



Universidad  
de Alcalá



UNIVERSIDADE  
LUSÓFONA

**Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud**

**CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LA  
HABITACIÓN DEL BEBÉ**

**ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE  
COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES**

**Tesis Doctoral presentada por**

**RAQUEL MARIA RODRIGUES DOS SANTOS**

**2017**

En virtud del acuerdo de colaboración con la Universidade Lusófona

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud  
Programa de Doutoramento em Ciências da Saúde

**CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LA HABITACIÓN DEL BEBÉ:  
ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS  
VOLÁTILES**  
**QUALIDADE DO AR INTERIOR EM QUARTOS DE BEBÉS:  
ESTUDO DAS CONCENTRAÇÕES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS**

**Tesis Doctoral presentada por  
Tese de Doutoramento apresentada por**

**RAQUEL MARIA RODRIGUES DOS SANTOS**

**Directoras:  
PROFESSORA DOUTORA ANA SOFIA FERNANDES  
PROFESSORA DOUTORA LILIANA CASTANHEIRA**

**Alcalá de Henares, 2017**



Dr. D. Pedro de la Villa Polo, Coordinador de la Comisión Académica del Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud.

**INFORMA** que la Tesis Doctoral titulada **CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LA HABITACIÓN DEL BEBÉ: ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES**, presentada por Dña. **RAQUEL MARIA RODRIGUES DOS SANTOS**, bajo la dirección de las Dras. D<sup>a</sup> Liliana Catanheira. y D<sup>a</sup>. Ana Sofía Fernandes, reúne los requisitos científicos de originalidad y rigor metodológicos para ser defendida ante un tribunal. Esta Comisión ha tenido también en cuenta la evaluación del doctorando, habiendo obtenido las correspondientes competencias establecidas en el Programa.

Para que así conste y surta los efectos oportunos, se firma el presente informe en Alcalá de Henares a 30 de marzo de 2017.

Fdo.: Pedro de la Villa Polo



ANA SOFIA FERNANDES PROFESSORA AUXILIAR Y PROFESSORA DE TOXICOLOGIA Y LILIANA CASTANHEIRA MENDES PROFESSORA AUXILIAR Y PROFESSORA DE EPIDEMIOLOGIA NA ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE LUSÓFONA DE HUMANIDADES E TECNOLOGIAS DE LISBOA, COMO DIRECTORAS DE LA PRESENTE TESIS DOCTORAL

**CERTIFICAN:**

Que la memoria para optar al Grado de Doctor, elaborada por **Raquel Maria Rodrigues dos Santos**, cuyo título es:

**"CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LA HABITACIÓN DEL BEBÉ: ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES"**

ha sido realizada bajo su dirección y que reúne todos los requisitos necesarios para su juicio y calificación.

Y para que así conste, firman el presente certificado en Alcalá de Henares a 30 de marzo de dos mil diecisiete.

  
Ana Sofia Fernandes  
Prof. Doutor ULHT

  
Liliana Castanheira Mendes  
Prof. Doutor ULHT

## **Dedicatória**

*À minha filha Alícia.*

*A todas as mulheres que procurando dar o seu melhor enquanto mães,  
filhas, irmãs, amigas e profissionais, têm a coragem de se aventurar em  
desafios como este.*

## ÍNDICE GERAL

Índice de Figuras .....	1
Índice de Tabelas .....	2
Índice de Anexos.....	3
Índice de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	4
Agradecimentos.....	6
Resumo .....	7
Resumen .....	9
Abstract.....	11
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Anatomofisiologia do aparelho respiratório da criança.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Sibilância.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3 Qualidade do Ar Interior (QAI) .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1. Síndrome do Edifício Doente (SED).....</b>	<b>27</b>
<b>1.3.2. Enquadramento normativo e legal .....</b>	<b>29</b>
<b>1.3.3. Principais fatores que influenciam a QAI residencial.....</b>	<b>35</b>
<b>1.3.3.1. Ventilação .....</b>	<b>35</b>
<b>1.3.3.2. Conforto térmico .....</b>	<b>37</b>
<b>1.3.3.3. Poluentes do ar interior .....</b>	<b>39</b>
<b>1.3.3.3.1. Partículas em suspensão no ar .....</b>	<b>40</b>
<b>1.3.3.3.2. Dióxido de carbono .....</b>	<b>41</b>
<b>1.3.3.3.3. Monóxido de carbono .....</b>	<b>42</b>
<b>1.3.3.3.4. Ozono .....</b>	<b>45</b>
<b>1.3.3.3.5. Microrganismos .....</b>	<b>46</b>
<b>1.3.3.3.6. Radão.....</b>	<b>48</b>
<b>1.4 Compostos Orgânicos Voláteis (COV).....</b>	<b>50</b>
<b>1.4.1 Fontes e formas de exposição.....</b>	<b>51</b>
<b>1.4.2 Efeitos na saúde.....</b>	<b>55</b>
<b>1.4.3 Valores de referência .....</b>	<b>57</b>
<b>1.5 Estudos sobre QAI em ambientes frequentados por crianças .....</b>	<b>59</b>
<b>2 HIPÓTESES DE TRABALHO E OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>67</b>

