 23,1% | 75,0% | 1,9% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 57,1% | 83,0% | 100,0% | 75,4% |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (2,770; 2; 0,250) | Sim | n | 6 | 20 | 1 | 27 |
| | | % risco | 22,2% | 74,1% | 3,7% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 28,6% | 42,6% | 100,0% | 39,1% |
| | Não | n | 15 | 27 | 0 | 42 |
| | | % risco | 35,7% | 64,3% | 0,0% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 71,4% | 57,4% | 0,0% | 60,9% |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (0,641; 1; 0,726) | Sim | n | 7 | 13 | 0 | 20 |
| | | % risco | 35,0% | 65,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 33,3% | 27,7% | 0,0% | 29,0% |
| | Não | n | 14 | 34 | 1 | 49 |
| | | % risco | 28,6% | 69,4% | 2,0% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 66,7% | 72,3% | 100,0% | 71,0% |
| Total | n | 21 | 47 | 1 | 69 | |
| | % risco | 30,4% | 68,1% | 1,4% | 100,0% | |
| | % localização do edifício | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

Teste: X² de Pearson; Teste: Exato de Fisher

Pela análise do Quadro 10 verificou-se que não existiram diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tipos de casa e as concentrações elevadas dos vários parâmetros ambientais analisados.

Constatou-se, no entanto, que foi nos apartamentos que os níveis de CO₂ se encontravam mais elevados. Verificou-se ainda, que foi nas casas térreas que se encontraram a maioria dos valores de CH₂O elevados (52,9%).

Quanto às partículas PM_{2,5} e PM₁₀ verificou-se que a maioria dos valores elevados destes parâmetros pertenciam aos apartamentos.

3.2.5.6. Apresentação da temperatura do ar e da humidade relativa

No que concerne à temperatura do ar e à humidade relativa, parâmetros determinantes do conforto térmico das pessoas, pode-se verificar no Quadro 11, o número de medições, estabelecendo a mesma lógica que na análise anterior, ou seja, sempre que o intervalo determinado não era cumprido (valores acima ou abaixo do intervalo estabelecido), os trabalhadores estavam em presença de risco, e quando esse intervalo era cumprido os trabalhadores encontravam-se perante uma situação de ausência de risco.

Quadro 11 - Apresentação dos valores de temperatura do ar e da humidade relativa

| Parâmetro Ambiental | Ausência Presença de Risco | Número de Medições | % |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------|-------|
| T° | <18°C | 745 | 17,7% |
| | 18-22°C | 2995 | 71,3% |
| | >22°C | 460 | 11% |
| | Total em presença de risco (44 casas) | 1205 | 28,7% |
| Hr | <50% | 1047 | 24,9% |
| | 50-70 | 2891 | 68,8% |
| | >70% | 262 | 6,2% |
| | Total em presença de risco (46 casas) | 1309 | 31,2% |

Pode-se observar que das 1205 medições realizadas à temperatura do ar que se encontravam fora do intervalo estabelecido, 745 medições encontravam-se abaixo dos 18°C e 460 acima dos 22°C. Quanto à humidade relativa, das 1309 medições, que estavam fora do intervalo legislado, 1047 apresentaram-se abaixo dos 50% e 262 acima dos 70%.

Pode-se ainda observar que das 1205 medições realizadas à temperatura do ar que se apresentavam fora do intervalo estabelecido, correspondiam a 44 habitações, e das 1309 medições à humidade relativa que também não cumpriam o intervalo legalmente definido, correspondiam a 46 habitações.

3.2.5.6.1. Apresentação dos valores da temperatura do ar, por divisão da habitação

Também foi entendimento que seria relevante apresentar os resultados da temperatura do ar, por divisão da habitação (Quadro 12).

Quadro 12 - Apresentação dos valores de temperatura do ar, por divisão da habitação

| Divisão da habitação | Ausência Presença de Risco | Número de Medições | % |
|----------------------|------------------------------|--------------------|-------|
| Cozinha | <18°C | 30 | 25,0% |
| | 18-22°C | 90 | 75,0% |
| | >22°C | 0 | 0% |
| Escritório | <18°C | 114 | 13,6% |
| | 18-22°C | 468 | 55,7% |
| | >22°C | 258 | 30,7% |
| Quarto | <18°C | 13 | 2,4% |
| | 18-22°C | 527 | 97,6% |
| | >22°C | 0 | 0% |
| Sala | <18°C | 588 | 21,8% |
| | 18-22°C | 1910 | 70,7% |
| | >22°C | 202 | 7,5% |

Verificou-se que na cozinha e no quarto, as medições que estavam fora do intervalo estabelecido legalmente, se encontravam abaixo dos 18°C. No escritório a maioria das medições que não cumpriam com o intervalo estabelecido, encontravam-se acima dos 22°C. Na sala 21,8% das medições apresentavam-se abaixo dos 18°C.

3.2.5.6.2. Apresentação dos valores de humidade relativa, por divisão da habitação

No que concerne à humidade relativa, apresenta-se o Quadro 13.

Quadro 13 - Apresentação dos valores da humidade relativa, por divisão da habitação

| Divisão da habitação | Ausência Presença de Risco | Número de Medições | % |
|----------------------|------------------------------|--------------------|-------|
| Cozinha | <50% | 0 | 0% |
| | 50-70% | 80 | 66,7% |
| | >70% | 40 | 33,3% |
| Escritório | <50% | 30 | 3,6% |
| | 50-70% | 778 | 92,6% |
| | >70% | 32 | 3,8% |
| Quarto | <50% | 0 | 0% |
| | 50-70% | 458 | 84,8% |
| | >70% | 82 | 15,2% |
| Sala | <50% | 1017 | 37,7% |
| | 50-70% | 1575 | 58,3% |
| | >70% | 108 | 4,0% |

Constatou-se que na cozinha e no quarto, a totalidade das medições efetuadas, que se apresentavam fora do intervalo estabelecido, encontravam-se acima dos 70%. Na sala, 37,7% das medições estavam abaixo dos 50%, e no escritório existiram 3,6% das medições que estavam abaixo dos 50% e 3,8% que estavam acima dos 70%.

3.2.5.7. Análise da variação dos poluentes atmosféricos em função da temperatura do ar e da humidade relativa, dentro das habitações

Nesta secção procurou-se verificar a presença de variação dos poluentes atmosféricos em função da temperatura e humidade relativa do ar, dentro das habitações (Quadro 14).

Quadro 14 - Análise da variação dos poluentes atmosféricos em função da temperatura do ar e da humidade relativa

| Valores médios | N=4200 | Temperatura do ar | Humidade relativa | CO ₂ | CO | CH ₂ O |
|-----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------|-------------------|
| T° | Correlação de Pearson | 1 | -0,231 | -0,038 | -0,176 | -0,145 |
| | p-value | | <0,001 | 0,013 | <0,001 | <0,001 |
| Hr | Correlação de Pearson | | 1 | 0,450 | 0,379 | -0,171 |
| | p-value | | | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| CO ₂ | Correlação de Pearson | | | 1 | -0,006 | 0,003 |
| | p-value | | | | 0,675 | 0,837 |
| CO | Correlação de Pearson | | | | 1 | -0,055 |
| | p-value | | | | | <0,001 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Valores médios | N=4200 | Temperatura do ar | Humidade relativa | CO ₂ | CO | CH ₂ O |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----|-------------------|
| CH ₂ O | Correlação de Pearson p-value | | | | | 1 |

Teste: Correlação linear de Pearson

Pode-se constatar que as temperaturas mais baixas estiveram correlacionados com elevados níveis de humidade relativa ($r=-0,231$), de CO₂ ($r=-0,038$), de CO ($r=-0,176$) e de CH₂O ($r=-0,145$). Já quando foi correlacionado a humidade relativa com os restantes parâmetros verificou-se uma relação positiva com o CO₂ ($r=0,450$) e com o CO ($r=0,379$) e de forma inversa com o CH₂O ($r=-0,171$). Por fim foi constatado que os níveis de CO correlacionaram-se negativamente com o CH₂O ($r=-0,055$).

3.2.6. Velocidade do ar

Verificou-se que no interior das habitações, o valor médio da velocidade do ar foi $<0,001$ m/s, quer durante a manhã, quer durante a tarde. No que concerne ao valor médio no exterior este foi de 1,5m/s durante a manhã e 1,1m/s durante a tarde.

Dado os valores terem pouca expressividade, optou-se por não os apresentar graficamente.

3.2.7. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações

No Quadro 15 pode-se observar os valores dos vários parâmetros ambientais avaliados na zona envolvente das habitações (ar exterior), nomeadamente a média, mediana, desvio padrão e o valor máximo encontrado.

Quadro 15 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|-------------------------------------|--------------|---------|---------|---------------|----------|
| CO ppm | 2100 | 1,929 | 1,900 | 0,106 | 2,100 |
| CO ₂ ppm | 2100 | 241,350 | 197,000 | 182,067 | 1127,000 |
| CH ₂ O ppm | 2100 | 0,001 | 0,000 | 0,006 | 0,100 |
| PM _{2,5} µg/m ³ | 2100 | 16,476 | 8,430 | 27,972 | 388,320 |
| PM ₁₀ µg/m ³ | 2100 | 19,308 | 10,170 | 44,800 | 665,200 |
| PM _{0,3} µg/m ³ | 2100 | 1,389 | 1,195 | 1,431 | 16,730 |
| PM _{0,5} µg/m ³ | 2100 | 1,057 | 0,760 | 0,847 | 9,530 |
| PM _{1,0} µg/m ³ | 2100 | 4,001 | 2,260 | 3,583 | 21,750 |
| PM _{5,0} µg/m ³ | 2100 | 11,381 | 5,850 | 25,171 | 412,470 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|-----------------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|
| Partículas Ultrafinas | 2100 | 6516,123 | 4625,500 | 5183,794 | 34758,000 |
| T °C | 2100 | 20,012 | 19,900 | 3,514 | 30,300 |
| Hr % | 2100 | 49,942 | 52,200 | 12,522 | 73,600 |

Da análise das 2100 medições realizadas aos vários parâmetros ambientais no exterior, pode-se evidenciar que relativamente às várias partículas avaliadas, foram as PM₁₀, aquelas que obtiveram valores mais elevados, em termos médios (19,308 µg/m³). As partículas ultrafinas apresentaram um valor médio de 6516,123 e um valor máximo de 34758,000. No que respeita ao CO₂, este apresentou valores médios de 241,450 ppm e um valor máximo de 1127,00 ppm. Há a destacar ainda, os valores referentes ao conforto térmico, ou seja, a temperatura do ar obteve valores médios de 20,012°C e um valor máximo de 30,300°C, e a humidade relativa apresentou valores médios de 49,942 % e um valor máximo de 73,600 %.

3.2.7.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da manhã

De seguida pretendeu-se avaliar a concentração dos vários parâmetros ambientais no exterior das habitações, tendo em consideração os diferentes períodos do dia. O Quadro 16 é relativo ao período da manhã.

Quadro 16 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da manhã

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|-------------------------------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|
| CO ppm | 1770 | 1,928 | 1,900 | 0,109 | 2,100 |
| CO ₂ ppm | 1770 | 244,193 | 198,000 | 194,143 | 1127,000 |
| CH ₂ O ppm | 1770 | 0,001 | 0,000 | 0,004 | 0,100 |
| PM _{2,5} µg/m ³ | 1770 | 14,225 | 7,560 | 27,644 | 388,320 |
| PM ₁₀ µg/m ³ | 1770 | 18,153 | 8,320 | 48,510 | 665,200 |
| PM _{0,3} µg/m ³ | 1770 | 1,394 | 1,165 | 1,527 | 16,730 |
| PM _{0,5} µg/m ³ | 1770 | 0,987 | 0,700 | 0,871 | 9,530 |
| PM _{1,0} µg/m ³ | 1770 | 3,423 | 2,145 | 3,342 | 21,750 |
| PM _{5,0} µg/m ³ | 1770 | 10,166 | 5,070 | 27,076 | 412,470 |
| Partículas Ultrafinas | 1770 | 6613,337 | 5057,000 | 5303,268 | 34758,000 |
| T °C | 1770 | 19,457 | 19,700 | 3,374 | 29,400 |
| Hr % | 1770 | 51,402 | 55,300 | 12,471 | 73,600 |

Verificou-se que das 1770 medições feitas, se destacaram os valores de CO₂, durante a manhã. Os valores atingidos em algumas zonas foi de 1127 ppm, de PM_{2,5} a 388,320 µg/m³, e de PM₁₀ a 665,200 µg/m³.

Relativamente à temperatura do ar, existiram valores máximos de 29,400°C e de humidade relativa de 73,600%.

3.2.7.2. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da tarde

Apresenta-se de seguida, no Quadro 17, a concentração dos vários parâmetros ambientais no exterior das habitações, no período da tarde.

Quadro 17 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior das habitações, durante o período da tarde

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|-------------------------------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|
| CO ppm | 330 | 1,935 | 2,000 | 0,090 | 2,100 |
| CO ₂ ppm | 330 | 226,100 | 196,000 | 92,435 | 893,000 |
| CH ₂ O ppm | 330 | 0,002 | 0,000 | 0,010 | 0,100 |
| PM _{2,5} µg/m ³ | 330 | 28,550 | 31,720 | 26,634 | 336,080 |
| PM ₁₀ µg/m ³ | 330 | 25,508 | 26,350 | 10,299 | 66,570 |
| PM _{0,3} µg/m ³ | 330 | 1,360 | 1,470 | 0,715 | 5,110 |
| PM _{0,5} µg/m ³ | 330 | 1,433 | 1,350 | 0,575 | 3,110 |
| PM _{1,0} µg/m ³ | 330 | 7,101 | 8,620 | 3,232 | 12,380 |
| PM _{5,0} µg/m ³ | 330 | 17,896 | 20,280 | 7,057 | 37,640 |
| Partículas Ultrafinas | 330 | 5994,703 | 3768,000 | 4460,155 | 21222,000 |
| T °C | 330 | 22,989 | 23,100 | 2,652 | 30,300 |
| Hr % | 330 | 42,113 | 44,100 | 9,551 | 62,700 |

Pode-se observar e destacar, através da análise do Quadro 17, que os valores máximos de CO₂ chegaram aos 893 ppm, de PM_{2,5} aos 336,080 µg/m³ e de PM₁₀ aos 66,570 µg/m³. No que respeita à temperatura do ar, existiram valores de 30,300°C e de humidade relativa de 62,700%.

3.3. Monitorização da qualidade do ar nos locais de trabalho e meio envolvente

Nesta secção apresentam-se os dados de qualidade do ar avaliados no interior dos 18 locais de trabalho após os trabalhadores deixarem de estar em teletrabalho. As avaliações foram efetuadas em junho e julho de 2021.

3.3.1. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho

No Quadro 18 pode-se observar os valores dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos edifícios, nomeadamente a média, mediana, desvio padrão e valor máximo encontrado.

Entendeu-se fazer a mesma avaliação, que se tinha efetuado para análise dos resultados verificados nas habitações, usando a legislação de qualidade do ar interior, tendo em consideração que se definiu que o importante para o objetivo do trabalho era a salvaguarda da saúde pública não só dos trabalhadores, mas de toda a comunidade que entrava, visitava e permanecia nestes espaços avaliados.

Quadro 18 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Limiar de Proteção (Portaria n.º 138-G/2021, de 1 julho) |
|-------------------------------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|--|
| CO ppm | 1080 | 1,911 | 1,900 | 0,077 | 2,100 | 9 ppmv |
| CO ₂ ppm | 1080 | 406,537 | 317,000 | 229,107 | 1348,000 | 1250 ppmv |
| CH ₂ O ppm | 1080 | 0,735 | 0,570 | 0,558 | 2,430 | 0,08 ppmv |
| PM _{2,5} µg/m ³ | 1080 | 23,883 | 11,810 | 31,066 | 171,860 | 25 µg/m ³ |
| PM ₁₀ µg/m ³ | 1080 | 25,937 | 12,940 | 38,601 | 370,740 | 50 µg/m ³ |
| PM _{0,3} µg/m ³ | 1080 | 4,150 | 4,070 | 0,697 | 7,110 | --- |
| PM _{0,5} µg/m ³ | 1080 | 2,170 | 1,935 | 0,938 | 6,560 | --- |
| PM _{1,0} µg/m ³ | 1080 | 5,312 | 3,235 | 5,432 | 28,080 | --- |
| PM _{5,0} µg/m ³ | 1080 | 18,134 | 7,705 | 29,329 | 228,950 | --- |
| Partículas Ultrafinas | 1080 | 5916,722 | 5900,000 | 3059,593 | 25968,000 | --- |
| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo | Gama recomendada (Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de agosto) |
| T °C | 1080 | 23,778 | 23,900 | 1,639 | 29,100 | 18 – 22 °C |
| Hr % | 1080 | 62,207 | 62,450 | 5,170 | 77,700 | 150 – 70 % |

Verificou-se que das 1080 medições realizadas aos locais de trabalho, os valores médios de CH₂O e da temperatura do ar ultrapassaram o limite definido. De destacar ainda, os valores médios obtidos de PM_{2,5} (23,883 µg/m³) que chegaram quase ao valor de limiar de proteção legislado (25 µg/m³).

Há ainda a evidenciar, a existência de valores máximos elevados, nomeadamente do CO₂ (1348,000 ppm), CH₂O (2,420 ppm), PM_{2,5} (171,860 µg/m³), PM₁₀ (370,740 µg/m³), temperatura do ar (29,100°C) e humidade relativa (77,700%).

Apesar dos resultados apresentados, ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, constata-se que esta é cumprida no caso do CO₂, mas não se verifica nas PM_{2,5} e PM₁₀.

3.3.2. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho, durante o período da manhã e da tarde

De seguida, no Quadro 19, pretendeu-se avaliar a concentração dos vários parâmetros ambientais no interior dos locais de trabalho, tendo em consideração os diferentes período do dia (manhã e tarde).

Quadro 19 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no interior dos locais de trabalho, durante os períodos da manhã e da tarde

| Período | Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|---------|-------------------------------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|
| Manhã | CO ppm | 540 | 1,948 | 1,900 | 0,071 | 2,100 |
| | CO ₂ ppm | 540 | 403,574 | 312,000 | 209,897 | 1006,000 |
| | CH ₂ O ppm | 540 | 0,754 | 0,615 | 0,613 | 2,430 |
| | PM _{2,5} µg/m ³ | 540 | 27,170 | 12,290 | 37,325 | 171,860 |
| | PM ₁₀ µg/m ³ | 540 | 31,456 | 13,410 | 50,036 | 370,740 |
| | PM _{0,3} µg/m ³ | 540 | 4,309 | 4,275 | 0,694 | 7,110 |
| | PM _{0,5} µg/m ³ | 540 | 2,496 | 2,300 | 1,080 | 6,560 |
| | PM _{1,0} µg/m ³ | 540 | 6,043 | 3,575 | 6,387 | 28,080 |
| | PM _{5,0} µg/m ³ | 540 | 21,911 | 7,800 | 37,113 | 228,950 |
| | Partículas Ultrafinas | 540 | 5878,352 | 5022,000 | 2962,902 | 13926,000 |
| | T °C | 540 | 23,556 | 23,600 | 1,192 | 26,600 |
| Hr % | 540 | 62,744 | 62,450 | 5,089 | 77,700 | |
| Tarde | CO ppm | 540 | 1,873 | 1,900 | 0,064 | 2,100 |
| | CO ₂ ppm | 540 | 409,500 | 318,000 | 246,989 | 1348,000 |
| | CH ₂ O ppm | 540 | 0,717 | 0,545 | 0,496 | 1,960 |
| | PM _{2,5} µg/m ³ | 540 | 20,595 | 11,430 | 22,742 | 126,670 |
| | PM ₁₀ µg/m ³ | 540 | 20,418 | 12,480 | 20,452 | 116,030 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Período | Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|---------|-------------------------------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|
| Tarde | PM _{0,3} µg/m ³ | 540 | 3,991 | 3,805 | 0,664 | 5,800 |
| | PM _{0,5} µg/m ³ | 540 | 1,844 | 1,680 | 0,618 | 3,960 |
| | PM _{1,0} µg/m ³ | 540 | 4,581 | 2,950 | 4,147 | 21,860 |
| | PM _{5,0} µg/m ³ | 540 | 14,357 | 7,610 | 17,777 | 115,060 |
| | Partículas Ultrafinas | 540 | 5953,031 | 6034,500 | 3150,674 | 25968,000 |
| | T °C | 540 | 24,001 | 24,200 | 1,963 | 29,100 |
| | Hr % | 540 | 61,670 | 62,450 | 5,199 | 73,400 |

Verificou-se que das 540 medições realizadas durante a manhã, os valores médios de CH₂O, das PM_{2,5}, da temperatura e da humidade relativa ultrapassaram o limiar de proteção legislado. De destacar ainda, os valores máximos obtidos, de CH₂O (2,430 ppm) de PM_{2,5} (171,860 µg/m³) e de PM₁₀ (370,740 µg/m³), bem como da temperatura do ar (26,600°C) e da humidade relativa (77,700%).