<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>68</b>
3.1	População .....	68
3.2	Método de angariação da amostra .....	72
3.3	Método de recolha de dados .....	73
3.3.1	Questionário .....	74
3.3.2	Medição de parâmetros de qualidade do ar .....	75
3.4	Análise de dados .....	78
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>79</b>
4.1	Construção do questionário.....	79
4.2	Caracterização da amostra .....	86
4.3	Avaliação da qualidade do ar interior .....	90
4.3.1	Temperatura .....	92
4.3.2	Humidade Relativa .....	94
4.3.3	Dióxido de Carbono .....	97
4.3.4	Monóxido de Carbono.....	99
4.3.5	Compostos Orgânicos Voláteis Totais .....	101
4.4	Avaliação ambiental do quarto .....	105
4.5	Limites do estudo .....	115
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>119</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>123</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUDING REMARKS .....</b>	<b>127</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>131</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>148</b>



## Índice de Figuras

Figura 1- Diferenças da caixa torácica recém-nascido versus adulto .....	17
Figura 2- Comparação das vias aéreas da criança com as do adulto .....	20
Figura 3 - Mortes prematuras globais associadas a riscos ambientais: de 2010 a 2050. .....	27
Figura 4 – Níveis de COVT emitidos a partir de diferentes brinquedos .....	53
Figura 5 – Níveis de COVT em casas inglesas construídas de 1990 a 1998.....	54
Figura 6- Área Geográfica do Arco Ribeirinho (Alcochete, Barreiro, Moita e Montijo). 69	
Figura 7 – Taxa mortalidade infantil na população do Arco Ribeirinho e em Portugal . 71	
Figura 8- Mortalidade proporcional na população dos 5 aos 24 anos no Arco Ribeirinho, em ambos os sexos, para os grandes grupos de causas de morte.....	72
Figura 9 – Distribuição dos bebés que compõem a amostra, de acordo com a idade na data do estudo.....	87
Figura 10 – Constituição do agregado familiar.....	88
Figura 11 – Percentagem de bebés, por sexo, que teve pelo menos um episódio de sibilância .....	88
Figura 12 – Ocorrência de sibilância no último ano de vida e distribuição segundo o número de episódios .....	89
Figura 13 – Percentagem de bebés com sibilância, que dormia no quarto avaliado ....	89
Figura 14 – Valores da Temperatura média do ar, medidos no interior dos quartos....	92
Figura 15 – Correlação entre a Temperatura média do ar interior e a Temperatura média do ar exterior .....	93
Figura 16- Valores da Humidade Relativa do ar, apurados com as medições efetuadas no interior dos quartos.....	95
Figura 17 - Correlação entre a Humidade Relativa do ar interior e a Humidade Relativa do ar exterior .....	96
Figura 18 - Correlação entre a Temperatura média do ar interior e Humidade Relativa do ar interior.....	96
Figura 19 – Valores de CO <sub>2</sub> medidos no interior dos quartos .....	98
Figura 20 - Correlação entre o CO <sub>2</sub> no interior e o CO <sub>2</sub> no exterior .....	99
Figura 21 – Valores de CO medidos no interior dos quartos .....	100
Figura 22 – Correlação entre o CO no interior e o CO no exterior.....	100
Figura 23 – Valores de COVT, obtidos com as medições efetuadas no interior dos quartos.....	101
Figura 24 - Correlação entre COVT no interior e COVT no exterior .....	103
Figura 25 - Correlação entre CO <sub>2</sub> no interior e COVT no interior.....	104

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Limiar de proteção e margem de tolerância para os poluentes físico-químicos, no âmbito da Portaria nº353-A/2013, de 4 de Dezembro .....	34
Tabela 2 – Classificação dos Poluentes Orgânicos em espaços interiores.....	50
Tabela 3 - COV normalmente encontrados e as suas principais fontes.....	52
Tabela 4 - Características do equipamento de medição .....	76
Tabela 5 – Valores limite utilizados como referência neste estudo .....	77
Tabela 6 - Síntese dos valores medidos no interior e exterior dos quartos (mínimo, máximo, média e desvio padrão) .....	91
Tabela 7 – Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caraterizar o edifício/casa .....	106
Tabela 8 - Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caraterizar o quarto quanto à sua estrutura.....	108
Tabela 9 - Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caraterizar o funcionamento/utilização do quarto.....	111
Tabela 10 - Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caraterizar a utilização do quarto nas 48 horas anteriores à medição.....	112
Tabela 11- Nível de significância ( $p$ ) da associação das características definidas para a utilização do quarto, com os níveis COVT .....	113

## Índice de Anexos

ANEXO 1 – Questionário.....	149
ANEXO 2 – Parecer da Comissão de Ética da Universidade Lusófona .....	159
ANEXO 3 - Parecer da Comissão de Ética Para a saúde da ARSLVT .....	161
ANEXO 4 - Guião para participantes no estudo .....	163
ANEXO 5 – Folha de Registo de Dados .....	167
ANEXO 6 - Guião de Abordagem à Família para Marcação de Visita.....	169
ANEXO 7 – Questionário Aplicado no Pré-teste.....	172
ANEXO 8 – Certificado de Calibração do Equipamento de Medição .....	179
ANEXO 9 - Guião de Procedimentos de Medição.....	190
ANEXO 10 - Documento de Consentimento Informado.....	193