Durante o período da tarde, em termos médios, existiu uma melhoria. Apenas o CH₂O, a temperatura do ar e humidade relativa ultrapassaram os limites legalmente estabelecidos. Mas continuou-se a verificar a existência de valores máximos muito preocupantes, nomeadamente do CO₂ (1348,000 ppm), CH₂O (1,960 ppm), PM_{2,5} (126,670 µg/m³), PM₁₀ (116,030 µg/m³), temperatura do ar (29,100 °C) e humidade relativa (73,400%).

Tendo em consideração os resultados apresentados, ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, observa-se que esta é cumprida no caso do CO₂, mas não se verifica nas PM_{2,5} e PM₁₀ quer no período da manhã, quer no período da tarde.

3.3.3. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, distribuídos pelos diferentes locais de trabalho

No Quadro 20 apresenta-se a concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados nos locais de trabalho dos 70 trabalhadores da IES. De referir que os trabalhadores exerciam as suas funções em 18 locais de trabalho diferentes. Durante o período de medição, a maioria destes locais tinham em simultâneo mais de duas pessoas a trabalhar. Decidiu-se apresentar os quadros com esses resultados, agrupando os locais de trabalho da seguinte forma: Serviços e Departamentos, num só quadro (Quadro 20), Gabinetes e Secretariados em outro quadro (Quadro 21), e por último, outros locais de trabalho, num quadro separado (Quadro 22).

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

Quadro 20 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, nos Serviços e Departamentos da IES

| Parâmetro Ambiental | | SCA | SSOA | DGF | DGPI | DGRH | DGA |
|-----------------------|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| CO | Média | 1,997 | 1,852 | 1,952 | 1,933 | 1,855 | 1,922 |
| | Mediana | 2,000 | 1,900 | 1,950 | 1,900 | 1,900 | 1,900 |
| | D. P. | 0,071 | 0,050 | 0,054 | 0,102 | 0,057 | 0,056 |
| | Máximo | 2,100 | 1,900 | 2,100 | 2,100 | 2,000 | 2,000 |
| CO ₂ | Média | 264,217 | 219,333 | 270,767 | 321,217 | 269,200 | 293,000 |
| | Mediana | 261,000 | 215,000 | 259,500 | 324,000 | 267,000 | 293,000 |
| | D. P. | 21,655 | 24,745 | 36,537 | 23,951 | 18,363 | 10,498 |
| | Máximo | 320,000 | 269,000 | 353,000 | 380,000 | 312,000 | 319,000 |
| CH ₂ O | Média | 0,149 | 0,645 | 0,260 | 0,490 | 0,490 | 0,280 |
| | Mediana | 0,149 | 0,645 | 0,260 | 0,490 | 0,490 | 0,280 |
| | D. P. | 0,021 | 0,287 | 0,151 | 0,091 | 0,131 | 0,61 |
| | Máximo | 0,170 | 0,930 | 0,410 | 0,580 | 0,620 | 0,340 |
| PM _{2,5} | Média | 12,372 | 12,778 | 13,037 | 8,618 | 10,009 | 8,812 |
| | Mediana | 12,395 | 12,765 | 12,965 | 10,290 | 9,895 | 8,570 |
| | D. P. | 4,357 | 1,621 | 2,183 | 4,065 | 0,807 | 2,135 |
| | Máximo | 19,720 | 17,060 | 17,650 | 22,570 | 12,120 | 17,230 |
| PM ₁₀ | Média | 15,789 | 15,771 | 12,327 | 10,393 | 10,702 | 10,732 |
| | Mediana | 12,480 | 15,720 | 11,560 | 7,860 | 10,170 | 9,710 |
| | D. P. | 12,587 | 4,437 | 4,237 | 7,226 | 3,476 | 4,149 |
| | Máximo | 57,320 | 25,890 | 28,200 | 35,590 | 20,340 | 33,280 |
| PM _{0,3} | Média | 4,117 | 4,704 | 4,075 | 3,625 | 3,929 | 3,756 |
| | Mediana | 4,215 | 4,370 | 4,155 | 3,680 | 3,990 | 3,800 |
| | D. P. | 0,655 | 1,215 | 0,440 | 0,599 | 0,306 | 0,527 |
| | Máximo | 5,100 | 6,450 | 4,770 | 4,540 | 4,650 | 4,810 |
| PM _{0,5} | Média | 1,945 | 2,338 | 1,789 | 1,191 | 1,440 | 1,707 |
| | Mediana | 2,295 | 1,950 | 1,780 | 1,305 | 1,400 | 1,670 |
| | D. P. | 0,567 | 0,795 | 0,456 | 0,236 | 0,163 | 0,364 |
| | Máximo | 3,210 | 3,440 | 2,410 | 1,450 | 1,890 | 2,230 |
| PM _{1,0} | Média | 3,888 | 3,479 | 3,687 | 2,765 | 2,773 | 2,792 |
| | Mediana | 4,000 | 3,315 | 3,635 | 2,950 | 2,760 | 2,820 |
| | D. P. | 0,475 | 0,671 | 0,219 | 1,881 | 0,222 | 0,349 |
| | Máximo | 5,050 | 4,500 | 4,440 | 15,870 | 3,290 | 3,770 |
| PM _{5,0} | Média | 7,978 | 8,502 | 6,957 | 5,765 | 5,908 | 6,763 |
| | Mediana | 5,365 | 8,290 | 6,730 | 5,755 | 5,755 | 6,440 |
| | D. P. | 13,418 | 1,992 | 2,226 | 3,049 | 1,817 | 2,151 |
| | Máximo | 106,090 | 13,070 | 11,700 | 17,360 | 10,920 | 13,260 |
| Partículas Ultrafinas | Média | 7748,533 | 9000,117 | 37,46,250 | 4045,933 | 5168,700 | 6079,333 |
| | Mediana | 7730,000 | 8792,000 | 3753,500 | 4179,000 | 4706,500 | 6071,000 |
| | D. P. | 5389,737 | 5003,302 | 1257,202 | 446,735 | 1236,059 | 580,194 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | | SCA | SSOA | DGF | DGPI | DGRH | DGA |
|---------------------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| T° | Máximo | 13926,000 | 14590,000 | 5240,000 | 4894,000 | 6842,000 | 7713,000 |
| | Média | 23,172 | 23,185 | 23,587 | 23,482 | 24,147 | 22,817 |
| | Mediana | 23,000 | 23,300 | 23,550 | 23,700 | 24,100 | 22,950 |
| | D. P. | 0,708 | 1,052 | 1,028 | 0,615 | 0,275 | 0,859 |
| | Máximo | 24,100 | 24,500 | 24,700 | 24,000 | 24,600 | 23,800 |
| Hr | Média | 59,902 | 55,962 | 58,022 | 59,953 | 53,830 | 59,120 |
| | Mediana | 59,600 | 57,850 | 57,800 | 60,400 | 53,450 | 58,800 |
| | D. P. | 2,358 | 4,492 | 1,677 | 2,344 | 1,614 | 2,617 |
| | Máximo | 66,400 | 60,500 | 63,300 | 65,000 | 59,200 | 67,400 |

Legenda: D. P. – Desvio Padrão; SCA – Serviço de Compras e Aprovisionamento; SSOA – Serviço de Saúde Ocupacional e Ambiental; DGF – Departamento de Gestão Financeira; DGPI – Departamento de Gestão do Património e Infraestruturas; DGRH – Departamento de Gestão de Recursos Humanos; DGA – Departamento de Gestão Académica.

Ao observar-se o Quadro 20, no que respeita aos valores médios de CH₂O e da temperatura do ar, verificou-se que em todos os locais avaliados o limite de proteção legislado foi ultrapassado. De destacar ainda, os valores máximos verificados de PM₁₀ no Serviço de Compras e Aprovisionamento. Apesar dos resultados apresentados, ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, constata-se que esta é cumprida em todos os Serviços e Departamentos da IES.

O Quadro 21 refere-se à concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, nos Gabinetes e Secretariados da IES (seis locais de trabalho).

Quadro 21 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, nos Gabinetes e Secretariados da IES

| Parâmetro Ambiental | | GAP | GIC | GCI | GQ | SSAS | SIIA |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| CO | Média | 1,927 | 1,933 | 1,878 | 1,832 | 1,855 | 1,938 |
| | Mediana | 1,900 | 1,900 | 1,900 | 1,800 | 1,900 | 1,900 |
| | D. P. | 0,045 | 0,057 | 0,045 | 0,047 | 0,050 | 0,049 |
| | Máximo | 2,000 | 2,100 | 2,000 | 1,900 | 1,900 | 2,000 |
| CO ₂ | Média | 223,133 | 407,317 | 565,183 | 717,117 | 823,150 | 344,100 |
| | Mediana | 226,000 | 444,000 | 559,000 | 711,000 | 696,000 | 351,000 |
| | D. P. | 15,961 | 115,374 | 152,563 | 706,132 | 303,242 | 27,052 |
| | Máximo | 250,000 | 547,000 | 779,000 | 927,000 | 1348,000 | 385,000 |
| CH ₂ O | Média | 1,025 | 0,485 | 1,205 | 1,235 | 0,325 | 0,440 |
| | Mediana | 1,025 | 0,485 | 1,205 | 1,235 | 0,325 | 0,440 |
| | D. P. | 0,066 | 0,055 | 0,297 | 0,267 | 0,025 | 0,121 |
| | Máximo | 1,090 | 0,540 | 1,500 | 1,500 | 0,350 | 0,560 |
| PM _{2,5} | Média | 81,220 | 11,801 | 7,827 | 11,747 | 12,932 | 34,447 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | | GAP | GIC | GCII | GQ | SSAS | SIIA |
|-----------------------|---------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| PM _{2,5} | Mediana | 75,205 | 11,800 | 7,380 | 7,720 | 9,970 | 36,335 |
| | D. P. | 27,936 | 1,753 | 1,869 | 5,696 | 5,363 | 14,517 |
| | Máximo | 158,920 | 16,060 | 13,820 | 20,260 | 25,230 | 65,720 |
| PM ₁₀ | Média | 122,193 | 13,329 | 6,282 | 10,308 | 11,580 | 30,802 |
| | Mediana | 98,460 | 11,560 | 6,010 | 10,400 | 10,400 | 25,885 |
| | Desvio Padrão | 83,125 | 6,648 | 2,739 | 4,265 | 4,452 | 15,088 |
| | Máximo | 370,740 | 32,360 | 13,870 | 20,340 | 24,960 | 93,840 |
| PM _{0,3} | Média | 4,490 | 4,084 | 3,695 | 3,518 | 4,102 | 4,669 |
| | Mediana | 4,120 | 4,205 | 3,680 | 3,400 | 4,065 | 4,840 |
| | D. P. | 0,785 | 0,510 | 0,473 | 0,303 | 0,439 | 0,506 |
| | Máximo | 5,800 | 4,890 | 4,490 | 3,960 | 4,720 | 5,350 |
| PM _{0,5} | Média | 2,957 | 2,687 | 2,220 | 2,156 | 1,562 | 2,382 |
| | Mediana | 2,925 | 2,210 | 2,200 | 2,015 | 1,500 | 2,455 |
| | D. P. | 0,427 | 0,633 | 0,383 | 0,309 | 0,334 | 0,397 |
| | Máximo | 3,960 | 3,770 | 3,180 | 2,620 | 2,080 | 3,250 |
| PM _{1,0} | Média | 13,931 | 3,446 | 2,544 | 2,869 | 3,445 | 8,163 |
| | Mediana | 13,240 | 2,965 | 2,605 | 2,375 | 2,880 | 8,665 |
| | D. P. | 3,228 | 0,872 | 0,636 | 0,962 | 1,376 | 3,057 |
| | Máximo | 20,790 | 5,050 | 4,130 | 4,160 | 6,140 | 14,600 |
| PM _{5,0} | Média | 87,755 | 7,825 | 3,424 | 6,724 | 6,064 | 22,450 |
| | Mediana | 74,010 | 7,120 | 3,190 | 5,560 | 5,855 | 18,915 |
| | D. P. | 51,028 | 2,484 | 1,370 | 3,852 | 2,162 | 10,546 |
| | Máximo | 228,950 | 17,550 | 8,390 | 14,040 | 12,480 | 62,410 |
| Partículas Ultrafinas | Média | 4369,161 | 5543,500 | 7644,667 | 5152,083 | 5369,650 | 6234,783 |
| | Mediana | 4146,000 | 5102,500 | 7198,000 | 5161,000 | 4501,000 | 5936,500 |
| | D. P. | 1766,006 | 1782,286 | 2549,758 | 3720,868 | 3375,348 | 4006,159 |
| | Máximo | 13703,000 | 8478,000 | 25968,000 | 25968,000 | 9192,000 | 11163,000 |
| T° | Média | 22,262 | 23,908 | 25,280 | 25,353 | 23,785 | 21,888 |
| | Mediana | 22,350 | 23,900 | 25,100 | 25,100 | 23,800 | 22,050 |
| | D. P. | 1,090 | 0,388 | 0,466 | 0,342 | 0,094 | 1,923 |
| | Máximo | 23,600 | 24,700 | 25,900 | 25,900 | 24,000 | 24,00 |
| Hr | Média | 63,252 | 68,482 | 63,855 | 64,582 | 59,827 | 63,227 |
| | Mediana | 63,200 | 68,800 | 63,250 | 64,900 | 60,350 | 64,000 |
| | D. P. | 0,607 | 2,995 | 2,416 | 1,752 | 2,206 | 1,914 |
| | Máximo | 65,400 | 77,700 | 71,400 | 69,900 | 63,000 | 67,300 |

Legenda: D. P. – Desvio Padrão; GAP – Gabinete de Apoio à Presidência; GIC – Gabinete de Interface com a Comunidade; GCII – Gabinete de Comunicação Institucional e Imagem; GQ – Gabinete da Qualidade; SSAS – Secretariado dos Serviços de Ação Social; SIIA – Secretariado do Instituto de Investigação Aplicada.

Verificou-se, através da análise do Quadro 21, que os valores médios de CH₂O em todos os locais avaliados se encontravam acima do limite de proteção legislado.

Os valores médios de PM_{2,5} ultrapassaram o limite de proteção no Gabinete de Apoio à Presidência (81,220 µg/m³) e no Secretariado do Instituto de Investigação Aplicada (34,447 µg/m³). Estes dois parâmetros apresentaram valores máximos elevados, nestes dois locais.

Relativamente às PM₁₀, estas apresentaram valores médios acima do limiar de proteção no Gabinete de Apoio à Presidência (122,193 µg/m³). De referir também os valores máximos alcançados quer no Gabinete de Apoio à Presidência (370,740 µg/m³) quer no Secretariado do Instituto de Investigação Aplicada (93,840 µg/m³).

Os valores máximos verificados de CO₂ no Secretariado dos Serviços de Ação Social foram de 1348 ppm.

No que concerne à temperatura do ar, os valores médios encontrados nos diferentes locais de trabalho, também se revelaram preocupantes, à exceção dos valores verificados no Secretariado do Instituto de Investigação Aplicada. No que respeita à humidade relativa existiram valores máximos acima dos 70%, nos Gabinete de Interface com a Comunidade e no Gabinete de Comunicação Institucional e Imagem.

Tendo em conta os resultados apresentados, ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, constata-se que esta é cumprida no caso do CO₂, mas não se verifica nas PM_{2,5} no caso do GAP e SIIIA e relativamente às PM₁₀ no GAP.

O Quadro 22 refere-se à concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, em outros Serviços e Gabinetes da IES (seis locais de trabalho).

Quadro 22 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados, em outros Serviços e Gabinetes da IES

| Parâmetro Ambiental | | I 1 | I 2 | CC 1 | CC 2 | CTeSP | UAA |
|---------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| CO | Média | 1,888 | 2,023 | 1,942 | 1,935 | 1,855 | 1,873 |
| | Mediana | 1,900 | 2,000 | 1,950 | 1,900 | 1,900 | 1,900 |
| | D. P. | 0,042 | 0,043 | 0,083 | 0,048 | 0,050 | 0,055 |
| | Máximo | 2,000 | 2,100 | 2,100 | 2,000 | 1,900 | 2,000 |
| CO ₂ | Média | 351,833 | 729,867 | 253,400 | 205,350 | 733,767 | 325,717 |
| | Mediana | 341,000 | 730,00 | 260,000 | 205,500 | 766,500 | 332,000 |
| | D. P. | 39,743 | 216,910 | 33,865 | 56,530 | 137,399 | 30,259 |
| | Máximo | 440,000 | 1006,000 | 310,000 | 343,000 | 953,000 | 391,000 |
| CH ₂ O | Média | 1,965 | 1,015 | 0,185 | 1,675 | 0,795 | 0,570 |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| Parâmetro Ambiental | | I 1 | I 2 | CC 1 | CC 2 | CTeSP | UAA |
|-----------------------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| CH ₂ O | Mediana | 1,965 | 1,015 | 0,185 | 1,675 | 0,795 | 0,570 |
| | D. P. | 0,005 | 0,308 | 0,025 | 0,761 | 0,176 | 0,040 |
| | Máximo | 1,970 | 1,320 | 0,210 | 2,430 | 0,970 | 0,610 |
| PM _{2,5} | Média | 114,764 | 15,435 | 11,253 | 9,259 | 41,857 | 11,721 |
| | Mediana | 111,940 | 13,970 | 11,290 | 9,090 | 20,135 | 11,655 |
| | D. P. | 35,545 | 6,388 | 2,350 | 1,234 | 26,785 | 0,942 |
| | Máximo | 171,860 | 55,210 | 17,530 | 14,430 | 87,050 | 14,940 |
| PM ₁₀ | Média | 100,120 | 24,916 | 25,818 | 13,860 | 19,877 | 12,065 |
| | Mediana | 112,330 | 20,800 | 27,970 | 12,020 | 17,565 | 11,325 |
| | D. P. | 40,640 | 13,744 | 13,817 | 7,866 | 9,245 | 3,769 |
| | Máximo | 174,270 | 79,050 | 61,020 | 47,610 | 47,150 | 28,200 |
| PM _{0,3} | Média | 4,351 | 5,007 | 4,223 | 4,274 | 4,070 | 4,012 |
| | Mediana | 4,370 | 4,895 | 4,350 | 4,220 | 4,010 | 3,865 |
| | D. P. | 0,536 | 0,776 | 0,444 | 0,482 | 0,324 | 0,581 |
| | Máximo | 5,250 | 7,110 | 4,740 | 5,800 | 4,690 | 4,950 |
| PM _{0,5} | Média | 3,498 | 2,075 | 1,754 | 1,521 | 4,149 | 1,693 |
| | Mediana | 3,365 | 2,255 | 1,735 | 1,530 | 2,705 | 1,705 |
| | D. P. | 0,513 | 0,359 | 0,089 | 0,179 | 1,785 | 0,322 |
| | Máximo | 4,340 | 2,650 | 1,910 | 1,890 | 6,560 | 2,150 |
| PM _{1,0} | Média | 19,441 | 3,145 | 2,094 | 2,171 | 11,835 | 3,152 |
| | Mediana | 18,485 | 2,970 | 2,080 | 2,150 | 4,155 | 3,190 |
| | D. P. | 5,251 | 1,366 | 0,215 | 0,155 | 8,538 | 0,328 |
| | Máximo | 28,080 | 11,130 | 3,380 | 2,640 | 24,810 | 3,720 |
| PMS ₀ | Média | 87,678 | 15,833 | 15,369 | 7,334 | 16,568 | 7,514 |
| | Mediana | 98,385 | 14,725 | 17,750 | 6,830 | 13,750 | 7,020 |
| | D. P. | 33,158 | 7,632 | 7,177 | 3,128 | 8,378 | 1,925 |
| | Máximo | 140,220 | 37,640 | 29,840 | 22,040 | 39,780 | 12,480 |
| Partículas Ultrafinas | Média | 9035,517 | 6733,950 | 4988,283 | 4683,283 | 4678,850 | 5520,417 |
| | Mediana | 8840,500 | 6786,500 | 4831,500 | 4374,500 | 5461,000 | 5467,000 |
| | D. P. | 1274,169 | 728,822 | 1947,530 | 1195,914 | 2327,436 | 1166,784 |
| | Máximo | 12073,000 | 8000,000 | 7209,000 | 6364,000 | 7052,000 | 6979,000 |
| T° | Média | 22,093 | 25,073 | 21,852 | 27,332 | 24,765 | 24,027 |
| | Mediana | 22,750 | 24,950 | 22,000 | 26,950 | 24,800 | 24,200 |
| | D. P. | 1,388 | 0,487 | 0,624 | 1,360 | 0,301 | 0,604 |
| | Máximo | 23,600 | 25,700 | 24,000 | 29,100 | 25,100 | 24,600 |
| Hr | Média | 66,953 | 65,802 | 72,088 | 60,523 | 66,272 | 58,075 |
| | Mediana | 67,250 | 65,050 | 73,100 | 59,300 | 66,650 | 57,750 |
| | D. P. | 2,652 | 3,146 | 2,267 | 3,635 | 1,019 | 2,059 |
| | Máximo | 72,700 | 75,700 | 73,600 | 70,000 | 67,700 | 63,300 |

Legenda: D. P. – Desvio Padrão; I1 – Informática 1; I2 – Informática 2; CC1 – Centro Cultural 1; CC2 – Centro Cultural 2; CTeSP – Gabinete de Cursos Técnicos Superiores Profissionais; UAA – Unidade de Alimentação e Alojamento

Verificou-se pela análise do Quadro 22, que os valores médios de CH₂O em todos os locais avaliados se encontravam acima do limite de proteção legislado, apresentando valores máximos muito preocupantes.

Os valores médios de PM_{2,5} ultrapassaram o limite de proteção no Gabinete de Informática 1 (114,764 µg/m³) e no Gabinete de Cursos Técnicos Superiores Profissionais (41,857 µg/m³). Estes dois parâmetros apresentaram valores máximos também preocupantes, nestes dois locais e no Gabinete de Informática 2.

Relativamente às PM₁₀, estas apresentaram valores médios acima do limiar de proteção no Gabinete de Informática 1 (100,120 µg/m³). De referir, também, os valores máximos alcançados quer no Gabinete de Informática 1 (174,270 µg/m³), no Gabinete de Informática 2 (79,050 µg/m³) e no Centro Cultural 1 (61,020 µg/m³).

No que concerne à temperatura do ar, os valores médios encontrados nos diferentes locais de trabalho, também se revelaram preocupantes, à exceção dos valores verificados no Centro Cultural 1. De referir que os valores máximos de temperatura do ar encontrados nos diferentes locais de trabalho avaliados estavam todos acima dos 22°C. No que respeita à humidade relativa existiram valores máximos acima dos 70% no Centro Cultural 1.

Tendo em consideração os resultados observados, ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, constata-se que esta é cumprida no caso do CO₂, mas não se verifica nas PM_{2,5} nos gabinetes de Informática 1, Informática 2 e CTeSP e no que respeita às PM₁₀ não é cumprida no gabinete de Informática 1.

3.3.4. Apresentação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco no local de trabalho

No Quadro 23 pode-se observar, o número de medições para cada um dos parâmetros que têm um valor limite de proteção estipulado e que em algum momento das avaliações, ultrapassaram esse limite (valores máximos), colocando os trabalhadores expostos a uma situação de risco.

Foi usado para esta análise a mesma metodologia já utilizada anteriormente, ou seja, sempre que o limiar de proteção era ultrapassado, os trabalhadores estavam em presença de risco, e quando esse limite não era ultrapassado os trabalhadores encontravam-se num situação de ausência de risco.

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

Quadro 23 - Apresentação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco no local de trabalho

| Parâmetro Ambiental | Ausência Presença de Risco | Número de Medições | % | Número trabalhadores expostos (N.º locais de trabalho) | % |
|--|------------------------------|--------------------|--------|--|--------|
| CO ₂ X ² ; gl; p (1119,776; 17; <0,001) | Ausência de Risco | 1073 | 99,4% | 68 trabalhadores (17 locais de trabalho) | 97,1% |
| | Presença de Risco | 7 | 0,6% | 2 trabalhadores (1 local de trabalho) | 2,9% |
| | Total | 1080 | 100,0% | 70 | 100,0% |
| CH ₂ O | Ausência de Risco | 0 | 0% | 0 | 0,0% |
| | Presença de Risco | 1080 | 100,0% | 70 trabalhadores (18 locais de trabalho) | 100,0% |
| | Total | 1080 | 100,0% | 70 | 100,0% |
| PM ₁₀ X ² ; gl; p (777,196; 17; <0,001) | Ausência de Risco | 963 | 89,2% | 58 trabalhadores (12 locais de trabalho) | 82,3% |
| | Presença de Risco | 117 | 10,8% | 12 trabalhadores (6 locais de trabalho) | 17,2% |
| | Total | 1080 | 100,0% | 70 | 100,0% |
| PM _{2,5} X ² ; gl; p (858,353; 17; <0,001) | Ausência de Risco | 892 | 82,6% | 61 trabalhadores (13 locais de trabalho) | 87,1% |
| | Presença de Risco | 188 | 17,4% | 11 trabalhadores (6 locais de trabalho) | 12,9% |
| | Total | 1080 | 100,0% | 70 | 100,0% |
| T° X ² ; gl; p (384,309; 17; <0,001) | Ausência de Risco | 146 | 13,5% | 44 trabalhadores (10 locais de trabalho) | 62,9% |
| | Presença de Risco | 934 | 86,5% | 26 trabalhadores (8 locais de trabalho) | 37,1% |
| | Total | 1080 | 100,0% | 70 | 100,0% |
| Hr X ² ; gl; p (817,114; 34; <0,001) | Ausência de Risco | 987 | 91,4% | 53 trabalhadores (12 locais de trabalho) | 75,7% |
| | Presença de Risco | 93 | 8,6% | 17 trabalhadores (6 locais de trabalho) | 24,3% |
| | Total | 1080 | 100,0% | 70 | 100,0% |

Teste: X² de Pearson

Pela análise do Quadro 23 verificou-se que existiram diferenças significativas quando se relacionou, ausência ou presença de risco (quando os trabalhadores estavam expostos a valores acima do valor de limiar de proteção) com os diferentes gabinetes e serviços onde os trabalhadores exerciam as suas atividades. Neste sentido, verificou-se ainda que os dois trabalhadores expostos a valores de CO₂ acima do valor de limiar de proteção, desempenhavam as suas funções no mesmo espaço de trabalho. No entanto, ao aplicar-se a margem de tolerância, verifica-se que esta é cumprida.

No que respeita às PM_{2,5} encontraram-se 11 trabalhadores expostos, em seis locais de trabalho e relativamente às PM₁₀, encontraram-se seis locais de trabalho onde o valor legislado foi ultrapassado e onde se encontravam 12 trabalhadores expostos. Ao aplicar-se a margem de tolerância para as

PM_{2,5} constata-se que esta é cumprida apenas no SSAS. No que respeita às PM₁₀, ao aplicar-se a margem de tolerância verifica-se que esta é cumprida no SCA, SIIA, Informática 1 e Informática 2.

A humidade relativa em seis postos de trabalho estava fora do intervalo de referência legislado, estando nesses locais 17 trabalhadores expostos. Verificou-se, ainda, que temperatura do ar em 8 locais de trabalho, onde trabalhavam 26 trabalhadores, não era a definida como adequada (18-22°C).

No que concerne ao CH₂O todos os trabalhadores estavam expostos a este parâmetro químicos nos seus locais de trabalho, uma vez que o valor de limiar de proteção foi ultrapassado em todos estes locais.

3.3.4.1. Apresentação das medições em que os trabalhadores estavam expostos ao risco e o funcionamento do ar condicionado

Pretendeu-se também avaliar se existia alguma relação entre a presença e ausência de risco nos locais de trabalho e o funcionamento do ar condicionado, de acordo com as 1080 medições efetuadas (Quadro 24).

Quadro 24 - Relação entre a presença e ausência de risco nos locais de trabalho e o funcionamento do ar condicionado

| Parâmetro Ambiental | Ausência Presença de Risco | Número de medições efetuadas com AC Ligado | % | Número de medições efetuadas com AC Desligado | % |
|--|------------------------------|--|--------|---|--------|
| CO ₂ p=0,669 | Ausência de Risco | 60 | 100,0% | 1013 | 99,3% |
| | Presença de Risco | 0 | 0 | 7 | 0,7% |
| CH ₂ O | Ausência de Risco | 0 | 0 | 0 | 0,0% |
| | Presença de Risco | 60 | 100,0% | 1020 | 100,0% |
| PM ₁₀ X ² ; gl; p (7,719; 1; 0,005) | Ausência de Risco | 60 | 100,0% | 903 | 88,5% |
| | Presença de Risco | 0 | 0,0% | 117 | 11,5% |
| PM _{2,5} X ² ; gl; p (13,390; 1; <0,001) | Ausência de Risco | 60 | 100,0% | 832 | 81,6% |
| | Presença de Risco | 0 | 0,0% | 188 | 18,4% |
| T° X ² ; gl; p (9,931; 1; 0,002) | Ausência de Risco | 0 | 0,0% | 146 | 14,3% |
| | Presença de Risco | 60 | 100,0% | 874 | 85,7% |
| Hr X ² ; gl; p (5,986; 2; 0,05) | Ausência de Risco | 60 | 100,0% | 927 | 90,9% |
| | Presença de Risco | 0 | 0,0% | 93 | 9,1% |

Legenda: AC – Ar Condicionado;
Teste: X² de Pearson; Teste: Exato de Fisher

Pela análise do Quadro 24 constatou-se que, quando se relacionou a ausência e presença de risco com o facto do ar condicionado no momento das medições estar ligado ou desligado, no caso do CO₂, as diferenças não foram significativas. Quanto aos restantes parâmetros avaliados nos locais de trabalho (com exceção do CH₂O, em que os trabalhadores estavam todos expostos ao risco), verificou-se que existiam diferenças estatisticamente significativas quando relacionados com o funcionamento do ar condicionado.

3.3.5. Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior dos locais de trabalho

No Quadro 25 pode-se observar os valores dos vários parâmetros ambientais avaliados na zona envolvente dos locais de trabalho (ar ambiente), nomeadamente a média, mediana, desvio padrão e o valor máximo encontrado.

Quadro 25 - Concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados no exterior dos locais de trabalho

| Parâmetro Ambiental | N.º medições | Média | Mediana | Desvio Padrão | Máximo |
|-------------------------------------|--------------|----------|----------|---------------|----------|
| CO ppm | 180 | 1,907 | 1,900 | 0,081 | 2,100 |
| CO ₂ ppm | 180 | 195,539 | 154,000 | 101,850 | 602,000 |
| CH ₂ O ppm | 180 | 0,147 | 0,080 | 0,177 | 0,530 |
| PM _{2,5} µg/m ³ | 180 | 16,111 | 13,990 | 13,160 | 157,310 |
| PM ₁₀ µg/m ³ | 180 | 17,733 | 13,410 | 16,690 | 161,790 |
| PM _{0,3} µg/m ³ | 180 | 4,277 | 4,280 | 0,795 | 7,590 |
| PM _{0,5} µg/m ³ | 180 | 2,006 | 1,975 | 0,574 | 6,910 |
| PM _{1,0} µg/m ³ | 180 | 3,945 | 3,610 | 2,330 | 26,190 |
| PM _{5,0} µg/m ³ | 180 | 9,988 | 7,315 | 10,838 | 105,120 |
| Partículas Ultrafinas | 180 | 3494,594 | 3758,500 | 802,476 | 4713,000 |
| T °C | 180 | 25,832 | 23,100 | 5,496 | 39,200 |
| Hr % | 180 | 54,793 | 55,500 | 13,091 | 74,400 |

Da análise das 180 medições realizadas aos vários parâmetros ambientais no exterior (zona envolvente dos locais de trabalho), pode-se evidenciar que relativamente às várias partículas avaliadas, foram as de maiores dimensões as que obtiveram valores médios mais elevados (PM_{2,5}, PM_{5,0} e PM₁₀).

Há a destacar ainda, os valores referentes ao conforto térmico, ou seja, a temperatura do ar obteve valores máximos de 39,200°C e a humidade relativa apresentou valores máximos de 74,400%.

3.3.6. Velocidade do ar

Verificou-se que no interior dos locais de trabalho, o valor médio da velocidade do ar foi <0,001m/s, quer durante a manhã, quer durante a tarde. No que concerne ao valor médio no exterior este foi de 1,7m/s durante a manhã e 1,3m/s durante a tarde.

Dado os valores terem pouca expressividade, optou-se por não os apresentar graficamente.

3.4. Relação da qualidade do ar interior dos edifícios e a qualidade do ar exterior

No Quadro 26 apresenta-se a relação entre a concentração dos vários parâmetros ambientais avaliados nos edifícios e a concentração dos mesmos parâmetros avaliados no exterior.

Quadro 26 – Relação da qualidade do ar interior dos edifícios e a qualidade do ar exterior

| Parâmetro Ambiental | Valores máximos no interior (habitações) | Valores máximos no Exterior (habitações) | Interior/Exterior (habitações) | Valores máximos no interior (locais de trabalho) | Valores máximos no Exterior (locais de trabalho) | Interior/Exterior (locais de trabalho) |
|-------------------------------------|--|--|--------------------------------|--|--|--|
| CO ppm | 2,300 | 2,100 | 1,1 | 2,100 | 2,100 | 1 |
| CO ₂ ppm | 1540,000 | 1127,000 | 1,4 | 1348,000 | 602,000 | 2,24 |
| CH ₂ O ppm | 0,180 | 0,100 | 1,8 | 2,430 | 0,530 | 4,59 |
| PM _{2,5} µg/m ³ | 156,230 | 388,320 | 0,40 | 171,860 | 157,310 | 1,09 |
| PM ₁₀ µg/m ³ | 194,150 | 665,200 | 0,29 | 370,740 | 161,790 | 2,29 |
| PM _{0,3} µg/m ³ | 24,340 | 16,730 | 1,45 | 7,110 | 7,590 | 0,94 |
| PM _{0,5} µg/m ³ | 26,150 | 9,530 | 2,74 | 6,560 | 6,910 | 0,95 |
| PM _{1,0} µg/m ³ | 44,360 | 21,750 | 2,04 | 28,080 | 26,190 | 1,07 |
| PM _{5,0} µg/m ³ | 199,700 | 412,470 | 0,48 | 228,950 | 105,120 | 2,18 |
| Partículas Ultrafinas | 99625,000 | 34758,000 | 2,87 | 25968,000 | 4713,000 | 5,51 |
| T °C | 23,800 | 30,300 | 0,79 | 29,100 | 39,200 | 0,74 |
| Hr % | 91,700 | 73,600 | 1,29 | 77,700 | 74,400 | 1,04 |

A relação interior/exterior nas habitações variou entre 0,29 e 2,87, e nos locais de trabalho, entre 0,74 e 4,59.

Nas habitações, apenas os valores das PM₁₀ e da Hr é que se verificaram mais elevados no exterior face ao interior.

Nos locais de trabalho foram os valores das $PM_{0,3}$, $PM_{0,5}$ e T° que se revelaram mais elevados no exterior comparativamente ao interior.

3.5. Avaliação da condição de saúde dos trabalhadores

Nesta secção apresentam-se os resultados alusivos à percepção dos trabalhadores, relativa à sua saúde, obtidos através da análise ao questionário distribuído e preenchido por estes.

3.5.1. Avaliação da percepção do estado geral de saúde

Procurou-se avaliar a percepção dos trabalhadores face ao estado geral de saúde. Verificar o Gráfico 12.

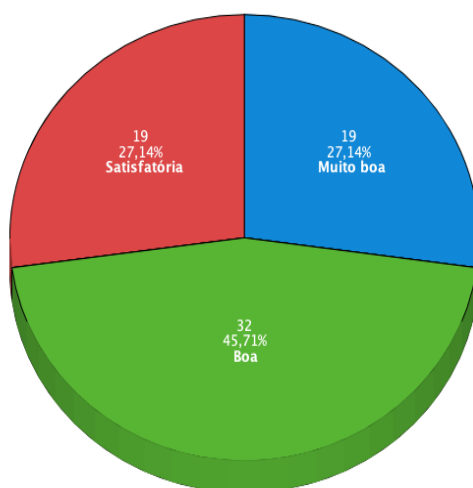


Gráfico 12 - Percepção do estado geral de saúde dos trabalhadores

Pela análise do Gráfico 12, verificou-se que a maioria dos trabalhadores percecionou um estado geral de saúde como boa (45,71%). Porém, 27,14% considerou-a satisfatória.

Após esta análise, e apesar dos resultados globais serem muito positivos relativamente à percepção do estado de saúde, pretendeu-se, de seguida, avaliar a percepção dos trabalhadores face aos sinais, sintomas e patologias.

3.5.1.1. Avaliação de sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores

Nesta secção, procurou-se fazer uma análise dos sinais, sintomas e prevalência de determinadas patologias reportadas nos trabalhadores.

A distribuição dos sinais, sintomas e patologias, recolhida através de questionário, encontra-se esquematizada no Quadro 27.

Quadro 27 - Apresentação dos sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores

| Sinais/Sintomas/Patologias | | Sexo masculino | | Sexo feminino | | Total | % |
|---------------------------------------|-----|----------------|-------|---------------|------|-------|------|
| | | N.º | % | N.º | % | Total | % |
| Doença Crónica | Sim | 5 | 22,7 | 15 | 31,3 | 20 | 28,6 |
| | Não | 17 | 77,3 | 33 | 68,8 | 50 | 71,4 |
| Doença respiratória | Sim | 5 | 22,7 | 10 | 20,8 | 15 | 21,4 |
| | Não | 17 | 77,3 | 38 | 79,2 | 55 | 78,6 |
| Asma | Sim | 3 | 13,6 | 5 | 10,4 | 8 | 11,4 |
| | Não | 19 | 86,4 | 43 | 89,6 | 62 | 88,6 |
| Bronquite | Sim | 3 | 13,6 | 4 | 8,3 | 7 | 10 |
| | Não | 19 | 86,4 | 44 | 91,7 | 63 | 90 |
| Pieira Assobios | Sim | 3 | 13,6 | 6 | 12,5 | 9 | 12,9 |
| | Não | 19 | 86,4 | 42 | 87,5 | 61 | 87,1 |
| Crise de Espirros | Sim | 5 | 22,7 | 14 | 29,2 | 19 | 27,1 |
| | Não | 17 | 77,3 | 34 | 70,8 | 51 | 72,9 |
| Rinite Alérgica | Sim | 4 | 18,2 | 19 | 39,6 | 23 | 32,9 |
| | Não | 18 | 81,8 | 29 | 60,4 | 47 | 67,1 |
| Tosse Seca | Sim | 0 | 0 | 11 | 22,9 | 11 | 15,7 |
| | Não | 22 | 100,0 | 37 | 77,1 | 59 | 84,3 |
| Dores de Cabeça | Sim | 2 | 9,1 | 18 | 37,5 | 20 | 28,6 |
| | Não | 20 | 90,9 | 30 | 62,5 | 50 | 71,4 |
| Tonturas | Sim | 0 | 0 | 5 | 10,4 | 5 | 7,1 |
| | Não | 22 | 100,0 | 43 | 89,6 | 65 | 92,9 |
| Prurido Ardor Irritação nos olhos | Sim | 3 | 13,6 | 13 | 27,1 | 16 | 22,9 |
| | Não | 19 | 86,4 | 35 | 72,9 | 54 | 77,1 |
| Dificuldades Respiratórias | Sim | 3 | 13,6 | 5 | 10,4 | 8 | 11,4 |
| | Não | 19 | 86,4 | 43 | 89,6 | 62 | 88,6 |

Os sinais, sintomas e patologias mais prevalentes que os trabalhadores reportaram foram: rinite alérgica (32,9%), doença crónica e dores de cabeça (28,6%), crise de espirros (27,1%), prurido, ardor e irritação dos olhos (22,9%) e doenças do foro respiratório (21,4%).

Quando se comparou os homens com as mulheres, constatou-se que as mulheres apresentaram maior expressividade de doenças crónicas, crise de espirros, rinite alérgica, tosse seca, dores de cabeça, tonturas, prurido, ardor e irritação dos olhos.