## Índice de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

ACES	Agrupamento de Centros de Saúde
ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
AFSSET	<i>French safety and environmental agency</i>
ALARA	<i>As Low As Reasonably-Achievable</i>
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARS	Administração Regional de Saúde
ASHAE	<i>American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers</i>
ASTM	<i>American Section of the International Association for Testing Materials</i>
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
Bq	Becquerel
BTEX	Benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos ( <i>o</i> -xileno, <i>m</i> -xileno e <i>p</i> -xileno)
Clo	Unidade de medição da resistência térmica da roupa (1 <i>clo</i> = 0.155m <sup>2</sup> C/W)
COMV	Compostos Orgânicos Muito Voláteis
COSV	Compostos Orgânicos Semivoláteis
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
COVT	Compostos Orgânicos Voláteis Totais
ECA	<i>European Collaborative Action</i>
EN	Norma Europeia
ENAR	Estratégia Nacional para o ar
ENVIRH	<i>Environment and Health in children day care centres</i>
HR	Humidade Relativa
IgE	Imunoglobulina E
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPQ	Instituto Português da Soldadura e Qualidade
ISAAC	<i>International Study of Asthma and Allergies in Childhood</i>
ISIAQ-CIB	<i>International Society of indoor Air Quality and Climate - International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i>
LVT	Lisboa e Vale do Tejo
MOP	Matéria Orgânica Particulada

NUT	Nomenclatura de Unidade Territorial
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS	Organização Mundial de Saúde
PID	Detetor de fotoionização
PLSAR	Plano Local de Saúde do Arco Ribeirinho
PM <sub>10</sub>	Partículas inaláveis com diâmetro igual ou inferior a 10 µm
PM <sub>2,5</sub>	Partículas inaláveis com diâmetro igual ou inferior a 2,5 µm
PMV	<i>Predicted mean vote</i>
ppb	Partes por bilião
ppm	Partes por milhão
PRACTALL	Programa de Controlo da Asma e alergias
PVC	<i>PolyVinyl Chloride</i>
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 de Certificação Energética dos Edifícios
SED	Síndrome do Edifício Doente
UCC	Unidade de Cuidados na Comunidade
UCSP	Unidade de Cuidados de Saúde Partilhados
UL	<i>Underwriters Laboratories</i>
URAP	Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados
US-EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
USF	Unidade de Saúde Familiar
USP	Unidade de Saúde Pública
USPAS	Unidade de Saúde Pública Arnaldo Sampaio
VR	Valor de referência
VSR	Vírus Sincicial Respiratório

## **Agradecimentos**

Este espaço é dedicado àqueles que deram a sua contribuição para que esta investigação fosse realizada. A todos deixo aqui o meu agradecimento sincero.

Agradeço à Professora Doutora Ana Fernandes pela forma como orientou o meu trabalho. As notas dominantes da sua orientação foram a sabedoria, a utilidade das suas recomendações, o rigor e a paciência. A sua orientação foi decisiva para que este trabalho contribuísse para o meu desenvolvimento pessoal.

Agradeço à Professora Doutora Liliana Castanheira por toda a atenção, apoio e disponibilidade na orientação desta investigação. Estou grata por isso mas também, pelo seu sentido prático e pelo carinho e cordialidade com que sempre me recebeu. A sua colaboração foi imprescindível para que este trabalho chegasse ao fim.

Agradeço ao Doutorando e grande amigo Dr. Rogério Nunes, pelo ânimo, partilha, e cumplicidade, bem como pelas discussões altamente produtivas, que tanto contribuíram para o desenvolvimento desta investigação e para o meu próprio desenvolvimento.

Agradeço ao querido amigo “Grande Chefe Índio”, Dr. Mário Durval que me apoiou em todos os momentos e que, enquanto Coordenador da Unidade de Saúde Pública Arnaldo Sampaio, fez com que os recursos humanos e materiais estivessem disponíveis para este trabalho.

Agradeço aos Técnicos de Saúde Ambiental que aceitaram constituir a equipa de recolha de dados nesta investigação - Carla Nobre, Cidália Guia, Cláudia Arcanjo, Esmeralda Fernandes, José Peixoto, Lola Monteiro, Margarida Narciso, Marília Marques e Sónia Caeiro.

Agradeço ao amigo Professor Doutor Francisco Peña; ao Professor Doutor Carlos Dias; ao Professor Doutor Francisco Ferreira e ao Professor Doutor Luís Monteiro Rodrigues, pelos preciosos contributos que me levaram a crescer cientificamente.

Agradeço à amiga e cunhada Natacha Dinis, pela sua espontânea disponibilidade para ajudar na resolução de problemas.

Agradeço aos meus pais - Vitória e Norberto, aos meus irmãos - Norberto, Sandra, Ana Cláudia, Carlos e Emanuel e aos meus amigos. Que para além de serem a minha fortuna, são responsáveis pelo que sou e portanto, corresponsáveis pelo resultado deste trabalho.

Agradeço ainda às amigas Dr.<sup>a</sup> Marta Sampayo, Dr.<sup>a</sup> Cidália Guia, Dr.<sup>a</sup> Lola Monteiro e Dr.<sup>a</sup> Luciana Amorim, que me animaram e apoiaram em momentos de desânimo.

Finalmente gostaria de deixar dois agradecimentos muito especiais aos meus grandes amores, o meu companheiro Carlos Sousa e a minha filha Alcía Sousa, tão importantes na minha vida.