3.5.2. Avaliação da relação entre os poluentes que ultrapassaram os valores de limiar de proteção nas habitações e condição de saúde dos trabalhadores

De acordo com os valores de limiar de proteção estabelecidos na legislação, existiram 4 parâmetros que ultrapassaram esses limites, no interior das habitações.

Assim decidiu-se relacionar esses parâmetros ambientais (CO₂, CH₂O, PM_{2,5} e PM₁₀) com a saúde dos trabalhadores.

3.5.2.1. Avaliação da relação entre o CO₂ e a saúde dos trabalhadores

O CO₂, foi um dos parâmetros em que o limiar de proteção foi ultrapassado. No entanto, e apesar da margem de tolerância ter sido cumprida, optou-se por avaliar a relação com a saúde dos trabalhadores (Quadro 28).

Quadro 28 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de CO₂

| | | Asma | | Total | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO ₂ p=0,535 | Não | N.º | 57 | 8 | 65 |
| | | % risco | 87,7% | 12,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 91,9% | 100,0% | 92,9% |
| | Sim | N.º | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 8,1% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 | |
| | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Bronquite Crónica | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO ₂ p=0,581 | Não | N.º | 58 | 7 | 65 |
| | | % risco | 89,2% | 10,8% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 92,1% | 100,0% | 92,9% |
| | Sim | N.º | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 7,9% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 63 | 7 | 70 | |
| | % risco | 90,0% | 10,0% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | Pleira/assobios | | Total | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO₂ p=0,492 | Não | N.º | 56 | 9 | 65 |
| | | % risco | 86,2% | 13,8% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 91,8% | 100,0% | 92,9% |
| | Sim | N.º | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 8,2% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 61 | 9 | 70 | |
| | % risco | 87,1% | 12,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Crise de espíritos | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO₂ X ² ; gl; p (2,006; 1; 0,157) | Não | N.º | 46 | 19 | 65 |
| | | % risco | 70,8% | 29,2% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 90,2% | 100,0% | 92,9% |
| | Sim | N.º | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 9,8% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 51 | 19 | 70 | |
| | % risco | 72,9% | 27,1% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Rinite Alérgica | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO₂ X ² ; gl; p (2,635; 1; 0,105) | Não | N.º | 42 | 23 | 65 |
| | | % risco | 64,6% | 35,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 89,4% | 100,0% | 92,9% |
| | Sim | N.º | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 10,6% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 47 | 23 | 70 | |
| | % risco | 67,1% | 32,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Tosse Seca | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO₂ p=0,414 | Não | N.º | 54 | 11 | 65 |
| | | % risco | 83,1% | 16,9% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 91,5% | 100,0% | 92,9% |
| | Sim | N.º | 5 | 0 | 5 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 8,5% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 59 | 11 | 70 | |
| | % risco | 84,3% | 15,7% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Dores de Cabeça | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO₂ X ² ; gl; p (2,154; 1; 0,142) | Não | N.º | 45 | 20 | 65 |
| | | % risco | 69,2% | 30,8% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 90,0% | 100,0% | 92,9% |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | Dores de Cabeça | | Total | |
|--|-----|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | | Não | Sim | | |
| | N.º | 5 | 0 | 5 | |
| | Sim | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 10,0% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 50 | 20 | 70 | |
| | | % risco | 71,4% | 28,6% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | Tonturas | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO ₂ p=0,682 | N.º | 60 | 5 | 65 | |
| | Não | % risco | 92,3% | 7,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 92,3% | 100,0% | 92,9% |
| Sim | N.º | 5 | 0 | 5 | |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 7,7% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 65 | 5 | 70 | |
| | | % risco | 92,9% | 7,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | Prurido, ardor e irritação nos olhos | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO ₂ X ² ; gl; p (1,595; 1; 0,207) | N.º | 49 | 16 | 65 | |
| | Não | % risco | 75,4% | 24,6% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 90,7% | 100,0% | 92,9% |
| Sim | N.º | 5 | 0 | 5 | |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 9,3% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 54 | 16 | 70 | |
| | | % risco | 77,1% | 22,9% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | Dificuldades Respiratórias | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CO ₂ p=0,535 | N.º | 57 | 8 | 65 | |
| | Não | % risco | 87,7% | 12,3% | 100,0% |
| | | % localização do edifício | 91,9% | 100,0% | 92,9% |
| Sim | N.º | 5 | 0 | 5 | |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 8,1% | 0,0% | 7,1% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 | |
| | | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Teste: X² de Pearson; Teste: Exato de Fisher

Constatou-se que não existiram diferenças significativas entre a exposição a concentrações elevadas de CO₂ e algum sinal, sintoma ou doença que os trabalhadores manifestaram possuir. Verificou-se, ainda, que a grande maioria dos trabalhadores não estava exposto a níveis elevados de CO₂.

3.5.2.2. Avaliação da relação entre o CH₂O e a saúde dos trabalhadores

O CH₂O, foi outro dos parâmetros em que o limiar de proteção foi ultrapassado, pelo que se foi compreender qual a sua relação com a saúde dos trabalhadores (Quadro 29).

Quadro 29 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de CH₂O

| | | | Asma | | Total |
|---|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------|--------|
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH₂O X ² ; gl; p (0,682; 1; 0,409) | Não | N.º | 46 | 7 | 53 |
| | | % risco | 86,8% | 13,2% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 74,2% | 87,5% | 75,7% |
| | Sim | N.º | 16 | 1 | 17 |
| | | % risco | 94,1% | 5,9% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 25,8% | 12,5% | 24,3% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 | |
| | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Bronquite Crónica | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH₂O p=0,581 | Não | N.º | 46 | 7 | 53 |
| | | % risco | 86,8% | 13,2% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 73,0% | 100,0% | 75,7% |
| | Sim | N.º | 17 | 0 | 17 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 27,0% | 0,0% | 24,3% |
| Total | N.º | 63 | 7 | 70 | |
| | % risco | 90,0% | 10,0% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Pieira/assobios | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH₂O X ² ; gl; p (0,975; 1; 0,323) | Não | N.º | 45 | 8 | 53 |
| | | % risco | 84,9% | 15,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 73,8% | 88,9% | 75,7% |
| | Sim | N.º | 16 | 1 | 17 |
| | | % risco | 94,1% | 5,9% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 26,2% | 11,1% | 24,3% |
| Total | N.º | 61 | 9 | 70 | |
| | % risco | 87,1% | 12,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Crise de espirros | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH₂O X ² ; gl; p (0,58; 1; 0,809) | Não | N.º | 39 | 14 | 53 |
| | | % risco | 73,6% | 26,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 76,5% | 73,7% | 75,7% |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | | Crise de espirros | | Total |
|--|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------|--------|
| | | | Não | Sim | |
| | Sim | N.º | 12 | 5 | 17 |
| | | % risco | 70,6% | 29,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 23,5% | 26,3% | 24,3% |
| Total | | N.º | 51 | 19 | 70 |
| | | % risco | 72,9% | 27,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | | Rinite Alérgica | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH ₂ O X ² ; gl; p (2,355; 1; 0,125) | Não | N.º | 33 | 20 | 53 |
| | | % risco | 62,3% | 37,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 70,2% | 87,0% | 75,7% |
| Sim | N.º | 14 | 3 | 17 | |
| | % risco | 82,4% | 17,6% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 29,8% | 13,0% | 24,3% | |
| Total | | N.º | 47 | 23 | 70 |
| | | % risco | 67,1% | 32,9% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | | Tosse Seca | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH ₂ O X ² ; gl; p (0,063; 1; 0,801) | Não | N.º | 45 | 8 | 53 |
| | | % risco | 84,9% | 15,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 76,3% | 72,7% | 75,7% |
| Sim | N.º | 14 | 3 | 17 | |
| | % risco | 82,4% | 17,6% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 23,7% | 27,3% | 24,3% | |
| Total | | N.º | 59 | 11 | 70 |
| | | % risco | 84,3% | 15,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | | Dores de Cabeça | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH ₂ O X ² ; gl; p (0,280; 1; 0,597) | Não | N.º | 37 | 16 | 53 |
| | | % risco | 69,8% | 30,2% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 74,0% | 80,0% | 75,7% |
| Sim | N.º | 13 | 4 | 17 | |
| | % risco | 76,5% | 23,5% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 26,0% | 20,0% | 24,3% | |
| Total | | N.º | 50 | 20 | 70 |
| | | % risco | 71,4% | 28,6% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | | Tonturas | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco CH ₂ O p=0,237 | Não | N.º | 48 | 5 | 53 |
| | | % risco | 90,6% | 9,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 73,8% | 100,0% | 75,7% |
| Sim | N.º | 17 | 0 | 17 | |
| | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 26,2% | 0,0% | 24,3% | |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | Tonturas | | Total | |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | | Não | Sim | | |
| Total | N.º | 65 | 5 | 70 | |
| | % risco | 92,9% | 7,1% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Prurido, ardor e irritação nos olhos | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CH ₂ O X ² ; gl; p (0,346; 1; 0,557) | Não | N.º | 40 | 13 | 53 |
| | | % risco | 75,5% | 24,5% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 74,1% | 81,3% | 75,7% |
| | Sim | N.º | 14 | 3 | 17 |
| | | % risco | 82,4% | 17,6% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 25,9% | 18,8% | 24,3% |
| Total | N.º | 54 | 16 | 70 | |
| | % risco | 77,1% | 22,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Dificuldades Respiratórias | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco CH ₂ O X ² ; gl; p (2,897; 1; 0,089) | Não | N.º | 45 | 8 | 53 |
| | | % risco | 84,9% | 15,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 72,6% | 100,0% | 75,7% |
| | Sim | N.º | 17 | 0 | 17 |
| | | % risco | 100,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 27,4% | 0,0% | 24,3% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 | |
| | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

Teste: X² de Pearson; Teste: Exato de Fisher

Tendo em consideração o Quadro 29 verificou-se que não existiram diferenças significativas entre o facto dos trabalhadores estarem expostos ao risco e possuírem sinais, sintomas e doenças. No entanto, 12,5% dos que possuíam asma estavam expostos ao risco, bem como 11,1% dos que indicaram possuir pieira e assobios, 26,3% dos que manifestaram crise de espirros, 13,0% dos que reportaram rinite alérgica, 27,3% dos que manifestaram ter tosse seca, 20,0% dos que possuíam dores de cabeça e 18,8% dos que indicaram possuir prurido, ardor e irritação nos olhos.

3.5.2.3. Avaliação da relação entre as PM_{2,5} e a saúde dos trabalhadores

As PM_{2,5} ultrapassaram, também, o valor de limiar de proteção, em algumas das habitações avaliadas e ao aplicar-se a margem de tolerância foi verificado que esta não era cumprida. Nesse sentido, procurou-se verificar se existiria alguma relação com a saúde dos trabalhadores (Quadro 30).

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

Quadro 30 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de PM_{2,5}

| | | Asma | | Total | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| | | Não | Sim | | |
| Risco PM_{2,5} p=0,040 | Não | N.º | 40 | 2 | 42 |
| | | % risco | 95,2% | 4,8% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 64,5% | 25,0% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 22 | 6 | 28 |
| | | % risco | 78,6% | 21,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 35,5% | 75,0% | 40,0% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 | |
| | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Bronquite Crónica | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco PM_{2,5} p=0,014 | Não | N.º | 41 | 1 | 42 |
| | | % risco | 97,6% | 2,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 65,1% | 14,3% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 22 | 6 | 28 |
| | | % risco | 78,6% | 21,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 34,9% | 85,7% | 40,0% |
| Total | N.º | 63 | 7 | 70 | |
| | % risco | 90,0% | 10,0% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Pieira/assobios | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (3,060; 1; 0,080) | Não | N.º | 39 | 3 | 42 |
| | | % risco | 92,9% | 7,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 63,9% | 33,3% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 22 | 6 | 28 |
| | | % risco | 78,6% | 21,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 36,1% | 66,7% | 40,0% |
| Total | N.º | 61 | 9 | 70 | |
| | % risco | 87,1% | 12,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | Crise de espirros | | Total | |
| | | Não | Sim | | |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (5,827; 1; 0,016) | Não | N.º | 35 | 7 | 42 |
| | | % risco | 83,3% | 16,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 68,6% | 36,8% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 16 | 12 | 28 |
| | | % risco | 57,1% | 42,9% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 31,4% | 63,2% | 40,0% |
| Total | N.º | 51 | 19 | 70 | |
| | % risco | 72,9% | 27,1% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | | Rinite Alérgica | | Total |
|---|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (0,874; 1; 0,350) | Não | N.º | 30 | 12 | 42 |
| | | % risco | 71,4% | 28,6% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 63,8% | 52,2% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 17 | 11 | 28 |
| | | % risco | 60,7% | 39,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 36,2% | 47,8% | 40,0% |
| Total | N.º | 47 | 23 | 70 | |
| | % risco | 67,1% | 32,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Tosse Seca | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (14,093; 1; <0,001) | Não | N.º | 41 | 1 | 42 |
| | | % risco | 97,6% | 2,4% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 69,5% | 9,1% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 18 | 10 | 28 |
| | | % risco | 64,3% | 35,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 30,5% | 90,9% | 40,0% |
| Total | N.º | 59 | 11 | 70 | |
| | % risco | 84,3% | 15,7% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Dores de Cabeça | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (1,167; 1; 0,280) | Não | N.º | 32 | 10 | 42 |
| | | % risco | 76,2% | 23,8% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 64,0% | 50,0% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 18 | 10 | 28 |
| | | % risco | 64,3% | 35,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 36,0% | 50,0% | 40,0% |
| Total | N.º | 50 | 20 | 70 | |
| | % risco | 71,4% | 28,6% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Tonturas | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM_{2,5} p=0,312 | Não | N.º | 40 | 2 | 42 |
| | | % risco | 95,2% | 4,8% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 61,5% | 40,0% | 60,0% |
| | Sim | N.º | 25 | 3 | 28 |
| | | % risco | 89,3% | 10,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 38,5% | 60,0% | 40,0% |
| Total | N.º | 65 | 5 | 70 | |
| | % risco | 92,9% | 7,1% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Prurido, ardor e irritação nos olhos | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM_{2,5} X ² ; gl; p (14,705; 1; <0,001) | Não | N.º | 39 | 3 | 42 |
| | | % risco | 92,9% | 7,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 72,2% | 18,8% | 60,0% |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | Prurido, ardor e irritação nos olhos | | Total |
|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | | Não | Sim | |
| Sim | N.º | 15 | 13 | 28 |
| | % risco | 53,6% | 46,4% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 27,8% | 81,3% | 40,0% |
| Total | N.º | 54 | 16 | 70 |
| | % risco | 77,1% | 22,9% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | Dificuldades Respiratórias | | Total |
| | | Não | Sim | |
| Risco PM _{2,5} p=0,040 | N.º | 40 | 2 | 42 |
| | % risco | 95,2% | 4,8% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 64,5% | 25,0% | 60,0% |
| Sim | N.º | 22 | 6 | 28 |
| | % risco | 78,6% | 21,4% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 35,5% | 75,0% | 40,0% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 |
| | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Teste: χ^2 de Pearson; Teste: Exato de Fisher

Constatou-se que ocorreram diferenças significativas, nos trabalhadores que estavam expostos a níveis elevados de PM_{2,5}, e que possuíam asma (75%), bronquite crónica (85,7%), crise de espíritos (63,2%), tosse seca (90,9%), prurido, ardor e irritação nos olhos (81,3%) e dificuldades respiratórias (75%).

No que respeita às tonturas, e apesar de não existirem diferenças estatisticamente significativas, verificou-se que 60,0% estavam expostos a níveis elevados de PM_{2,5}, e no que respeita às dores de cabeça, 50% dos trabalhadores que manifestaram ter, também se encontravam expostos ao risco, apesar das diferenças não serem significativas. No que concerne à rinite alérgica, não existiram diferenças estatisticamente significativas, no entanto, verificamos que 47,8% dos trabalhadores que possuíam esta doença, estavam expostos a níveis elevados de PM_{2,5}.

3.5.2.4. Avaliação da relação entre as PM₁₀ e a saúde dos trabalhadores

As PM₁₀ ultrapassaram, também, o valor de limiar de proteção, em algumas das habitações e ao aplicar-se a margem de tolerância foi verificado que esta não era cumprida. Nesse sentido, procurou-se avaliar a existência da relação com a saúde dos trabalhadores (Quadro 31).

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

Quadro 31 - Relação entre os sinais, sintomas e patologias dos trabalhadores expostos a concentrações elevadas de PM₁₀

| | | | Asma | | Total |
|--|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------|--------|
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (0,242; 1; 0,623) | Não | N.º | 44 | 5 | 49 |
| | | % risco | 89,8% | 10,2% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 71,0% | 62,5% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 18 | 3 | 21 |
| | | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 29,0% | 37,5% | 30,0% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 | |
| | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Bronquite Crónica | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ p=0,349 | Não | N.º | 45 | 4 | 49 |
| | | % risco | 91,8% | 8,2% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 71,4% | 57,1% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 18 | 3 | 21 |
| | | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 28,6% | 42,9% | 30,0% |
| Total | N.º | 63 | 7 | 70 | |
| | % risco | 90,0% | 10,0% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Pieira/assobios | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (0,055; 1; 0,815) | Não | N.º | 43 | 6 | 49 |
| | | % risco | 87,8% | 12,2% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 70,5% | 66,7% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 18 | 3 | 21 |
| | | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 29,5% | 33,3% | 30,0% |
| Total | N.º | 61 | 9 | 70 | |
| | % risco | 87,1% | 12,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Crise de espirros | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (02,508; 1; 0,113) | Não | N.º | 33 | 16 | 49 |
| | | % risco | 67,3% | 32,7% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 64,7% | 84,2% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 18 | 3 | 21 |
| | | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 35,3% | 15,8% | 30,0% |
| Total | N.º | 51 | 19 | 70 | |
| | % risco | 72,9% | 27,1% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | | Rinite Alérgica | | Total |
|---|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (2,593; 1; 0,107) | Não | N.º | 30 | 19 | 49 |
| | | % risco | 61,2% | 38,8% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 63,8% | 82,6% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 17 | 4 | 21 |
| | | % risco | 81,0% | 19,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 36,2% | 17,4% | 30,0% |
| Total | N.º | 47 | 23 | 70 | |
| | % risco | 67,1% | 32,9% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Tosse Seca | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (0,252; 1; 0,616) | Não | N.º | 42 | 7 | 49 |
| | | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 71,2% | 63,6% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 17 | 4 | 21 |
| | | % risco | 81,0% | 19,0% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 28,8% | 36,4% | 30,0% |
| Total | N.º | 59 | 11 | 70 | |
| | % risco | 84,3% | 15,7% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Dores de Cabeça | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (0,333; 1; 0,564) | Não | N.º | 36 | 13 | 49 |
| | | % risco | 73,5% | 26,5% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 72,0% | 65,0% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 14 | 7 | 21 |
| | | % risco | 66,7% | 33,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 28,0% | 35,0% | 30,0% |
| Total | N.º | 50 | 20 | 70 | |
| | % risco | 71,4% | 28,6% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Tonturas | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ p=0,155 | Não | N.º | 47 | 2 | 49 |
| | | % risco | 95,9% | 4,1% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 72,3% | 40,0% | 70,0% |
| | Sim | N.º | 18 | 3 | 21 |
| | | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 27,7% | 60,0% | 30,0% |
| Total | N.º | 65 | 5 | 70 | |
| | % risco | 92,9% | 7,1% | 100,0% | |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | | | Prurido, ardor e irritação nos olhos | | Total |
| | | | Não | Sim | |
| Risco PM₁₀ X ² ; gl; p (1,250; 1; 0,264) | Não | N.º | 36 | 13 | 49 |
| | | % risco | 73,5% | 26,5% | 100,0% |
| | | % com sinais, sintomas e doenças | 66,7% | 81,3% | 70,0% |

COVID-19 e Confinamento: Impacte da Qualidade do Ar
Interior Residencial na Saúde dos Trabalhadores em Teletrabalho

| | | Prurido, ardor e irritação nos olhos | | Total |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | | Não | Sim | |
| Sim | N.º | 18 | 3 | 21 |
| | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 33,3% | 18,8% | 30,0% |
| Total | N.º | 54 | 16 | 70 |
| | % risco | 77,1% | 22,9% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | Dificuldades Respiratórias | | Total |
| | | Não | Sim | |
| Risco PM ₁₀ X ² ; g; p (0,242; 1; 0,623) | N.º | 44 | 5 | 49 |
| | % risco | 89,8% | 10,2% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 71,0% | 62,5% | 70,0% |
| Sim | N.º | 18 | 3 | 21 |
| | % risco | 85,7% | 14,3% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 29,0% | 37,5% | 30,0% |
| Total | N.º | 62 | 8 | 70 |
| | % risco | 88,6% | 11,4% | 100,0% |
| | % com sinais, sintomas e doenças | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Teste: X² de Pearson; Teste: Exato de Fisher

Observou-se que não existiram diferenças significativas nos trabalhadores que estavam expostos a níveis elevados de PM₁₀, e que possuíam algum tipo de sinais, sintomas ou doenças.