## Resumo

Os bebés passam a maior parte do tempo em casa. Apesar da qualidade do ar em contexto residencial ser ainda pouco conhecida, assume-se que é muito importante para a saúde das crianças, especialmente no contributo para o aparecimento de doença respiratória. Alguns Compostos Orgânicos Voláteis (COV) têm sido associados à asma e a sintomas de doença respiratória. A sibilância, frequentemente associada à asma, representa um sinal habitual de apresentação em consulta médica e pode aparecer de forma recorrente. A sua prevalência tem vindo a aumentar, assumindo enorme relevância e impacto na família e na sociedade pelos custos materiais e imateriais inerentes. Com base nesses pressupostos, esta investigação procurou associações entre os níveis de COV no interior do quarto de bebés, com as características do quarto e com episódios de sibilância nos bebés, com o objetivo de contribuir para o aumento do conhecimento em Saúde Ambiental da Criança.

Para tal, realizou-se um estudo transversal, através da avaliação da qualidade do ar no quarto de bebés (0-36 meses), residentes na área geográfica do Arco Ribeirinho (Alcochete, Barreiro, Moita e Montijo). De outubro de 2015 a março de 2016, técnicos de Saúde Ambiental deslocaram-se aos quartos dos bebés (n=131), e realizaram medições de parâmetros da qualidade do ar interior: concentrações de Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVT), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Temperatura e Humidade Relativa. Ao mesmo tempo foi aplicado um questionário para estudar as características do quarto, bem como para verificar a ocorrência de episódios de sibilância.

O resultado dos níveis médios foi de 2,4 mg/m<sup>3</sup>, 1260,8 mg/m<sup>3</sup>, 0,2 mg/m<sup>3</sup>, 18,4 °C, 75%, para COVT, CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa, respetivamente. Os níveis médios de COVT constituem um valor oito vezes superior ao máximo de referência (0,3 mg/m<sup>3</sup>). Com exceção do CO, todos os parâmetros apresentaram um número significativo de valores que se afastou da referência. Os COVT estavam

elevados em 39,7% dos quartos e o CO<sub>2</sub> em 19,7% dos quartos. A Temperatura e a Humidade Relativa encontravam-se fora do intervalo de referência em 77,9% e 89% dos quartos, respetivamente.

Não foi encontrada associação estatisticamente significativa, entre qualquer dos parâmetros da qualidade do ar, com a ocorrência de episódios de sibilância. Também não ficou demonstrada associação estatística entre os níveis de COVT e as características do quarto.

No entanto, apesar de não terem sido encontradas associações significativas, os resultados contêm muita informação relevante que sugere a necessidade de estudos adicionais para avaliar a exposição dos bebés à poluição do ar interior, especialmente em contexto residencial.

**Palavras-chave:** Qualidade do ar interior, compostos orgânicos voláteis (COV), dióxido de carbono, monóxido de carbono, bebé, quarto de bebé, sibilância.

## Resumen

Los bebés pasan la mayor parte del tiempo en su casa. La calidad del aire en el contexto residencial es poco conocida, todavía se ha demostrado que es un tema muy importante para la salud de los bebés, en especial por la asociación con la aparición de la enfermedad respiratoria. Algunos compuestos orgánicos volátiles (COV) han sido asociados al asma y a síntomas de la enfermedad respiratoria. La sibilancia, frecuentemente asociada al asma, representa un síntoma habitual de presencia en la consulta médica y puede ser recurrente. Su prevalencia ha ido aumentando, asumiendo una enorme relevancia e impacto en la familia y en la sociedad por los costes materiales e inmateriales inherentes. Basándonos en estos supuestos, esta investigación ha buscado una relación causal entre los niveles de COV en el interior de las habitaciones de los bebés, con las características de la habitación y con episodios de sibilancia en los bebés, con el objetivo de contribuir al aumento del conocimiento en la Salud Ambiental de los Niños.

La investigación consistió en un estudio transversal, en el que se evaluó la calidad del aire en lo dormitorio de bebés (0 a 36 meses), residentes en el área geográfica del Arco Ribeirinho (Alcochete, Barreiro, Moita e Montijo). De octubre de 2015 a marzo de 2016, técnicos de Salud Ambiental fueron a las habitaciones de los bebés (n=131), y realizaron mediciones de parámetros de la calidad del aire interior: concentraciones de compuestos orgánicos volátiles totales (COVT), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de monóxido de carbono (CO), temperatura y humedad relativa. Al mismo tiempo se realizó un cuestionario para estudiar las características de la habitación, así como para verificar se han ocurrido episodios de sibilancia.

El resultado de los niveles medios de COVT, CO<sub>2</sub>, CO, temperatura y humedad relativa fueron de 2,4 mg/m<sup>3</sup>, 1.260,8 mg/m<sup>3</sup>, 0,2 mg/m<sup>3</sup>, 18,4 °C, 75%, respectivamente. Los niveles medios de COVT constituyen un valor ocho veces superior al máximo de referencia (0,3 mg/m<sup>3</sup>). Con excepción del CO, todos los parámetros presentaron un número significativo de valores que se alejaron del valor de referencia. Los COVT estaban elevados en el 39,7% de los dormitorios y el CO<sub>2</sub> en el

19,7% de los dormitorios. La temperatura y la humedad relativa se encontraban fuera del intervalo de referencia en el 77,9% y en el 89% de los dormitorios, respectivamente.

No se ha encontrado una relación estadística significativa, entre los parámetros de la calidad del aire, con la aparición de episodios de sibilancia. Tampoco quedó demostrada una relación estadística entre los niveles de COVT y las características de la habitación.

Sin embargo, a pesar de no haber encontrado una relación estadísticamente significativa, los resultados contienen mucha información relevante que sugiere la necesidad de estudios adicionales para evaluar la exposición de los bebés a la contaminación del aire interior, especialmente en el contexto residencial.