Verificou-se também, que a maioria dos trabalhadores que manifestaram possuir tonturas (60,0%) estavam expostos ao risco, bem como 37,5% dos que indicaram ter asma, 42,9% dos que reportaram bronquite crónica, 33,3% dos que referiram pieira e assobios, 15,8% dos que manifestaram ter crise de espirros, 17,4% dos que possuíam rinite alérgica, 36,4% dos que apresentavam tosse seca, 18,8% dos que manifestaram ter prurido, ardor e irritação dos olhos e 37,5% dos que revelaram possuir ter dificuldades respiratórias.

Em suma, verificamos a existência de valores máximos de CO₂, CH₂O, PM_{2,5}, PM₁₀ acima do valor de limiar de proteção legalmente estabelecido, tanto nas habitações onde os trabalhadores desempenharam funções em regime de teletrabalho como nos locais de trabalho onde habitualmente exercem as suas atividades em regime presencial na IES.

Em relação ao CO₂, PM₁₀ e PM_{2,5}, os trabalhadores encontravam-se mais expostos nas suas habitações comparativamente ao seu local de trabalho habitual. Já no que respeita ao CH₂O, os resultados demonstraram que todos os trabalhadores se encontravam expostos no seu local de trabalho.

CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO

Neste estudo pretendeu-se avaliar o impacte na saúde dos trabalhadores de uma IES resultante da exposição ao ar interior nas suas habitações e nos locais de trabalho.

Neste capítulo irá apresentar-se e discutir-se os resultados mais relevantes, tendo em consideração a presença de risco para a saúde pública.

Ghaffarianhoseini, *et al.* (2018), referem no seu estudo que durante os últimos anos, tem existido um interesse crescente em compreender a interação do ambiente construído e dos seus ocupantes em termos de saúde e bem-estar. Especialmente os problemas de saúde que têm uma associação potencial com o ambiente interior despertam a preocupação do público e da indústria da construção. Como a proporção de pessoas que trabalham em edifícios administrativos é alta e está a aumentar em todo o mundo, os sintomas de saúde progressivamente relatados relacionados com o ambiente interno e a sua causalidade devem ser examinados mais detalhadamente.

Um dos principais riscos ambientais para a saúde pública é a poluição do ar interior, sendo que dentro dos edifícios os níveis de poluentes podem ser duas a cinco vezes mais elevados do que no exterior, podendo também em casos extremos, ser cem vezes superiores. Atualmente, a sociedade passa grande parte do seu dia em ambientes fechados, tornando estes níveis de contaminação de grande importância (Nunes, 2018).

Em situação de pandemia mundial, devido ao surto causado pelo SARS-CoV-2, os portugueses permaneceram (e continuam a permanecer) muito mais tempo dentro das suas habitações devido ao período de isolamento social estipulado, estando, assim, mais expostos a eventuais poluentes do ar interior. A exposição prolongada a estes poluentes pode causar o aparecimento de um conjunto de sintomas, que se podem exacerbar à medida que a exposição se prolonga. Indivíduos com problemas respiratórios (por exemplo, asma ou doença pulmonar obstrutiva crónica) podem ser especialmente suscetíveis a esta exposição (Rufo & Ribeiro, 2019).

A generalidade das habitações avaliadas tinham condições de habitabilidade, no entanto, e apesar das 4200 medições realizadas aos vários parâmetros ambientais não terem evidenciado nenhuma concentração média no interior das habitações acima do limiar de proteção legislado, identificou-se que os valores máximos de CO₂, CH₂O, PM_{2,5}, e PM₁₀, por vezes ultrapassaram o valor de limiar de proteção legalmente estabelecido, evidenciando a existência de fontes emissoras e problemas na

renovação de ar. Face a estes resultados e ao aplicar-se a margem de tolerância para o CO₂, PM_{2,5} e PM₁₀, verificou-se que esta era cumprida.

Apesar da legislação portuguesa relativa à qualidade do ar interior não possuir um limiar de proteção para as partículas ultrafinas, não se pode deixar de destacar a grande quantidade encontrada no interior das habitações. Estas partículas têm preocupado nos últimos anos, quer os profissionais de saúde, quer os cientistas, devido à sua reduzida dimensão e eventual perigosidade para a saúde humana.

Constatou-se que existiram 118 medições realizadas ao CO₂ em que os valores máximos ultrapassaram o valor limite legal e 21 medições de CH₂O que também ultrapassaram o limite estabelecido. Relativamente às PM_{2,5}, verificou-se que ultrapassaram o limiar de proteção 981 medições e no caso das PM₁₀, 235 medições.

É especialmente preocupante a exposição às partículas PM_{2,5} e PM₁₀, pelos efeitos nocivos que provocam na saúde do ser humano. A OMS, em 2018, estimou que quase metade da população mundial (cerca de 3 bilhões de pessoas) usava tecnologias poluentes e combustíveis sólidos para cozinhar, aquecer e iluminar, que são uma importante fonte de poluição do ar em ambientes interiores. De acordo com Sarafraz, Sadani & Teimouri, (2018) as fontes de matéria particulada doméstica são fontes internas e externas. Consequentemente, a qualidade do ar interior é influenciada pela qualidade do ar externo (Schieweck, *et al.*, 2018) e pelas fontes internas, como os sistemas de aquecimento e de arrefecimento, instalações de cozinha que usam combustíveis fósseis (petróleo, gás, querosene, carvão e madeira), fumo, materiais de construção, móveis, tapetes, produtos de limpeza, produtos de manutenção e cuidados pessoais. Vários estudos afirmam que muitas doenças e também a morte (exposição a longo prazo), estão relacionadas com a inalação de poluentes do ar interior. A grande maioria dos poluentes do ar contribui para esses efeitos negativos na saúde humana devido à sua natureza particulada, especialmente quando o diâmetro das partículas tende a ser muito pequeno, pois podem alojar-se nos alvéolos pulmonares e rapidamente passar para a corrente sanguínea (Huang, *et al.*, 2017; Amoatey, *et al.*, 2018; Cao, *et al.*, 2018).

Neste estudo, a exposição a partículas no interior das habitações revelou-se preocupante, à semelhança de outros estudos realizados, nomeadamente em casas (Kulshrestha, *et al.*, 2014; Satsangi, *et al.*, 2014), hospitais (Slezakova, *et al.*, 2012), restaurantes (Taner, *et al.*, 2013), salas de aula (Deng, *et al.*, 2016), edifícios administrativos (Szigeti, *et al.*, 2014; Saraga, *et al.*, 2017), e em outros edifícios, que identificaram dois grupos de fontes de poluição: as atividades antropogénicas internas e o ar ambiente infiltrado do exterior (Kulshrestha, *et al.*, 2014; Amoatey, *et al.*, 2018).

Fontes internas típicas comuns referem-se às atividades dos ocupantes, como cozinhar, fritar, perfurar, fumar, queimar incenso, aquecimento central, ar condicionado e queima de lenha para lareira (Kulshrestha, *et al.*, 2014; Amoatey, *et al.*, 2018). Nos locais de trabalho, as fontes internas dependem das características específicas das atividades relevantes que ocorrem (apenas) durante o horário de trabalho e dependem da utilização de vários equipamentos mecânicos e elétricos que causam emissões (Massey, *et al.*, 2016), e/ou o número de ocupantes e seu movimento causando ressuspensão das partículas (Saraga, *et al.*, 2011). As atividades ao ar livre também podem afetar o ambiente interno do local de trabalho por meio da ventilação (Szigeti, *et al.*, 2014, 2016; Mihucz, *et al.*, 2015).

No que respeita ao conforto térmico, quer a temperatura do ar, quer a humidade relativa, em algumas medições efetuadas no interior das habitações revelaram valores desadequados em diversas divisões, designadamente naquelas que os trabalhadores escolheram para realizar o teletrabalho. De acordo com Al Horr, *et al.* (2016) o conforto térmico desempenha um papel significativo na produtividade dos ocupantes de qualquer ambiente interno, e elevados graus de desconforto térmico podem resultar em perda de produtividade. Os resultados deste estudo de Al Horr, *et al.*, (2016) indicaram que uma grande proporção (41%) dos entrevistados experimentou desconforto térmico devido à variação da temperatura ambiente durante o seu horário de trabalho. No estudo de Rupp, *et al* (2015) onde se procedeu à avaliação da relação entre as tarefas de escritório, temperatura e produtividade os resultados revelaram diferentes temperaturas ótimas, com um impacto do conforto térmico na produtividade individual do trabalhador. Estes estudos indicam que é importante dar a devida atenção às necessidades individuais, nomeadamente nos espaços onde estão a trabalhar várias pessoas em simultâneo, como nos espaços “*open space*”.

No que respeita à localização das habitações dos trabalhadores em análise, os resultados indicaram que existiram cinco casas em que os níveis de CO₂ ultrapassaram o limiar de proteção. As alterações foram significativas ($p=0,014$) da frequência de exposição dos trabalhadores ao CO₂, em função da localização da habitação. No que respeita ao CH₂O e às PM₁₀, verificou-se que não existiam diferenças significativas, no entanto, constatou-se que a maioria dos trabalhadores expostos, viviam no centro da cidade. Quanto às PM_{2,5}, e as diferentes localizações geográficas das habitações não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, no entanto, verificou-se que a maioria dos trabalhadores que moravam na zona suburbana e centro da cidade eram os que estavam mais expostos ao risco. Coelho (2006) refere que o desenvolvimento industrial e urbano tem provocado em todo o mundo um aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos, responsáveis por

efeitos adversos na saúde pública e no ambiente. As principais atividades industriais, o tráfego e a atividade urbana são fontes de emissões atmosféricas de diversos poluentes, considerados prejudiciais para a saúde, provocando a exposição prolongada a contaminantes químicos, biológicos e microbiológicos. Borrego, *et al.* (2008) referem que o aumento demográfico e a concentração das populações em grandes centros urbanos, juntamente com a evolução tecnológica e o excesso de consumismo, têm vindo a agravar estes efeitos, originando, impactes negativos, por vezes irreversíveis. Os elevados níveis de poluição existentes na maioria dos centros urbanos são, em parte responsáveis pelo abandono dos seus habitantes para áreas periféricas, originando, assim, níveis mais elevados de tráfego e os problemas agravam-se com o centro de atividade a mover-se para a periferia, face a um centro da cidade cada vez mais debilitado.

Outro aspeto estudado foi a relação existente entre as concentrações dos vários parâmetros ambientais no interior das habitações e o uso de sistema de aquecimento (a maioria dos trabalhadores tinham lareira ou Sistema de Aquecimento, ventilação e Ar Condicionado). Verificou-se que todas as casas que apresentaram valores de CO₂ acima do limite legalmente estabelecido, possuíam sistema de aquecimento, no entanto as diferenças não eram significativas. No que respeita ao CH₂O também não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, no entanto verificou-se que nas 17 casas em que os valores de CH₂O se encontravam acima do limiar de proteção, 15 possuíam sistema de aquecimento. No que respeita às PM₁₀, verificou-se que não existiam diferenças significativas, mas, constatou-se que a maioria das casas em que se usava o sistema de aquecimento também revelaram valores de PM₁₀ acima do limite legal. Comportamento semelhante foi verificado para as PM_{2,5}, ou seja, das 27 casas que possuíam valores acima do limiar de proteção, 21 usavam sistema de aquecimento. Quanto à temperatura do ar, verificou-se que das 43 casas que tinham uma temperatura desadequada, 35 possuíam sistema de aquecimento, no entanto não se verificaram diferenças significativas. No que respeita à humidade relativa, verificou-se que existiam diferenças significativas entre as habitações que possuíam valores desadequados de humidade relativa e o facto de possuírem sistema de aquecimento ($p=0,043$). Observou-se ainda, que as 1205 medições realizadas à temperatura do ar que se encontravam fora do intervalo estabelecido, correspondiam a 44 habitações, e das 1309 medições à humidade relativa que também não cumpriam o intervalo definido, correspondiam a 46 habitações.

Estudos referem que a instalação de sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado em escritórios e outros edifícios é projetada para aumentar o conforto, mantendo níveis ideais de humidade (normalmente entre os 40 e 60%) e temperatura, no entanto, a crise de energia da década

de 1970 introduziu a importância da economia energética em edifícios, o que acabou por levar a que os edifícios se tornem, cada vez mais, herméticos. São várias as fontes de poluição do ar interior, nomeadamente devido à economia de energia, em que quantidades reduzidas de ar fresco são circuladas nos sistemas de ar condicionado e também devido aos materiais sintéticos e produtos químicos que estão a ser usados em edifícios para fins de construção e decoração de interiores. Para além destas fontes de poluição interiores existem ainda, os produtos de limpeza, purificadores de ar e o uso de lareiras, fogões, etc. (Shrimandilkar, 2013; Ito, *et al.*, 2018; Eleyowo & Amusa, 2019). No estudo realizado por Almeida, *et al.* (2010), relativo à caracterização da qualidade do ar interior em Portugal (Estudo HabitAR), verificaram que um número considerável das casas avaliadas (47%) tinha problemas de conforto térmico. Em aproximadamente 30% das casas avaliadas os valores da temperatura estavam abaixo dos 20°C, o que representava uma diminuição significativa do conforto térmico.

Constatou-se que as temperaturas mais baixas estiveram correlacionadas com elevados níveis de humidade relativa ($r=-0,231$), CO_2 ($r=-0,038$), CO ($r=-0,176$) e CH_2O ($r=-0,145$). Já quando foi correlacionado a humidade relativa com os restantes parâmetros verificou-se uma relação positiva com o CO_2 ($r=0,450$) e com o CO ($r=0,379$) e de forma inversa com o CH_2O ($r=-0,171$). Por fim, constatou-se que os níveis de CO se correlacionaram negativamente com o CH_2O ($r=-0,055$). Vários estudos, em salas de aula com ventilação natural identificaram uma forte correlação entre a humidade e a concentração de CO_2 , uma vez que as pessoas exalam vapor de água e CO_2 . Maiores variações na concentração de CO_2 foram observadas em edifícios de modo misto, atingindo níveis mais elevados em comparação com edifícios com sistema de ar condicionado central (Lee, *et al.*, 2012; Gladyszewska-Fiedoruk, 2013; Asif, *et al.*, 2018). Altos teores de CO_2 aparecem muitas vezes associados a altos teores de outros poluentes (Norback, *et al.*, 2011; Pegas, *et al.*, 2011).

As pessoas passam a maior parte do tempo (mais de 80%) em ambientes interiores. Logo, o ar interior tem um impacto considerável na saúde pública, no entanto, também se deve estar atento à qualidade do ar exterior. São muitos os cientistas que se concentram nos riscos associados à má qualidade do ar interior porque os estudos indicam que o ar interior é mais contaminado do que o ar exterior (Mannan & Al-Ghamdi, 2021; Mentese, 2020). Neste estudo, também foi objetivo avaliar a qualidade do ar exterior junto às habitações dos trabalhadores. Da análise das 2100 medições realizadas aos vários parâmetros ambientais no exterior, evidenciou-se que relativamente às várias partículas avaliadas, foram as PM_{10} , aquelas que obtiveram valores mais elevados, em termos médios (19,308 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). As partículas ultrafinas apresentaram um valor médio de 6516,123 e um valor

máximo de 34758,000. No que respeita ao CO₂, este apresentou valores médios de 241,450 ppm e um valor máximo de 1127,00 ppm. Há a destacar ainda, os valores referentes ao conforto térmico, ou seja, a temperatura do ar obteve valores médios de 20,012°C e um valor máximo de 30,300°C, e a humidade relativa apresentou valores médios de 49,942% e um valor máximo de 73,600%. Quando se compararam estes resultados com as concentrações verificadas no interior das habitações percebeu-se que estes resultados vão de encontro a muitos outros, ou seja, a qualidade do ar interior é pior do que a qualidade do ar exterior. Apenas as PM_{2,5} e a temperatura do ar (valores médios) é que revelaram valores mais elevados no exterior face ao interior.

Estes resultados evidenciam a importância que se tem que ter com a qualidade do ar interior, designadamente porque o teletrabalho muito provavelmente será mais intensificado daqui para a frente. O ambiente interno pode ter uma influência significativa na saúde dos ocupantes. Se estes forem expostos a má qualidade do ar interior, podem contrair vários tipos de doenças respiratórias (Samet & Spengler, 2003). Em ambientes internos, muitos poluentes são gerados por infiltração do ar exterior, através da ventilação, devido aos materiais de construção e às atividades dos ocupantes (Spengler, 2001). Existem vários poluentes internos, incluindo o CO₂, CH₂O, COV e partículas ultrafinas. Entre eles, as partículas ultrafinas causam graves doenças respiratórias e cardiovasculares quando introduzidas no corpo através do sistema respiratório. Foi relatado que o potencial carcinogénico pode aumentar se as pessoas forem continuamente expostas a partículas finas. A principal causa de partículas internas é a penetração de partículas externas no interior por meio de ventilação ou infiltração (Chan, 2014; MacNeill, 2014).

Neste estudo para além da avaliação da qualidade do ar interior residencial e da qualidade do ar exterior (zona envolvente), durante o período de confinamento social, em que os trabalhadores desenvolviam as suas funções em regime de teletrabalho, procedeu-se posteriormente à análise da qualidade do ar interior nos locais de trabalho habituais dos trabalhadores, aquando do seu regresso ao trabalho presencial. Verificou-se que das 1080 medições realizadas aos locais de trabalho, os valores médios de CH₂O e da temperatura do ar ultrapassaram os valores de limiar de proteção definidos. De destacar ainda, os valores médios obtidos de PM_{2,5} (23,883 µg/m³) que chegaram quase ao limiar de proteção legislado (25 µg/m³). Verificou-se ainda, a existência de valores máximos muito preocupantes, nomeadamente do CO₂ (1348,000 ppm), CH₂O (2,420 ppm), PM_{2,5} (171,860 µg/m³), PM₁₀ (370,740 µg/m³), temperatura do ar (29,100°C) e humidade relativa (77,700%). Constatou-se ainda que existiram diferenças significativas quando foi relacionada a presença e ausência de risco com os diferentes gabinetes e serviços onde os trabalhadores exerciam as suas atividades, bem como

quando relacionamos alguns dos parâmetros ambientais interiores com o funcionamento do ar condicionado. De referir, que a maioria das instalações onde os trabalhadores se encontravam a trabalhar tinham sido recentemente requalificadas (pinturas, substituição de caixilharia e das luminárias, etc.) e o material/equipamento de trabalho renovado (secretárias, armários, computadores, entre outros). Estes resultados indicam que a saúde e o desempenho dos trabalhadores podem estar em causa. Vários estudos semelhantes referem relatados em ambientes administrativos nas últimas décadas, destacando os efeitos da má qualidade do ar interior, na saúde, bem-estar e desempenho no trabalho (Carrer, *et al.*, 2015; Bluysen, *et al.*, 2016). Muitas são as fontes emissoras de poluentes no interior, nomeadamente nos locais de trabalho modernos. Estes são construídos com novos materiais e equipamentos que emitem vários produtos químicos e partículas finas, destacando-se os COV, nomeadamente o CH₂O. Também os produtos de limpeza e higiene e de aromatização contribuem para a obtenção de elevadas concentrações de poluentes químicos no ambiente interior. Novas estratégias de economia de energia, com o recurso a sistemas de aquecimento, arrefecimento e ventilação, também afetam a perceção da qualidade do ar interior. Além disso, os poluentes emitidos por equipamentos de escritório - por exemplo, emissões de impressoras a laser (ozono, COV primários e partículas) - e COV secundários derivados da química reativa do ar interno podem tornar-se preocupantes (Wells, *et al.*, 2017; Weschler, *et al.*, 2018).

Neste estudo e à semelhança do que já tinha sido realizado em relação às habitações, também no que respeita aos locais de trabalhos foi entendimento perceber como era a qualidade do ar exterior na zona envolvente.