**Palabras-clave:** Calidad del aire interior, compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de carbono, monóxido de carbono, bebé, habitación de bebé, sibilancia.

## **Abstract**

Although Infants spend most of the time at home, the air quality in residential context is still scarcely studied. Nevertheless, it is assumed that the indoor air quality is very important for children's health, especially because it may contribute to the onset of respiratory diseases. Some Volatile Organic Compounds (VOCs) have been associated with asthma and symptoms of respiratory disease. Wheezing is often associated with asthma. It is a usual reason to seek a medical appointment and it may appear on a recurring basis. Its prevalence has been increasing, leading to a great relevance and impact in families and society due to the inherent costs. Based on these assumptions, this research evaluated the association between the levels of VOCs inside the baby's room, with the room features and the occurrence of wheezing episodes in infants, aiming at fostering knowledge about children's environmental health.

A cross-sectional study was adopted, which evaluated the quality of the air in the rooms of babies (0-36 months) living in the geographical area of Arco Ribeirinho (Alcochete, Barreiro, Moita e Montijo). From October 2015 to March 2016, a team of Environmental Health Technicians visited several babies' rooms (N = 131), and performed measurements of indoor air quality parameters: total volatile organic compounds (TVOC), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), carbon monoxide (CO), temperature and relative humidity. At the same time a questionnaire was applied, in order to study the room features, as well as to verify the occurrence of wheezing episodes.

The results of the mean levels were 2.4 mg/m<sup>3</sup>, 1260.8 mg/m<sup>3</sup>, 0.2mg/m<sup>3</sup>, 18.4 °C, and 75% for TVOC, CO<sub>2</sub>, CO, temperature and relative humidity, respectively. Mean levels of TVOC showed a value eight times greater than the maximum reference (0.3 mg/m<sup>3</sup>). With the exception of CO, there were cases outside the reference values for all other parameters. TVOCs were elevated in 39.7% of the rooms and CO<sub>2</sub> in 19.7% of the rooms. Temperature and Relative Humidity were outside the reference range in 77.9% and 89% of the rooms, respectively.

No statistically significant association was demonstrated between any of the air quality parameters and the occurrence of wheezing episodes. Also, there were no statistical associations between TVOC levels and the room features.

Despite the lack of statistical associations, the results obtained in this research contains significant information that warrant further studies to assess the children's exposure to indoor air pollution, especially in residential context.

**Key words:** Indoor air quality, volatile organic compounds (VOC), carbon dioxide, carbon monoxide, baby, baby's room, wheezing.

## 1 INTRODUÇÃO

A Convenção das Nações Unidas sobre os direitos da criança define que “A criança tem direito a gozar do melhor estado de saúde possível”<sup>(1)</sup>. No entanto, a Declaração de Banguécoque reconhece que “um número cada vez maior de doenças das crianças está associado a exposições ambientais (...) e que cada vez mais crianças estão expostas a ambientes inseguros onde são concebidas e nascem, vivem, aprendem, brincam, trabalham e crescem”<sup>(2)</sup>.

Todos os anos morrem cerca de três milhões de crianças com menos de cinco anos de idade devido a doenças relacionadas com o ambiente. A sobrevivência e desenvolvimento das crianças dependem da satisfação de necessidades básicas à vida, entre elas um ambiente seguro e saudável. As crianças estão expostas a sérios riscos para saúde com origem em perigos ambientais. Alguns destes perigos atuam de forma concertada e os seus efeitos nefastos são potenciados quando associados a condições socioeconómicas adversas. Existe evidência científica da particular suscetibilidade das crianças a riscos ambientais, sendo imperativo agir para que as mesmas possam crescer e desenvolver-se com boa saúde, e contribuir para o desenvolvimento económico e social<sup>(3; 4)</sup>.

O conceito *Children's environmental health* (saúde ambiental das crianças) é por isso hoje um importante foco da atenção dos especialistas, uma vez que as doenças relacionadas com o ambiente na infância representam um problema de saúde pública mundial<sup>(5)</sup>.

Segundo Nunes, R. e Rodrigues dos Santos, R., “as nações africanas assumem que no seu continente, cerca de 28 % do peso da doença é atribuível ao ambiente e que este indicador, no caso das crianças com menos de catorze anos de idade atinge os 36%. Este cinzento cenário de saúde ambiental das crianças pode ser invertido através da introdução de melhorias ambientais e benefícios conexos substanciais, sobretudo no que toca à consecução dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio, através de ações multissetoriais sobre as interligações entre a saúde e o ambiente”<sup>(4)</sup>.

Os países das Américas, ao assumirem que as crianças são particularmente vulneráveis ao longo das diferentes fases do seu desenvolvimento, acordam unir esforços para melhorar a compreensão das ligações entre a qualidade ambiental e a saúde das crianças. Comprometem-se igualmente, continuar e fortalecer as ações voltadas para a prevenção dos efeitos adversos do ambiente em crianças<sup>(6)</sup>. Os países do Sudoeste e Leste Asiático compreendem que são as crianças quem mais sofre com a degradação ambiental<sup>(7)</sup>.