Verificou-se que das 180 medições realizadas aos vários parâmetros ambientais no exterior, foram as partículas de maiores dimensões as que obtiveram valores mais elevados (PM_{2,5}, PM_{5,0} e PM₁₀). A temperatura do ar obteve valores máximos de 39,200°C e a humidade relativa apresentou valores máximos de 74,400%. Quando se comparou o ambiente exterior com o interior percebeu-se que mais uma vez os valores do interior são piores do que os do exterior (com exceção para as PM_{0,3} e para a temperatura).

Habil, *et al.* (2015) refere que a má qualidade do ar interior pode causar várias doenças respiratórias, doenças alérgicas e cancro. Melhorar a QAI ajudará a proteger a saúde humana, reduzir o absentismo ao trabalho causada por doenças, e evitar perdas económicas causadas por tratamentos médicos e hospitalares. Vários estudos indicam que os poluentes do ar em edifícios mais comuns são, as partículas, o CH₂O, COV, CO₂, CO e bactérias e fungos transportados pelo ar (Habil, *et al.*, 2016a, b; Mentese & Tasdibi, 2016, 2017; Mentese, 2017, 2018).

Para além destas avaliações quantitativas dos parâmetros ambientais analisados quer nas habitações, quer nos locais de trabalho (e zonas envolventes exteriores), pretendeu-se avaliar a perceção de saúde dos trabalhadores. Verificou-se que a maioria dos trabalhadores percecionou um estado geral de saúde como boa (45,71%). Porém, 27,14% considerou-a satisfatória. Os sinais, sintomas e patologias mais prevalentes que os trabalhadores percecionaram foram: rinite alérgica (32,9%), doença crónica e dores de cabeça (28,6%), crise de espirros (27,1%), prurido, ardor e irritação dos olhos (22,9%) e doenças do foro respiratório (21,4%). Quando se comparou os homens com as mulheres, constatou-se que as mulheres apresentaram maior expressividade de doenças crónicas, crise de espirros, rinite alérgica, tosse seca, dores de cabeça, tonturas, prurido, ardor e irritação dos olhos. Verificou-se que não existiram diferenças significativas entre o facto dos trabalhadores estarem expostos a valores elevados de CH_2O , e possuírem sinais, sintomas e doenças. No entanto, 12,5% dos que possuíam asma estavam expostos ao risco, bem como 11,1% dos que possuíam pieira e assobios, 26,3% dos que manifestaram crise de espirros, 13,0% dos que indicaram possuir rinite alérgica, 27,3% dos que reportaram ter tosse seca, 20,0% dos que possuíam dores de cabeça e 18,8% dos que manifestaram possuir prurido, ardor e irritação nos olhos.

Constataram-se diferenças significativas, nos trabalhadores que estavam expostos a níveis elevados de $\text{PM}_{2,5}$, e que possuíam asma (75%), bronquite crónica (85,7), crise de espirros (63,2%), tosse seca (90,9%), prurido, ardor e irritação nos olhos (81,3%) e dificuldades respiratórias (75%). No que respeita às tonturas e apesar de não existirem diferenças estatisticamente significativas, verificou-se que 60,0% estavam expostos a níveis elevados de $\text{PM}_{2,5}$, e no que respeita às dores de cabeça, 50% dos trabalhadores que manifestaram ter, também se encontravam expostos ao risco, apesar das diferenças não serem significativas. No que concerne à rinite alérgica, não existiram diferenças estatisticamente significativas, no entanto, verificou-se que 47,8% dos trabalhadores que indicaram possuir esta doença, estavam expostos a níveis elevados de $\text{PM}_{2,5}$.

Constatou-se que não existiram diferenças significativas, nos trabalhadores que estavam expostos a níveis elevados de PM_{10} , e que possuíam algum tipo de sinais, sintomas ou doenças. Verificou-se também que a maioria dos trabalhadores que tinham tonturas (60,0%) estavam expostos ao risco, bem como 37,5% dos que tinham asma, 42,9% dos que indicaram possuir bronquite crónica, 33,3% dos que tinham pieira e assobios, 15,8% dos que indicaram ter crise de espirros, 17,4% dos que possuíam rinite alérgica, 36,4% dos que reportaram possuir tosse seca, 18,8% dos que manifestaram ter prurido, ardor e irritação dos olhos e 37,5% dos que indicaram ter dificuldades respiratórias.

São inúmeros os estudos que identificam relações entre a qualidade do ar interior e sinais, sintomas e doenças, nos ocupantes dos edifícios. Ioannis, *et al.* (2020) realizaram um estudo onde avaliaram a associação entre os sintomas de saúde relatados pelos ocupantes do edifício e as concentrações de poluentes internos numa amostra de 148 escritórios, no âmbito do projeto de pesquisa europeu OFFICAIR. O estudo foi realizado em 37 edifícios de escritórios entre oito países e concluíram que os ocupantes de escritórios com concentrações mais altas de poluentes eram mais propensos a relatar sinais, sintomas e doenças, nomeadamente dores de cabeça, cansaço, irritação ocular, problemas de pele, sintomas respiratórios e cardíacos. Tsai, *et al.* (2012) referiram que a irritação ocular e os problemas respiratórios a nível superior estavam relacionados com a concentração de CO₂ em ambientes fechados. Além da concentração de CO₂, um estudo em Taiwan, revelou que irritação nos olhos, nariz entupido, garganta seca, dificuldades respiratórias, irritabilidade e tonturas foram associadas aos COV (Lu, *et al.*, 2015). Num outro estudo de comparação de dois prédios de escritórios na Malásia, os resultados indicaram uma associação significativa entre a prevalência de alguns sinais, sintomas e doenças e poluentes do ar interior, nomeadamente com o CO₂, CO, COV, PM₁₀ e PM_{2.5} (Zamani, *et al.*, 2013). Syazwan, *et al.* (2013) menciona no seu estudo que alguns poluentes do ar interior, como o CO, CH₂O, COV e partículas, foram relacionados com sintomas adversos à saúde. Num estudo muito recente, em que avaliaram a correlação entre a qualidade do ar interior e a percepção de saúde dos trabalhadores de um escritório, mostraram uma correlação significativa dos sintomas respiratórios com o aumento da concentração interna de partículas (especialmente as de tamanho > 0,3 µm), bem como com vários COV, nomeadamente o CH₂O (Azuma, *et al.*, 2018).

CONCLUSÃO

A existência de uma boa qualidade do ar interior é fundamental na manutenção da saúde da população como um todo, facto agravado pelo tempo que esta permanece no interior dos edifícios. É neste âmbito que foi desenvolvido este estudo, que se pretende que possa constituir um contributo científico, para um melhor conhecimento do binómio ambiente-saúde.

Verificou-se que a maioria das habitações estudadas tinha condições de habitabilidade, embora a concentração de vários poluentes possam sugerir a oportunidade de efetuar intervenções que melhorem a sua qualidade, controlando as fontes poluentes e promovendo uma maior ventilação. Identificamos, também, algumas relações entre a qualidade do ar interior e sinais, sintomas e doenças, nos ocupantes dos edifícios.

Deve-se reforçar que os limites considerados para os parâmetros ambientais em estudo, aceites de acordo com a legislação portuguesa, são fixados para edifícios públicos não residenciais, pelo que se pode considerar que, em espaços residenciais, será desejável que os ocupantes estejam expostos a valores ainda inferiores de todos estes contaminantes. Por outro lado, não há qualquer limite legalmente estabelecido para os espaços públicos para alguns parâmetros ambientais avaliados, nomeadamente as partículas, $PM_{0,3}$, $PM_{0,5}$, $PM_{5,0}$ e partículas ultrafinas, o que também causa algumas limitações a estas avaliações.

Os locais de trabalho revelaram valores elevados e preocupantes de CH_2O , muito provavelmente devido às recentes requalificações e também devido ao novo mobiliário/equipamento que foi adquirido. O CH_2O foi classificado, em 2004, pela *International Agency for Cancer Research* como um agente cancerígeno, pelo que é imperioso tomar medidas rápidas de eliminação ou diminuição das concentrações no interior dos edifícios avaliados, para níveis abaixo do valor de limiar de proteção legislado.

Deve, ainda, ser analisada a composição de produtos de higiene pessoal e limpeza utilizados, de modo a averiguar se existem compostos capazes de causar riscos para a qualidade do ar e para a saúde dos ocupantes dos edifícios. Será, também, necessário analisar a possibilidade de se ajustar o número de trabalhadores que estão a exercer a sua atividade em espaços com inúmeros trabalhadores, em “*open space*”. Outra medida que pode ser avaliada é o recurso a plantas, que têm a capacidade de absorver os COV e ajudam a eliminar as substâncias químicas presentes no ar, como é o caso da *chlorophytum*, *comosum aglaonema*, *spathiphyllum*, *dracaena*, *aloes* ou trepadeira.

Tendo em conta os valores encontrados para os parâmetros de conforto térmico, em alguns edifícios, devem ser adotados procedimentos de controlo da T e da Hr, para que os trabalhadores se sintam confortáveis.

Embora o presente estudo tenha tido um elevado índice de colaboração, traduzido na participação de 70 trabalhadores de uma IES, enfrentámos alguns obstáculos no recrutamento de mais habitações. Em período de confinamento devido à Pandemia COVID-19, entrar em casa dos trabalhadores não foi um processo simples e fácil, devido a todas as medidas de segurança e de prevenção do risco de contágio que se tinha que ter em consideração. Por isso, existiu um considerável número de trabalhadores a declinarem a sua participação no estudo. A falta de compreensão sobre o interesse e aplicabilidade prática destes trabalhos de investigação constituiu outra dificuldade importante.

É fundamental que nas habitações e nos locais de trabalho, se procedam a melhorias estruturais e funcionais, e se realizem monitorizações regulares de forma a não exporem os trabalhadores e restantes ocupantes dos edifícios, a situações de risco. É importante, também, melhorar os sistemas de renovação de ar, de modo a tornar esta renovação mais eficiente e eficaz. Deverá também existir uma preocupação com uma adequada exposição solar, por forma a evitar o aparecimento de bolores e de humidade. É também de extrema importância fazer ações de informação, sensibilização e formação a todos os trabalhadores para que estes alterem os seus comportamentos, para comportamentos mais saudáveis, nomeadamente ventilando e arejando constantemente todos os espaços dos edifícios.

A QAI deverá ser uma preocupação prioritária para o governo e para todos os profissionais que trabalham na área da Saúde Pública e da Segurança e Saúde do Trabalho. Devem-se implementar medidas estratégicas com a finalidade de preservar e melhorar a qualidade do ar, de modo a evitar que os poluentes atmosféricos atinjam concentrações que possam colocar em risco a saúde e segurança dos trabalhadores.

Tendo em consideração que o teletrabalho, muito provavelmente veio para ficar na vida de muitos profissionais, nomeadamente daqueles em que as funções o permitam, é necessário intensificar esforços no desenvolvimento de metodologias dos agentes condicionantes dos poluentes do ar que interferem na saúde humana, de forma a criar ferramentas eficazes no âmbito da saúde pública, permitindo a elaboração de políticas na área da qualidade do ar interior.

Os resultados deste estudo sugerem a necessidade de existir um crescimento substancial da investigação nesta área de conhecimento, dado o relevante aumento de prevalência e gravidade de

doenças que podem estar relacionadas com os agentes que influenciam a qualidade do ar interior. Neste sentido, o desenvolvimento de outros estudos que avaliem o impacto dos poluentes do ar sobre a saúde da população deve ser estimulado para contribuir com medidas adequadas de saúde ambiental nos edifícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulaali H.S., Hanafiah M.M., Usman I.M.S., Nizam N.U.M., Abdulhasan M.J. (2020). A review on green hotel rating tools, indoor environmental quality (IEQ) and human comfort. *International Journal of Advanced Science and Technology* 29(03): 128–157.
- Abt E., Suh H.H., Allen G., Koutrakis P. (2000). Characterization of indoor particle sources: A study conducted in the metropolitan Boston area. *Environmental Health Perspectives* 108(1): 35–44.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2009). *Qualidade do ar em espaços interiores: Um guia técnico*. Amadora.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2016). *Qualidade do Ar Interior*. <http://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=319>.
- Al Horr, Y.; Arif, M.; Kaushik, A.; Mazroei, A.; Katafygiotou, M.; Elsarrag, E. (2016). Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. *Build. Environ.* 2016, 105, 369–389. [CrossRef].
- Al Horr, Y.; Mohammed, A.; Katafygiotou, M.; Mazroei, A.; Kaushik, A.; Elsarrag, E. (2016). Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. *International Journal of Sustainable Built Environment* (2016) 5, 1-11.
- Ali M.Y., Hanafiah M.M. Khan M.F. (2018). Potential factors that impact the radon level and the prediction of ambient dose equivalent rates of indoor microenvironments. *Sci Total Environ* 626: 1–10.
- Ali M.Y., Hanafiah M.M., Latif M.T. (2016). Composition and distribution of particulate matter (PM₁₀) in a mechanically ventilated university building. In *AIP Conference Proceedings*, vol 1784, n.º 1. AIP Publishing, pp 060017.
- Almeida, M. M., Lopes, I., Nunes, C. (2010). Caracterização da qualidade do ar interior em Portugal – Estudo HabitAR. *Revista Portuguesa de Imunoalergologia* 18 (1): 21-38.
- Amoatey P., Omidvarborna H., Baawain M.S., Al-Mamun A. (2018). Indoor air pollution and exposure assessment of the gulf cooperation coun- cil countries: a critical review. *Environ Int* 121:491–506.
- Arbex, M. A., Pereira, L. A., Santos, U. P., & Braga, A. L. (2010). Síndrome do edifício doente. *Pneumologista Paulista*, 23 (11), 31-40.
- ASHRAE Standard 55–2004 (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy*.

Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

- Ashraf M.A., Hanafiah M.M. (2019). Sustaining life on earth system through clean air, pure water, and fertile soil. *Environ Sci Pollut Res* 26: 13679-13680.
- Asif, M. Zeeshan, M. Zahanzaib (2018). Indoor temperature, relative humidity and CO₂ levels assessment in academic buildings with different heating, ventilation and air-conditioning systems, *Building and Environment*. 133 (2018), 83-90, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.042>.
- Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. (2018). Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants. *Sci Total Environ*. 2018; 616–617:1649-1655.
- Bako-Biro, Z., Wargocki, P., Weschler, C.J., Fanger, P.O. (2004). Effects of pollution from personal computers on perceived air quality, SBS symptoms and productivity in offices. *Indoor Air* 14 (3), 178-187.
- Beaglehole, R.; Bonita, R.; & Kjellstrom, T. (2003). *Basic epidemiology*. Geneva: World Health Organization.
- Bernstein J.A., Alexis N., Bacchus H., Bernstein I.L., Fritz P., Horner E., *et al.* (2008). The health effects of non-industrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immunol* 2008; 121:585-91.
- Blondeau, P., Iordache, V., Poupard, O., Genin, D., & Allard, F. (2005). Relationship between outdoor and indoor air quality in eight French schools. *Indoor Air*, 15, 2-12.
- Bluysen, P. M., Aries, M., van Dommelen, P. (2011a). Comfort of workers in office buildings: the European HOPE project. *Build Environ*. 46 (1), 280-288.
- Bluysen, P. M., Janssen, S., van den Brink, Linde H., de Kluizenaar, Y., (2011b). Assessment of wellbeing in an indoor office environment. *Build. Environ*. 46 (12), 2632-2640
- Bluysen, P.M.; Roda, C.; Mandin, C.; Fossati, S.; Carrer, P.; de Kluizenaar, Y.; Mihucz, V.G.; de Oliveira Fernandes, E.; Bartzis, J. (2016). Self-reported health and comfort in ‘modern’ office buildings: First results from the European OFFICAIR study. *Indoor Air* 2016, 26, 298–317. [CrossRef] [PubMed].
- Bornehag, C.G., Sundell, J., & Sigsgaard, T. (2004). Dampness in buildings and health (DBH): Report from an ongoing epidemiological investigation on the association between indoor environmental factors and health effects among children in Sweden. *Indoor Air*, 14 (7), 59-66.
- Borrego C., Neuparth N., Carvalho A.C., Carvalho A., Miranda A.I., Costa AM., *et al.* (2008). A saúde e o ar que respiramos – um caso de estudo em Portugal. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

- Brager, G., Borgeson, S. (2010). Comfort Standards and Variations in Exceedance for Mixed-Mode Buildings. Center for the Built Environment. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.556345>.
- Brightman, H.S. (2005). Health, Comfort, and Productivity in United States Office Buildings.
- Cao Q, Rui G, Liang Y (2018). Study on PM_{2.5} pollution and the mortality due to lung cancer in China based on geographic weighted regression model BMC. Public Health 18(1): 925.
- Carrer, P.; Wargocki, P.; Fanetti, A.; Olfgang Bischof, W.; De Oliveira Fernandes, E.; Hartmann, T.; Kephelopoulos, S.; Palkonen, S.; Seppänen, O. (2015). What does the literature tell us about ventilation-health relationship in public and residential buildings? Build. Environ. 2015, 94, 273–286. [CrossRef].
- Casset A, de Blay F. (2008). Health effects of domestic volatile organic compounds. Revue Maladies Respiratoires 2008; 25:475-85.
- Castro, H. de, Gouveia, N., & Escamilla-Cejudo, J. (2003). Questões Metodológicas para a Investigação dos Efeitos da Poluição do Ar na Saúde. Revista Brasileira de Epidemiologia, 6 (2), 135-149.
- Catalina, T., Iordache, V. (2012). IEQ assessment on schools in the design stage. Build. Environ. 49, 129–140.
- Chan, W.R.; Cohn, S.; Sidheswaran, M.; Sullivan, D.P.; Fisk, W.J. Contaminant levels, source strengths, and ventilation rates in California retail stores. Indoor Air 2014, 25, 381–392. [CrossRef] [PubMed].
- Cincinelli, A., e Martellini, T. (2017). Indoor air quality and health. International Journal of Environmental Research and Public Health 2017, 14, 1286; doi:10.3390/ijerph14111286
- Coelho, L., Garcia, J., Gouveia, C., Cerdeira, R., & Louro, C. (2005). Estudo da influência da indústria e do tráfego na qualidade do ar na cidade do Barreiro. In Acta do 4.º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Mecânica da Ordem dos Engenheiros. Lisboa, Portugal: Ordem dos Engenheiros.
- Coelho, L., Garcia, J., Gouveia, C., Cerdeira, R., & Louro, C. (2006). Analysis of respirable particles reduction in school classrooms. In HB 2006 Healthy Buildings. Lisboa, Portugal: International Society of Indoor Air Quality and Climate 217-222.
- COM (2005) 446 final de 21 de setembro (2005). Thematic Strategy on Air Pollution. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Commission of the European Communities. Brussel, Belgium. Disponível em https://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/pdf/strat_com_en.pdf

- Corgnati, S.P., Ansaldi, R., Filippi, M. (2009). Thermal comfort in italian classrooms under free running conditions during mid seasons: assessment through objective and subjective approaches. *Build. Environ.* 44(4), 785–792.
- Daisey, J.M., Angell, W. J., Apte, M. G. (2003). Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air* 13 (1), 53-64
- Dales R., Liu L., Wheeler A.J., Gilbert N.L. (2008). Quality of indoor residential air and health. *CMAJ* 2008; 179:147-52.
- Decreto-Lei n.º 101-D/2020 de 7 de dezembro (2020). Estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o sistema de Certificação energética de Edifícios, transpondo a Diretiva (EU) 2018/844 e parcialmente a Diretiva (EU) 2019/944. *Diário da República n.º 237 – I Série*. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa, Portugal.
- Deng W-J, Zheng H-L, Tsui AKY, Chen X-W (2016). Measurement and health risk assessment of PM_{2.5}, flame retardants, carbonyls and black carbon in indoor and outdoor air in kindergartens in Hong Kong. *Environ Int* 96:65–74.
- Dias, D. (2008). Avaliação de risco para a saúde humana associado a partículas inaláveis. Universidade de Aveiro, Portugal.
- Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio (2010). Relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação). *Jornal Oficial da União Europeia*. Estrasburgo, França.
- Eleyowo, O. O., & Amusa, O. D. (2019). Evaluation of air condition use and its health effects. *Recent Adv. Biol. Med*, 5, 1. <https://doi.org/10.18639/rabm.2019.858317>.
- Escobedo, L. E., Champion, W. M., Li, N., Montoya, L. D. (2014). Indoor air quality in Latino homes in Boulder, Colorado. *Atmospheric Environment* 92 (2014) 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.03.043>.
- Esteves, H., Gomes, J. F., Miranda, R. M., & Albuquerque, P. (2018). Exposição ocupacional a nanopartículas na indústria cerâmica.
- Estoková, A., Stevulová, N., & Kubincová, L. (2010). Particulate matter investigation in indoor environment. *Global Nest Journal*, 12(1), 20-26.
- Fang, G., Wu, Y., Chang, S., Huang, S., & Rau, J. (2006). Size distributions of ambient air particles and enrichment factor analyses of metallic elements at Taichung Harbor near the Taiwan Strait. *Atmospheric Research*, 81(4), 320-333.
- 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(7), 74-81.