Os estados membros da União Europeia desenvolveram uma estratégia europeia de ambiente e saúde centrada na criança, considerando-a essencial para garantir o desenvolvimento humano e económico. Está claro para a Europa, que as crianças são particularmente vulneráveis aos riscos ambientais diferindo dos adultos na fisiologia, no metabolismo, na dieta e no comportamento não podendo ser consideradas adultos em ponto pequeno<sup>(8)</sup>. As crianças, ao contrário dos adultos, não têm noção dos riscos e são incapazes de fazer escolhas para proteger a sua saúde. Como se depreende, são mais vulneráveis que os adultos aos riscos ambientais por diversos fatores<sup>(5)</sup>:

- Tendo em conta a proporção do seu peso, as crianças respiram mais ar, consomem mais alimentos e bebem mais água que os adultos;
- Os seus sistemas, neurológico, imunológico, reprodutivo e digestivo, ainda estão em desenvolvimento;
- As crianças comportam-se de maneira diferente dos adultos, o que favorece diferentes padrões de exposição. Por exemplo, as crianças mais pequenas gatinham e rastejam no chão, onde podem ser expostas a poeiras e produtos químicos que aí se acumulam;
- Em determinadas fases iniciais de desenvolvimento, a exposição a tóxicos ambientais pode levar a danos irreversíveis.

Apesar da importância destas questões ser amplamente compreendida é a Organização Mundial de Saúde (OMS) que reconhece a carência do investimento neste âmbito, realçando que mesmo nos países mais desenvolvidos, o conhecimento dos

profissionais de saúde sobre questões de saúde ambiental tende a ser limitado ou inexistente, sendo necessário formar e treinar os profissionais de saúde em todos os níveis de prevenção, diagnóstico e tratamento das doenças infantis ligadas a fatores de risco ambiental <sup>(5)</sup>.

É assim compreensível, que o leque de temas que estão relacionados com a saúde ambiental das crianças seja amplo e de natureza complexa. Exposições específicas pré-natais e na infância a contaminantes ambientais podem resultar em efeitos adversos para a saúde, tanto no início como durante toda a vida. Algumas exposições a poluentes tóxicos têm sido bem estudadas, contudo outras permanecem desconhecidas no que respeita aos seus efeitos específicos nas crianças. Há ainda muito a desenvolver em todo o mundo, relativamente à habitação, ao saneamento e às condições de higiene <sup>(9)</sup>.

Se observarmos atentamente o contexto ambiental em que as crianças se inserem, damos conta que permanecem a maior parte do tempo no interior de edifícios, principalmente em casa. As casas são construídas de modo a que a troca de ar entre os ambientes internos e externos seja minimizado e há uma grande variedade de fontes de emissão de poluentes no interior <sup>(10)</sup>.

A poluição do ar interior em ambiente residencial, é composta por uma mistura complexa de agentes do ambiente exterior que penetram e agentes gerados por fontes internas. Os poluentes interiores podem variar na intensidade e potenciais efeitos para a saúde, bem como na sua distribuição por áreas geográficas, culturais e estatuto socioeconómico <sup>(11)</sup>.

A poluição do ar interior é um importante problema de saúde ambiental, sendo um dos principais contribuintes para a mortalidade e morbilidade por doenças respiratórias em crianças <sup>(10; 12)</sup>.

Em contraste com os ambientes ao ar livre, as pessoas podem ter uma maior capacidade de modificar as exposições ambientais em ambientes fechados, o que faz da poluição do ar interior um alvo atraente na prevenção da doença <sup>(11)</sup>. Este facto

sugere um enfoque na fase inicial da vida, isto é, uma atenção redobrada sobre as crianças.

Para que a abordagem à influência do ar interior na saúde respiratória das crianças seja aprofundada de modo compreensível e preciso, deverá ser analisada atendendo às peculiaridades do sistema respiratório das crianças, bem como às potenciais consequências da exposição a poluentes, temas esses que serão explorados nos subcapítulos seguintes.

## **1.1 Anatomofisiologia do aparelho respiratório da criança**

Até há cerca de 500-600 anos atrás, os artistas ocidentais representavam as crianças como adultos em miniatura, e até há 50-60 anos, os médicos seguiam as práticas dos países industrializados entendendo as exposições pediátricas, como simples extrapolações de exposições ocupacionais dos adultos<sup>(13)</sup>. Com a mudança deste paradigma, as crianças deixaram de ser entendidas como adultos em ponto pequeno, porque efetivamente apresentam características que as tornam singulares. Exemplo disso são as componentes anatómicas, fisiológicas e mecânicas do aparelho respiratório.

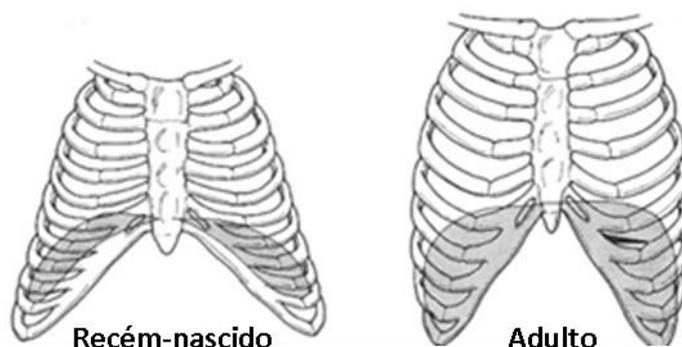
O sistema respiratório é composto pelos pulmões, as vias aéreas condutoras, as partes do sistema nervoso central envolvidas no controlo dos músculos respiratórios e a parede torácica<sup>(14)</sup>. A respiração é um processo complexo que compreende, de forma simplificada, a captação de oxigénio (O<sub>2</sub>) para nutrir os diversos tecidos do corpo e a eliminação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que resulta do metabolismo celular. Para que isso ocorra, dois processos inter-relacionados devem estar presentes: a ventilação que é o movimento de ar até aos alvéolos, e as trocas gasosas que é a transferência de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> entre os alvéolos e os capilares sanguíneos<sup>(15)</sup>.

Para ocorrer a ventilação, o sistema respiratório, nomeadamente os pulmões e parede da caixa torácica, devem alternadamente expandir-se acima do volume de repouso, e retrair-se para o nível de repouso do sistema. Este movimento é possível

quando a força suficiente é aplicada, para superar as forças que se opõe internamente ao sistema respiratório – retração elástica e resistência ao fluxo aéreo. À interação entre essas diversas forças, chama-se mecânica da ventilação <sup>(15)</sup>.

A peculiaridade das crianças faz com que estes processos decorram de modo diferente quando comparadas com os adultos. Com o nascimento, os alvéolos primitivos expandem-se. Porém o aumento em tamanho dos pulmões é resultado de um aumento progressivo do número de bronquíolos respiratórios e de alvéolos. Isto é, há um aumento tanto em tamanho como em quantidade. O recém-nascido tem aproximadamente 150 milhões de alvéolos, que até ao oitavo ano de vida continuam a aumentar e à medida que aumentam em número vão-se tornando maduros. Aos quatro anos, o número de alvéolos poderá até corresponder a de um adulto, ou seja, 300 ou 400 milhões, sendo que o crescimento continuará enquanto a parede do tórax estiver a crescer <sup>(16;17)</sup>. O reduzido tamanho dos alvéolos predispõe o recém-nascido ao colapso alveolar, pois o pequeno número reduz a área disponível para as trocas gasosas <sup>(18)</sup>.

Na criança recém-nascida, as costelas estão posicionadas horizontalmente em relação ao esterno e à coluna vertebral, fazendo com que o diâmetro transverso da caixa torácica seja igual ao do ântero-posterior <sup>(19)</sup> como se pode observar na Figura 1.



**Figura 1-** Diferenças da caixa torácica recém-nascido versus adulto. Adaptado de Zahraa, j., 2015 <sup>(20)</sup>

A caixa torácica das crianças tem maior complacência do que a dos adultos, decorrente da consistência cartilaginosa dos ossos e do menor desenvolvimento da musculatura respiratória. A maior complacência torácica resulta na necessidade de

realizar maior esforço inspiratório, para gerar um volume de ar corrente adequado<sup>(21; 22; 23)</sup>.

À medida que a criança cresce e começa a desenvolver a postura ereta, as costelas vão adquirindo uma posição mais oblíqua e o diâmetro transversal da caixa torácica aumenta. Alguns autores assumem que a forma adulta do tórax ocorre por volta dos três anos de idade<sup>(19)</sup>, outros consideram que ocorre por volta dos sete anos<sup>(21)</sup>.

No adulto, a melhor troca gasosa, ventilação e perfusão ocorrem na base do pulmão. No recém-nascido, a ventilação é distribuída principalmente para a parte alta do pulmão, enquanto a perfusão continua a ser maior na base. Isso possibilita maior troca gasosa na região superior, porém ocorre um desequilíbrio entre a ventilação e a perfusão<sup>(24)</sup>. Além disso, enquanto no adulto o peso dos órgãos abdominais sobre a parte inferior do diafragma ajuda a melhorar a contractilidade, no recém-nascido isso não acontece. Não se sabe exatamente quando a distribuição da ventilação muda na criança, mas pensa-se que possivelmente será por volta dos dez anos de idade<sup>(18)</sup>.

A inserção do diafragma em crianças é mais horizontal e elevada, na altura da oitava e nona vértebras torácicas, enquanto no adulto, o diafragma insere-se obliquamente, na altura da nona e décima vértebras torácicas. Conseqüentemente, em crianças, o movimento do diafragma é menor durante a inspiração, o que justifica a limitação na expansibilidade da caixa torácica<sup>(21; 22; 23)</sup>.

As vias aéreas estão anatômica e funcionalmente desenhadas para proteger a área alveolar contra materiais inalados e o transporte mucociliar é um dos mecanismos mais importantes dessa proteção<sup>(15)</sup>. No entanto, as crianças possuem vias aéreas mais curtas e em menor número do que os adultos<sup>(25)</sup>, o que as torna mais suscetíveis à obstrução por processos inflamatórios<sup>(26)</sup>. Como a resistência ao fluxo de ar é inversamente proporcional à quarta potência do raio da via aérea, uma pequena redução no calibre da via aérea, resulta no aumento da resistência ao fluxo de ar e do trabalho da respiração em crianças<sup>(25)</sup>.