- Fann, N., Lamson, A.D., Anenberg, S.C., Wesson, K., Risley, D., Hubbell, B.J., (2012). Estimating the national public health burden associated with exposure to ambient PM_{2.5} and ozone: U.S. public health burden of PM_{2.5} and ozone. *Risk Analysis* 32 (1), 81e95. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01630>.
- Ferreira A.M.C. & Cardoso S.M. (2013). Estudo exploratório da qualidade do ar em escolas de educação básica, Coimbra, Portugal. *Ver. Saúde Pública* 2013; 47(6):1059-68. DOI:10.1590/S0034-8910.2013047004810.
- Ferreira, J. (2007). Relação qualidade do ar e exposição humana a poluentes atmosféricos. Universidade de Aveiro, Portugal.
- Fonseca, C. C. (2015). Ultrafine Particles In Children's Home Environments. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto.
- Fortin, M. F. (2003). O processo de investigação: da concepção à realização. Loures: Lusociência
- Franck, U., Herbarth, O., Roder, S., Schlink, U., Borte, M., Diez, U.,...& Lehmann, I. (2011). Respiratory effects of indoor particles in young children are size dependent. *Science of the Total Environment*, 409(9), 1621-1631.
- Frontczak, M., Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Build. Environ.* 46 (4), 922–937. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>.
- Geros, V. (2006). Indoor Air Quality. In M. Santamouris (Ed.), *Environmental design of urban buildings: An integrated approach*. Gateshead: International Institute for Environment and Development. 2006. ISBN: 902916-42-5, 245-255.
- Ghaffarianhoseini A., AlWaer H., Omrany H., *et al.* (2018). Sick building syndrome: are we doing enough? *Archit Sci Rev.* 2018; 61(3): 99-121.
- Gladyszewska-Fiedoruk, K. (2013). Correlations of air humidity and carbon dioxide concentration in the kindergarten. *Energy and Buildings.* 62 (2013), 45-50, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.02.052>.
- Gomes, J. F. P. (2010). *Poluição Atmosférica: Um manual universitário* (2ª ed.). Porto: Publindústria.
- Gouveia, N.C., & Maisonet, M. (2006). Health effects of air pollution: an over-view. In World Health Organization, *air quality guidelines: Global update 2005* (pp.87-103). Copenhagen, Denmark: WHO.

- Grigg, J. (2009). Particulate Matter Exposure in Children. *Proceedings of American Thoracic Society*, 6 (7), 564-569
- Gudmundsson A., Londahl J., Bohgard M. (2007). Methodology for identifying particle sources in indoor environments. *J Environ Monit* 9: 831–838
- Guo H., Kwok N.H., Cheng H.R., Lee S.C., Hung W.T., Li Y.S. (2009). Formaldehyde and volatile organic compounds in Hong Kong homes: concentrations and impact factors. *Indoor Air* 2009; 19:206-17.
- Habil, M., Massey, D., Taneja, A. (2015). Exposure from particle and ionic contamination to children in schools of India. *Atmos. Pollut. Res.* 6 (4), 719–725.
- Habil, M., Massey, D., Taneja, A. (2016 a) Particles in different indoor microenvironments- its implications on occupants. *Build. Environ.* 106, 237–244.
- Habil, M., Massey, D., Taneja, A. (2016 b). Personal and ambient PM_{2.5} exposure assessment in the city of Agra. *Data Brief* 6, 495–502.
- Heinrich, J. (2011). Influence of indoor factors in dwellings on the development of childhood asthma. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 214 (1), 1-25.
- Hertel, O., Leeuw, F., Raaschou-Nielsen, O., Jensen, S., Gee, D., Herbarth, O.,...Olsen, E. (2001). Human exposure to outdoor air pollution–IUPAC Technical Report. *Pure Applied Chemistry*, 73 (6), 933-958.
- Hodgson, A. T., Shendell, D. G., Fisk, W. J., & Apte, M. G. (2004). Comparison of predicted and derived measures of volatile organic compounds inside four new relocatable classrooms. *Indoor Air*, 14 (8), 135-144.
- Horr, Y. A.; Arif, M.; Kaushik, A.; Mazroei, A.; Kafatygiotou, M.; Elsarrag, E. (2017). Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. *Build. Environ.* 2017, 105, 369–389. [CrossRef].
- Howard-Reed C., Wallace L.A., Emmerich S.J. (2003). Effect of ventilation systems and air filters on decay rates of particles by indoor sources in an occupied townhouse. *Atmos Environ* 37(38):5295–5306.
- Huang F, Bing P, Wu J, Chen E, Chen L (2017) Relationship between exposure to PM_{2.5} and lung cancer incidence and mortality: a meta- analysis. *Oncotarget* 8(26):43322–43331.
- Hyungkeun Kim, Kyungmo Kang and Taeyeon Kim. (2012). Effect of occupant activity on indoor particle concentrations in Korean residential buildings. *Sustainability* 2020, 12, 9201; doi:10.3390/su12219201.
- Idris, S. A. A. Hanafiah, M. M., Ismail, M., Abdullah, S., Khan, M. F. (2020). Laboratory air quality

and microbiological contamination in a university building. *Arabian Journal of Geosciences* (2020) 13 : 580. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05564-8>.

- Indraganti, M., Ooka, R., Rijal, H.B., Brager, G.S. (2014). Adaptive model of thermal comfort for offices in hot and humid climates of india. *Build. Environ.* 74, 39–53.
- International Programme on Chemical Safety. (2005). *Principles of characterizing and applying human exposure models* (Harmonization Project Document n.º 3). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Ioannis Sakellaris, Dikaia Saraga, Corinne Mandin, Yvonne de Kluizenaar, Serena Fossati, Andrea Spinazze, Andrea Cattaneo, Victor Mihucz, Tamás Szigeti, Eduardo de Oliveira Fernandes, Krystallia Kalimeri, Rosanna Mabilia, Paolo Carrer, John Bartzis (2021). Association of subjective health symptoms with indoor air quality in European office buildings: The OFFICAIR project. *Indoor Air*. 2021; 31: 426-439.
- ISO 7730 (1994). *International standard 7730 - Moderate Thermal Environments – determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the conditions for Thermal Comfort*. Geneva, Switzerland: International Standard Organization.
- Ito, K., Lane, K., & Olson, C. (2018). Equitable access to air conditioning: A city health department’s perspective on preventing heat-related deaths. *Epidemiology*, 29, 749–752. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000912>.
- Jazizadeh, F., Ghahramani, A., Becerik-Gerber, B., Kichkaylo, T., Orosz, M. (2014). User-led decentralized thermal comfort driven HVAC operations for improved efficiency in office buildings. *Energy Build.* 70, 398–410
- Kalimeri, K. K., Bartzis, J. G., Sakellaris, I. A., & Fernandes, E. O. (2019). Investigation of the PM_{2.5}, NO₂ and O₃ I/O ratios for office and school microenvironments. *Environmental Research*, 179 (2), 108791. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108791>
- Kim H, Bernstein J.A. (2009). Air pollution and allergic disease. *Curr Allergy Asthma Rep* 2009; 9:128-33.
- Klepeis, N.E.; Nelson, W.C.; Ott, W.R.; Robinson, J.P.; Tsang, A.M.; Switzer, P.; Behar, J.V.; Hern, S.C.; Engelmann, W.H. (2001). The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A resource for assessing exposure to environmental pollutants. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* , 11, 231–252. [CrossRef] [PubMed].
- Koistinen, K., Kotzias, D., Kephelopoulos, S., Schlitt, C., Carrer, P., Jantunen, M., *et al.* (2008). EU Forum: The INDEX project: executive summary of a European Union project on indoor air pollutants. *Allergy* 2008; 63: 810-9.

- Kotzias D., Geiss O., Tirendi S., Barrero-Moreno J., Reina V., Gotti A. (2009). Exposure to multiple air contaminants in public buildings, schools and kindergartens - The European Indoor Air Monitoring and Exposure Assessment Study (AIRMEX). *Fresenius Environ Bull.* 2009;18(5):670-81.
- Kulshrestha, A., Massey, D.D., Masih, J., Taneja, A. (2014). Source characterization of trace elements in indoor environments at urban, rural and roadside sites in a semi-arid region of India. *Aerosol Air Qual Res* 14:1738–1751.
- Lahtinen, M.; Sundman-Digert, C.; Reijula, K. (2004). Psychosocial work environment and indoor air problems: A questionnaire as a means of problem diagnosis. *Occup. Environ. Med.* 2004, 61, 143–149. [CrossRef] [PubMed].
- Lee, M.C.; Mui, K.W.; Wong, L.T.; Chan, W.Y.; Lee, E.W.M.; Cheung, C.T. (2012). Student learning performance and indoor environmental quality (IEQ) in air-conditioned university teaching rooms, *Building and Environment.* 49 (2012), 238-244, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.10.001>.
- Long C.M., Suh H.H., Koutrakis P. (2000). Characterization of indoor particle sources using continuous mass and size monitors. *J Air Waste Manage Assoc* 50:1236–1250.
- Lopes, M., Nunes, T., Valente, J., Santos, J., Santos, P., Amorim, J.H.,...Borrego, C. (2008). Projeto SaudAr: Avaliação da qualidade do ar em Viseu. Viseu, Portugal.
- Lu C-Y, Lin J-M, Chen Y-Y, Chen Y-C. (2015). Building-related symptoms among office employees associated with indoor carbon dioxide and total volatile organic compounds. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12(6):5833-5845.
- Lukcsó, D.; Guidotti, T.L.; Franklin, D.E.; Burt, A. (2016). Indoor environmental and air quality characteristics, building-related health symptoms, and worker productivity in a federal government building complex. *Arch. Environ. Occup. Health* 2016, 71, 85–101. [CrossRef] [PubMed].
- MacNeill, M.; Kearney, J.; Wallace, L.; Gibson, M.; Héroux, M.E.; Kuchta, J.; Guernsey, J.R.; Wheeler, A.J. (2014). Quantifying the contribution of ambient and indoor-generated fine particles to indoor air in residential environments. *Indoor Air* 2014, 24, 362–375. [CrossRef] [PubMed].
- Madureira, J., Paciência, I., Pereira, C., Teixeira, J. P., & Fernandes, E. de O. (2016). Indoor air quality in Portuguese schools: levels and sources of pollutants. *Indoor Air*, 26(4), 526–537. <https://doi.org/10.1111/ina.12237>.
- Madureira, J.G.V. (2005). Impacte de uma grande linha de tráfego urbano na qualidade do ar e

na saúde Universidade do Porto, Portugal. <http://hdl.handle.net/10216/11025>.

- Majd, E., McCormack, M., Davis, M., Curriero, F., Berman, J., Connolly, F., ... Koehler, K. (2019). Indoor air quality in inner-city schools and its associations with building characteristics and environmental factors. *Environmental Research*, 170 (November 2018), 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.012>.
- Massey, D.; Habil, M.; Taneja, A. (2016). Particles in different microenvironments-its implications on occupants. *Build Environ* 106:237–244.
- Maurício, B.M. (2009). Alterações Climáticas e Qualidade do Ar: integração das partículas PM_{2,5} e PM₁₀ no modelo TIMES_PT e análise de políticas comuns de redução. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Portugal. <http://hdl.handle.net/10362/2698>
- Mehzabeen Mannan and Sami G. Al-Ghamdi (2021). Indoor Air Quality in Buildings: A Comprehensive Review on the Factors Influencing Air Pollution in Residential and Commercial Structure. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 3276. DOI: 10.3390/ijerph18063276
- Meijer, E.M.; Frings-Dresen, M.H.W.; Sluiter, J.K. (2009). Effects of office innovation on office workers' health and performance. *Ergonomics* 2009, 52, 1027–1038. [CrossRef] [PubMed].
- Mendell M, Heath G. (2005). Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. *Indoor Air*. 2005;15(1):27-52. DOI:10.1111/j.1600-0668.2004.00320.
- Mentese, S., Cotuker, O., Selcuk, B., (2018). Indoor air quality of a cafeteria with a rotor turbine ventilator (RTV) and cross-correlations between indoor air pollutants, occupancy rate, and meteorological parameters. *Environ. Eng. Manag. J* 17 (9), 2051–2059.
- Mentese, S., Otkun, M.T., Palaz, E., (2017). Comparison of dichloran rose bengal chloramphenicol and sabouraud dextrose with cycloheximide and chloramphenicol for airborne mold sampling. *Aerobiologia* 33 (2), 211–219.
- Mentese, S., Tasdibi, D., (2016). Airborne bacteria levels in indoor urban environments: the influence of season and prevalence of sick building syndrome (SBS). *Indoor Built Environ*. 25, 563–580.
- Mentese, S., Tasdibi, D., (2017). Assessment of residential exposure to volatile organic compounds (VOCs) and carbon dioxide (CO₂). *Global NEST J*. 19 (4), 726–732.
- Middleton, N., Yiallourous, P., Kleanthous, S., Kolokotroni, O., Schwartz, J., Dockery, D.,...Koutrakis, P. (2008). A 10-year time-series analysis of respiratory and cardiovascular morbidity in Nicosia, Cyprus: the effect of short-term changes in air pollution and dust storms. *Environmental Health*, 7 (39). Disponível em

<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1476E069XE7E39.pdf>.

- Mihucz, V.G.; Szigeti, T.; Dunster, C.; Giannoni, M.; Kluizenaar, Y.; Cattaneo, A.; Mandin, C.; Bartzis, J.G.; Lucarelli, F.; Kelly, F.J.; Záray, G. (2015). An integrated approach for the chemical characterization and oxidative potential assessment of indoor PM_{2.5}. *Microchem J* 119:22–29.
- Miranda, A. I., Ferreira, J., Valente, J., Santos, P., Amorim, J. H. & Borrego, C. (2005). Smoke measurements during Gestosa 2002 experimental field fires. *International Journal of Wildland Fire*, 14, 107-116.
- Molloy, S. B.; Cheng, M.; Galbally, I. E.; Keywood, M. D.; Lawson, S. J.; Powell, J. C. (2012). Indoor air quality in typical temperate zone Australian dwellings. *Atmospheric Environment* 54 (2012) 400-407. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.02.031>.
- Morawska, L., Ayoko, G. A., Bae, G. N., Buonanno, G., Chao, C. Y. H., Clifford, S., ... Wierzbicka, A. (2017). Airborne particles in indoor environment of homes, schools, offices and aged care facilities: The main routes of exposure. *Environment International*, 108 (April), 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.07.025>
- Nicol, J.F., Humphreys, M.A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy Build.* 34 (6), 563–572.
- Nikolopoulou, M., Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy Build.* 35(1), 95–101.
- Norback, D., Wlleslander, G., Zhang, X., Zhao, Z. (2011). Respiratory Symptoms, perceived air quality and physiological signs in elementary school pupils in relation to displacement and mixing ventilation system: an intervention study. *Indoor Air*, (2011) Vol. 21, pp. 427-437.
- Nota Técnica NT-SCE-02 (2009). Metodologia para auditorias periódicas de QAI em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE. Lisboa: Agência para a Energia.
- Nunes, D. (2018). Avaliação da Qualidade do Ar em Ginásios e a Exposição Humana a Poluentes Atmosféricos. 183.
- OECD. (2020). Productivity gains from teleworking in the post COVID-19 era: How can public policies make it happen? In OECD; OECD: Paris, France, 2020.
- Ogulei, D.; Hopke, P.K.; Wallace, L.A.; (2006). Analysis of indoor particle size distributions in an occupied townhouse using positive matrix factorization. *Indoor Air* 16:204–215
- Ott, W.R.; Steinemann, A.C.; Wallace, L.A. (2007). Exposure analysis. CRC Taylor and Francis Group, New York ISBN 1 56670 663 7.
- Paraschiv, S. e Paraschiv, L. S. (2017). A review on interactions between energy performance of the buildings, outdoor air quality pollution and the indoor air quality. *Energy Procedia* 128

(2017) 179-186.

- Pegas, P. N., Evtugina, M. G., Alves, C. A., Nunes, T., Cerqueira, M., Franchi, M., Pio, C. A. (2010). Outdoor/Indoor air quality in primary schools in Lisbon: a preliminar study. *Química Nova*, 2010. Vol.33, Nº.5, pp. 1145-1149, ISSN 1678-7064.
- Pegas, P.N., Nunes, T., Alves, C.A., Silva, J.R., Vieira, S.L.A., Caseiro, A., *et al.* (2012). Indoor and outdoor characterization of organic and inorganic compounds in city center and suburban elementary schools of Aveiro, Portugal. *Atmos Environ.* 2012; 55:80-9. DOI:10.1016/j.atmosenv.2012.03.059.
- Pejtersen, J.; Allerman, L.; Kristensen, T.S.; Poulsen, O.M. (2006). Indoor climate, psychosocial work environment and symptoms in open-plan offices. *Indoor Air* 2006, 16, 392–401. [CrossRef] [PubMed].
- Pejtersen, J.H.; Feveile, H.; Christensen, K.B.; Burr, H. (2011). Sickness absence associated with shared and open-planar offices—A national cross sectional questionnaire review. *Scand. J. Work Environ. Health* 2011, 37, 376–382. [CrossRef] [PubMed].
- PNNAS (2008). Plano de ação ambiente e saúde 2008-2013, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 91/2008, de 4 de Junho. <http://dre.pt/pdf1sdip/2008/06/10700/0310603179.Pdf>.
- Pope III, C. A. Ezzati, M., Dockery, D. W. (2009). Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *New England Journal of Medicine* 360 (4). 376-386.
- Pope, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K., & Thurston, G.D. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 287, 1132-1141
- Portaria n.º 138-G/2021 de 1 de julho (2021). Estabelece os requisitos para a avaliação da qualidade do ar interior nos edifícios de comércio e serviços, incluindo os limiares de proteção, condições de referência e critérios de conformidade, e a respetiva metodologia para a medição dos poluentes e para a fiscalização do cumprimento das normas aprovadas. *Diário da República* n.º 126 – I Série. Secretaria de Estado da Saúde e Ambiente e Ação Climática. Lisboa, Portugal.
- Portaria n.º 353-A/2013 de 4 de dezembro (2013). 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 novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação. *Diário da República* n.º 235 I Série. Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social. Lisboa, Portugal.

- Rufo, J. C., & Ribeiro, A. I. (2019). Da emergência de um novo vírus humano à disseminação global de uma nova doença - Doença por Coronavírus 2019 (COVID-19). Covid-19 e a necessidade de assegurar a ualidade do ar interior. 1-10.
- Rupp, R.F.; Vásquez, N.G.; Lamberts, R. (2015). A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy Build.* 2015, 105, 178–205. [CrossRef].
- Sá, M. E. (2008). Previsão da exposição humana à poluição atmosférica a nível nacional. Universidade de Aveiro, Portugal.
- Salonen, H.; Pasanen, A. L.; Lappalainen, S.; Riuttala, H.; Tuomi, T.; Pasanen, P.; Bäck, B.; Reijula, K. (2009). Volatile organic compounds and formaldehyde as explaining factors for sensory irritation in office environments. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2009, 6, 239–247. [CrossRef] [PubMed].
- Samet, J.M. (1993). Indoor Air Pollution: A Public Health Perspective. *Indoor Air* 1993, 3, 219–226. [CrossRef].
- Samet, J.M., Brauer, M., & Schlesinger, R. (2006). Particulate matter. In World Health Organization (Ed.), *Air quality guidelines: global update 2005* (pp.217-281).Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe.
- Samet, J.M.; Spengler, J.D. (2003). Indoor Environments and Health: Moving Into the 21st Century. *Am. J. Public Health* 2003, 93, 1489–1493. [CrossRef] [PubMed].
- Santos, J. P. (2008). Avaliação Experimental dos Níveis de Qualidade do Ar Interior em Quartos de Dormir. Universidade Nova de Lisboa, Portugal.
- Sarafraz, M.; Sadani, M.; Teimouri, F. (2018) Indoor Aerosols: A Serious Threat for Human Health. *J. Environ. Health Sustain. Dev.* 2018, 3, 488–491.
- Saraga, D.E., Maggos, T., Sadoun, E., Fthenou, E., Hassan, H., Tsiouri, V., Karavoltsos, S., Sakellari, A. Vasilakos, C., Kakosimos, K. (2017). Chemical characterization of indoor and outdoor particulate matter (PM_{2.5}, PM₁₀) in Doha, Qatar. *Aerosol Air Qual Res* 17:1156– 1168.
- Saraga, D.E., Pateraki, S., Papadopoulos, A., Vasilakos, C., Maggos, T. (2011). Studying the indoor air quality in three non-residential environments of different use: a museum, a printery industry and an office. *Build Environ* 46(11):2333–2341.
- Satsangi, P.G., Yadav, S., Pipal, A.S., Kumbhar, N. (2014). Characteristics of trace metals in fine (PM_{2.5}) and inhalable (PM₁₀) particles and its health risk assessment along with in-silico approach in indoor environment of India. *Atmos Environ* 92:384–393.
- Schieweck, A.; Uhde, E.; Salthammer, T.; Salthammer, L.C.; Morawska, L.; Mazaheri, M.; Kumar, P. (2018). Smart homes and the control of indoor air quality. *Renew. Sustain. Energ. Rev.* 2018,

94, 705–718. [CrossRef].

- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2006). *Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change* (2nd. ed.). Hoboken, U.S.A.: John Wiley & Sons.
- Shaughnessy, R.J., Haverinen-Shaughnessy, U., Nevalainen, A., & Moschandreas, D. (2006). A preliminary study on the association between ventilation rates in classrooms and student performance. *Indoor Air*, 16, 465–468.
- Shrimandilkar, P. P. (2013). Indoor Air Quality Monitoring for Human Health. *Ijmer* 2013, 3, 891–897.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.300.4651&rep=rep1&type=pdf>.
- Sibel Mentese, Nihal Arzu Mirici, Tolga Elbir, Elif Palaz, Deniz Tasdibi Mumcuoğlu, Osman Cotuker, Coskun Bakar, Sibel Oymak, Muserref Tatman Otkun (2020). A long-term multi-parametric monitoring study: Indoor air quality (IAQ) and the sources of the pollutants, prevalence of sick building syndrome (SBS) symptoms, and respiratory health indicators. *Atmospheric Pollution Research* 11 (2020) 2270-2281.
- Simões, L., Santos, J., Valente, J., Lopes, M., & Borrego, C. (2006). Concentração de radão em espaços interiores da área de Viseu. Viseu, Portugal: Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Viseu.
- Slezakova, K., Alvim-Ferraz, M.C., Pereira, M.C. (2012). Elemental characterization of indoor breathable particles at a Portuguese urban hospital. *J Toxicol Environ Health A* 75:909–919.
- Slezakova, K., de Oliveira Fernandes, E., & Pereira, M. do C. (2019). Assessment of ultrafine particles in primary schools: Emphasis on different indoor microenvironments. *Environmental Pollution*, 246, 885–895. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.12.073>.
- Spengler, J.D.; Samet, J.M.; McCarthy, J.F. (2001). Introduction to the IAQ handbook. In *Indoor Air Quality Handbook*; McGraw Hill: New York, NY, USA, 2001.
- Stranger M., Portgieter-Vermaak S.S., van Grieken R. (2008). Characterization of indoor air quality in primary schools in Antwerp, Belgium. *Indoor Air* 2008; 18:454-63.
- Sundell J. (2004). On the history of indoor air quality and health. *Indoor Air*. 2004. 14 Suppl7:51-8. DOI:10.1111/j.1600-0668.2004.00273.
- Syazwan AI, Hafizan J, Baharudin MR, *et al*. Gender, airborne chemical monitoring, and physical work environment are related to indoor air symptoms among nonindustrial workers in the Klang Valley, Malaysia. *Ther Clin Risk Manag*. 2013;9:87–105. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S39136>.
- Szigeti T, Dunster C, Cattaneo A, Cavallo D, Spinazzè A, Saraga DE, Sakellaris IA, de Kluizenaar

- Y, Cornelissen EJ, Hänninen O, Peltonen M, Calzolari G, Lucarelli F, Mandin C, Bartzis JG, Záray G, Kelly FJ (2016) Oxidative potential and chemical composition of PM_{2.5} in office buildings across Europe—the OFFICAIR study. *Environ Int* 92–93:324–333.
- Szigeti T, Kertész Z, Dunster C, Kelly FJ, Záray G, Mihucz VG (2014) Exposure to PM_{2.5} in modern office buildings through elemental characterization and oxidative potential. *Atmos Environ* 94:44–52.
 - Taner S, Pekey B, Pekey H (2013) Fine particulate matter in the indoor air of barbeque restaurants: elemental compositions, sources and health risks. *Sci Total Environ* 454–455:79–87.
 - Tanha M. R., Hanafiah M. M., Khalid F. R., Storai M.A., Hoeschen C. (2020). Current status of radioactive waste management in Afghanistan. *J Radioanal Nucl Chem* 323:715–720.
 - Thomas, N. M., Calderón, L., Senick, J., Sorensen-Allacci, M., Plotnik, D., Guo, M., ... Mainelis, G. (2019). Investigation of indoor air quality determinants in a field study using three different data streams. *Building and Environment*, 154, 281–295. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.022>.
 - Tippayawong, N., Khuntong, P., Nitatwichit, C., Khunatorn, Y. & Tantakitti, C. (2009). Indoor/outdoor relationships of size-resolved particle concentrations in naturally ventilated school environments. *Building and Environment*, 44(1), 188-197.
 - Toderasc Mihai e Vlad Iordache (2016). Determining the indoor environment quality for an educational building. *Energy Procedia* 85 (2016) 566-574
 - Tsai D-H, Lin J-S, Chan C-C. Office workers' sick building syndrome and indoor carbon dioxide concentrations. *J Occup Environ Hyg*. 2012;9(5):345-351.
 - Valente, J. F. (2011). *Modelação da qualidade do ar e da saúde humana da meso escala à dose* (Tese de doutoramento). Universidade de Aveiro, Portugal.
 - Viitanen, A. K., Uuksulainen, S., Koivisto, A. J., Hämeri, K., & Kauppinen, T. (2017). Workplace Measurements of Ultrafine Particles - A Literature Review. *Annals of Work Exposures and Health*, 61(7), 749–758. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx049>.
 - Vilceková, S., Apostoloski, I. Z., Meciarova, L., Burdová, E. K., Kiselák, J. (2017). Investigation of indoor air quality in houses of Macedonia. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2017, 14, 37; doi:10.3390/ijerph14010037.
 - Wargocki, P., Bako-Biro, Z., Clausen, G., Fanger, P.O. (2002a). Airquality in a simulated office environment as a result of reducing pollution sources and increasing ventilation. *Energy Build.* 34 (8), 775–783.

- Wargocki, P., Sundell, J., Bischof, W., Brundrett, G., Fanger, P.O., Gyntelberg, F., Hanssen, S.O., Harrison, P., Pickering, A., Seppänen O., Wouters, P., Seppänen, O. (2002b). Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVEN). *Indoor Air* 12 (2), 113–128.
- Wargocki, P., Wyon, D. P., Baik, Y.K., Clausen, G., Fanger, P. O. (1999). Perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity in an office with two different pollution loads. *Indoor Air* 9 (3), 165–179.
- Wellenius, G. A., Schwartz, J., & Mittleman, M. A. (2006). Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven United States Cities. *American Journal of Cardiology*, 97, 404-408.
- Wells, J. R.; Schoemaeker, C.; Carslaw, N.; Waring, M. S.; Ham, J. E.; Nelissen, I.; Wolkoff, P. (2017). Reactive indoor air chemistry and health-A workshop summary. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2017, 220, 1222–1229. [CrossRef] [PubMed].
- Weschler, C. J. (2000). Ozone in indoor environments: concentration and chemistry. *Indoor Air* 10 (4), 269–288.
- Weschler, C. J. (2006). Ozone's impact on public health: contributions from indoor exposures to ozone and products of ozone-initiated chemistry. *Environ. Health Perspect.*, 1489–1496.
- Weschler, C. J. (2009). Changes in indoor pollutants since the 1950s. *Atmospheric Environment*, 43(1), 153-169.
- Weschler, C. J.; Carslaw, N. (2018). Indoor chemistry. *Environ. Sci. Technol.* 2018, in press. [CrossRef] [PubMed].
- WHO (1995). European Centre For Environment and Health. Concern for Europe's tomorrow. Health and the environment in the WHO European Region. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1995.
- WHO (2000). Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications. European Series. 2nd Edition 2000, n.º 91. ISBN 92 890 1358 3.
- WHO (2004). Health aspects of air pollution: Results from the WHO project "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe". Copenhagen, Denmark: Author.
- WHO (2006). Air quality guidelines: Global update 2005. Disponível em www.euro.who.int.
- WHO (2009). Indoor Air Pollution: National Burden of Disease Estimates; WHO: Geneva, Switzerland. <https://www.who.int/publications/i/item/WHOSDEPHE0701rev>.
- WHO (2010). Household Air Pollution and Health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.

- Wolkoff, P. (2017). External eye symptoms in indoor environments. *Indoor Air* 2017, 27, 246–260. [CrossRef] [PubMed].
- Wolkoff, P. (2013). Indoor air pollutants in office environments: Assessment of comfort, health, and performance. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2013, 216, 371–394. [CrossRef] [PubMed].
- Wolkoff, P. (2018). Indoor air humidity, air quality, and health—An overview. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2018, 221, 376–390. [CrossRef] [PubMed].
- World Health Organization. (2000). Human exposure assessment. Environmental health criteria 214. Geneva, Switzerland: Author.
- Wyon, D. P. (2004). The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air* 2004, 14 (Suppl. 7), 92–101. [CrossRef] [PubMed].
- Yang, W., Lee, K., & Chung, M. (2004). Characterization of indoor air quality using multiple measurements of nitrogen dioxide. *Indoor Air*, 14, 105-111.
- Zamani ME, Jalaludin J, Shaharom N. Indoor air quality and prevalence of sick building syndrome among office workers in two different offices in Selangor. *Am J Appl Sci.* 2013;10 (10):1140-1147.
- Zanobetti, A., & Schwartz, P. (2005). The effect of particulate air pollution on emergency admissions for myocardial infarction: a multicity case-crossover analysis. *Environmental Health Perspectives*, 113, 978-982.

ANEXOS

Anexo 1 – Grelha de Observação e Registo das Habitações

Informação Geral do Edifício

i. Identificação

Edifício:

Morada:

Data:

Nome do(a) Trabalhador(a):

Remodações efetuadas:

N.º Andar:

Pé direito:

Orientação do edifício:

ii. Parâmetros a avaliar

A. Aspetos Construtivos

1. Localização do edifício:

Centro da cidade

Zona suburbana

Zona rural

2. Fontes de poluição do ar exterior:

Nenhuma

Parque de estacionamento

Tráfego rodoviário

Estação de caminho de ferro

Aterro

Agricultura

Outras a Definir _____

3. Tipo de vidro utilizado em geral no edifício:

- Simples
 Duplo

4. Existência de pontos de humidade no Interior da habitação e no local onde o trabalhador desempenhava as suas funções em teletrabalho?

- Sim
 Não

5. Principal tipo de revestimento do pavimento:

- Pavimento Liso
 Cimento exposto/Gesso
 Pedra/ Cerâmica
 Madeira
 Mosaico

6. Principal tipo de revestimento das paredes:

- Tinta Esmalte
 Tinta Antifúngica
 Cimento Exposto/ Gesso
 Texturas Porosas/ têxteis
 Pedra/ Ladrilho
 Madeira

7. Tipo de mobiliário do local onde o(a) trabalhador(a) realizava o teletrabalho:

- Metálica
 Madeira
 Aglomerado
 Fórmica

B. Aspetos de inspeção visual

8. Visível crescimento de bolores:

- Sim
 Não

9. Presença de manchas de humidade nas paredes e/ou tetos:

- Sim
 Não

10. Tendência para ocorrer condensação nas janelas:

- Sim
 Não

11. Número de pessoas no local avaliado durante o período de medição:

C. Plano de Manutenção Limpeza

12. Número de vezes que eram realizadas atividades de limpeza no espaço em análise:

- Diariamente
 Semanalmente
 Mensalmente
 Anualmente
 Nunca

13. Número de vezes que eram realizadas limpezas a fundo no espaço em análise:

- Diariamente
 Semanalmente
 Mensalmente
 Anualmente
 Nunca
 Duas Vezes Por ano

Outras questões

No local onde o(a) trabalhador(a) realiza o teletrabalho:

a. Existência de ventilação natural?

- Sim
 Não

b. Existência de Janelas e Portas

- Sim
 Não

c. Durante as avaliações, as janelas do local onde estavam a decorrer as medições estavam abertas ou fechadas?

Abertas

Fechadas

d. Durante as avaliações a(s) portas(s) do espaço avaliado estavam abertas durante o período de medição?

Abertas

Fechadas

e. Existência de ventilação mecânica?

Sim

Não

f. Que tipo?

Ar Condicionado

Ventilador

Extrator de ar

g. Durante a medição, a ventilação mecânica estava a funcionar?

A funcionar

Não funcionava

h. Existência de sistema de aquecimento?

Sim

Não

i. Que tipo?

Aquecimento central

Lareira

Fogão a lenha

Aquecedor a óleo

Aquecedor a gás

Termo ventilador

j. Durante a medição, o sistema de aquecimento estava a funcionar?

A funcionar

Não funcionava

k. Existem plantas no interior do espaço avaliado?

Sim

Não

I. Condições meteorológicas que se faziam sentir no dia em que foram realizadas as medições.

Nublado

Sol

Chuva

Neve

Anexo 2 – Questionário de Saúde

N.º Questionário ____

“COVID-19 e confinamento: impacte da qualidade do ar interior residencial na saúde dos trabalhadores em teletrabalho”

No âmbito do estudo “COVID-19 e confinamento: impacte da qualidade do ar interior residencial na saúde dos trabalhadores em teletrabalho”, solicitamos a V. Exa a colaboração no preenchimento deste questionário. Asseguramos a confidencialidade todas as respostas e que os dados recolhidos serão utilizados para fins meramente académicos/curriculares. Certos da melhor atenção por parte de V. Exa., agradecemos, toda a colaboração prestada.

Instruções de preenchimento. Deve escolher a opção correspondente à sua condição/situação colocando uma cruz no quadrado indicado.

Parte I

Dados Pessoais

1. Idade ____

2. Freguesia em que reside _____

3. Habilitações Literárias:

1º Ciclo do Ensino Básico (1ª - 4ª Classe)

2º Ciclo do Ensino Básico (5ª - 6ª Classe)

3º Ciclo do Ensino Básico (7ª - 9ª Classe)

Ensino Secundário

Ensino Superior

4. Sexo

Masculino

Feminino

5. Há quanto tempo se encontra em teletrabalho? _____

6. Qual a sua categoria profissional? _____

7. Qual (ais) é (são) a(s) divisão(s) da sua habitação onde desenvolve o teletrabalho?

- Escritório
- Quarto
- Cozinha
- Sala de Estar

Parte II

Condição de Saúde

8. Possui alguma doença crónica?

- Sim
- Não

Se sim, qual (ais)? _____

9. Possui alguma doença do foro respiratório?

- Sim
- Não

Se sim, qual (ais)? _____

10. Assinale com X se é frequente sentir algum dos sinais, sintomas e/ou patologias abaixo indicados:

- Asma
- Bronquite crónica
- Pieira/ assobios (silvos no peito)
- Crise de espirros (quando não está constipado ou com gripe)
- Rinite alérgica
- Tosse seca
- Dores de cabeça
- Tonturas
- Prurido (comichão), ardor ou irritação dos olhos
- Dificuldade respiratórias
- Outros(as) relevantes

Qual (ais)? _____

11. Os sintomas tendem a agravar-se na estação de Inverno ou na estação da Primavera?

- Sim
- Não

Qual? _____

12. Quando vai para o exterior da sua habitação deixa de ter os sintomas?

- Sim
- Não

13. De uma maneira geral, como considera a sua saúde?

- Muito boa
- Boa
- Satisfatória
- Má
- Muito má

Parte III

Hábitos e Estilos de Vida

1. É fumador?

- Sim
- Não

2. Se respondeu sim na questão anterior, fuma dentro de casa?

- Sim
- Não

3. Existem hábitos de tabagismo no seu agregado familiar?

- Sim
- Não

Parte IV

Condições Habitacionais – Teletrabalho

4. Tipo de casa:

4.1. Casa Térrea?

- Sim
- Não

Idade da habitação: ____

4.2. Apartamento?

- Sim
- Não

Idade da habitação: ____

5. Possui bolor?

- Sim
- Não

6. Possui humidade?

- Sim
- Não

7. Possui ar condicionado?

- Sim
- Não

7.1. Se sim é utilizado?

- Sim
- Não

8. Possui sistema de aquecimento?

- Sim
- Não

8.1. Se sim qual tipo?

- Gás
- Elétrico
- Gasóleo
- Lareia
- Fogão
- Outro

Qual (ais)? _____

8.2. É utilizado?

- Sim
- Não

9. Durante o tempo que se encontra dentro do local onde realiza as suas funções em teletrabalho sente-se confortável, no que respeita a humidade relativa e temperatura do ar?

- Sim
- Não

10. Classifique o seu ambiente de trabalho durante o período de confinamento social (teletrabalho) comparativamente ao seu contexto habitual de trabalho, nos seguintes parâmetros:

| | Muito pior | Pior | Igual | Melhor | Muito melhor |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Iluminação | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ruído | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Temperatura do ar | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Qualidade do Ar Interior | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Obrigada pela sua colaboração!

Anexo 3 – Grelha de Observação e Registo dos Locais de Trabalho

Informação Geral do Gabinete/Serviço Avaliado

I - Identificação:

Edifício:

Morada:

Data:

Nome do(a) Trabalhador(a):

Gabinete/Serviço:

II - Parâmetros a avaliar:

A - Aspetos Construtivos

1. Tipo de Vidro Utilizado em Geral no Edifício:

- Simples
 Duplo

2. Existência de Pontos de Humidade no Interior dos locais onde o trabalhador desempenha as suas funções?

- Sim
 Não

3. Principal tipo de revestimento do pavimento:

- Pavimento Liso
 Cimento exposto/Gesso
 Pedra/ Cerâmica
 Madeira
 Mosaico

4. Tipo de mobiliário do local onde o(a) trabalhador(a) realiza as suas funções:

- Metálica
 Madeira
 Aglomerado
 Fórmica

B - Aspetos de inspeção visual

5. Visível crescimento de bolores:

- Sim
- Não

6. Presença de manchas de humidade nas paredes e/ou tetos:

- Sim
- Não

7. Tendência para ocorrer condensação nas janelas:

- Sim
- Não

8. Número de Pessoas no Local Avaliado Durante o Período de medição

C - Plano de Manutenção Limpeza

9. Número de vezes que são realizadas atividades de limpeza no espaço avaliado:

- Diariamente
- Semanalmente
- Mensalmente
- Anualmente
- Nunca

10. Número de vezes que são realizadas uma limpeza a fundo no espaço avaliado:

- Diariamente
- Semanalmente
- Mensalmente
- Anualmente
- Nunca
- Duas Vezes Por ano

Outras questões

a. Existe de ventilação natural?

- Sim
- Não

b. Existe Janelas e Portas

- Sim
- Não

c. Durante a medição as janelas do local onde estavam a decorrer as medições estavam abertas ou fechadas;

- Abertas
- Fechadas

d. Durante a medição a(s) portas(s) do espaço avaliado estavam abertas durante o período de medição.

- Abertas
- Fechadas

e. Existe de ventilação mecânica?

- Sim
- Não

f. Que tipo?

- Ar Condicionado
- Ventilador
- Extrator de ar

g. durante a medição, a ventilação mecânica estava ou não a funcionar

- Funcionar
- Não funcionar

h. Existe sistema de aquecimento?

- Sim
- Não

i. Que tipo?

- Aquecimento central
- Lareira
- Fogão a lenha
- Aquecedor a óleo
- Aquecedor a gás
- Termo ventilador

j. Durante a medição, o sistema de aquecimento estava

- Funcionar
- Não funcionar

k. Existem plantas (vegetais) no interior do espaço avaliado?

- Sim
- Não

l. Condições meteorológicas que se faziam sentir no dia em que foram realizadas as medições.

- Nublado
- Sol
- Chuva
- Neve