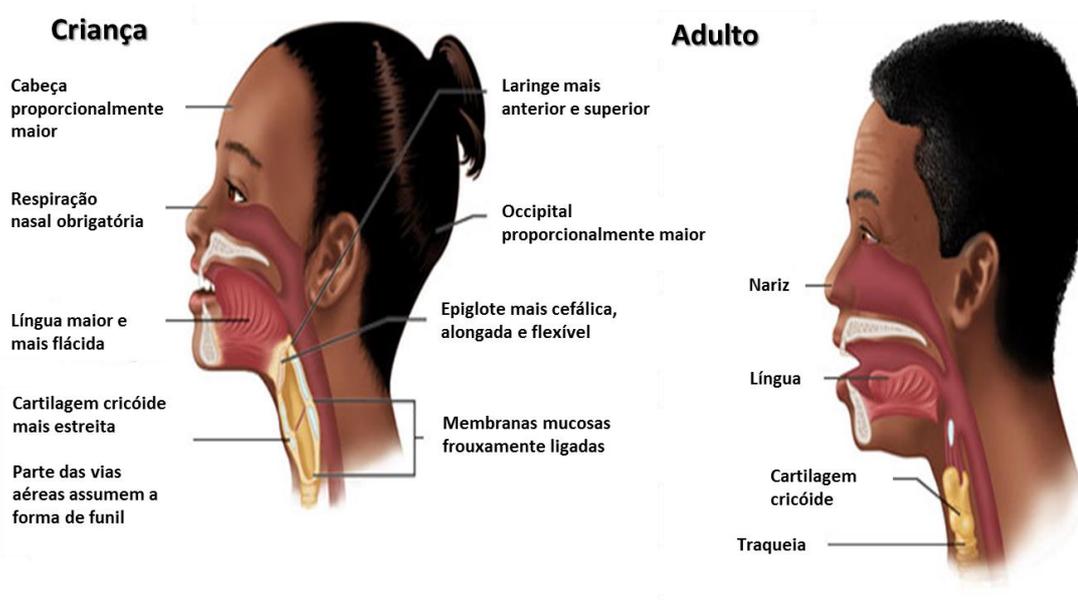
Por volta do sexto ano de vida dá-se o aparecimento de entidades anatômicas, como os poros de Köhn, os canais de Lambert e canais de Martin, que só se encontram

bem desenvolvidos aos 12 ou 13 anos. Os poros interalveolares de Köhn, com um diâmetro de cerca de 3 micrómetros, ocorrem no septo alveolar e permitem a passagem do fluxo de um alvéolo para o outro<sup>(17)</sup>. Os canais de Lambert são conexões bronquíolo-alveolares, isto é, vias acessórias que exercem comunicações em espaços aéreos mais distantes entre si. Possuem um diâmetro de cerca de 30 micrómetros, cujo desenvolvimento é paralelo aos dos poros de Köhn<sup>(18)</sup>. A imaturidade destas entidades anatómicas pode facilitar a formação de atelectasias e de hiperinsuflação pulmonar<sup>(21)</sup>.

A Figura 2 retrata algumas das principais diferenças das vias aéreas da criança, quando comparadas com as do adulto:

- Comparada com o resto do corpo, a cabeça é proporcionalmente maior do que a do adulto<sup>(16)</sup>;
- As crianças são consideradas respiradoras nasais, já que é essa a predominância até cerca do 6º mês de idade<sup>(16; 21)</sup>. Deste modo, patologias que levem à obstrução nasal podem causar um desconforto respiratório importante e crises de apneia nessa faixa etária<sup>(21)</sup>;
- A língua é predominantemente maior e mais flácida ocupando uma parte importante da cavidade oral<sup>(16)</sup>, estreitando a retrofaringe e aumentando a resistência ao fluxo aéreo<sup>(21)</sup>. Esta disposição anatómica das estruturas supraglóticas favorece a instalação de insuficiência respiratória precoce e grave, em crianças acometidas de doenças que causam edema e inflamação da região, por exemplo epiglotite<sup>(21; 22; 23)</sup>;
- Até aos 10 anos, a porção mais estreita da via aérea é abaixo das cordas vocais, no nível da cartilagem cricoide;
- A laringe, mais anterior e superior que no adulto, assume a forma de funil devido ao tamanho relativamente menor da cartilagem cricoide em relação à cartilagem tireóide<sup>(16; 21; 22; 23)</sup>. Consequentemente, patologias que acometem a região subglótica, como as laringites virais, podem resultar num aumento importante da resistência ao fluxo de ar nesta região e insuficiência respiratória aguda, particularmente em crianças mais jovens<sup>(21)</sup>;

- A epiglote tem uma localização cefálica, projetando-se num ângulo de 45° em relação à parede anterior da laringe. Mais flácida e maior do que a epiglote do adulto, possui o formato de “U” ou “V”, tal como a laringe <sup>(16; 21; 22; 23)</sup>.



**FIGURA 2-** Comparação das vias aéreas da criança com as do adulto. Adaptado de Markenson, D.S., 2001 <sup>(16)</sup>

As crianças diferem dos adultos, em aspetos que vão além do nível anatómico. Possuem uma taxa metabólica mais alta, o que faz com o consumo de oxigénio seja maior do que nos adultos (6-8 mL/kg/min vs 4 mL/ kg/min) <sup>(21)</sup>. Ao mesmo tempo, têm uma menor capacidade residual funcional e menores reservas de oxigénio, pelo que quando ocorre qualquer alteração da respiração, apresentam maior risco de desenvolver uma alteração comprometedora da concentração de oxigénio no sangue (*hypoxemia*:  $pO_2 < 60$  mmHg) <sup>(21; 22)</sup>. Ao possuírem uma musculatura respiratória menos desenvolvida e uma frequência respiratória mais elevada, são mais suscetíveis à fadiga respiratória do que os adultos <sup>(5; 22; 23)</sup>. Acresce ainda, que as crianças têm uma estatura mais próxima do solo e tendem a ser fisicamente mais ativas que os adultos <sup>(5)</sup>.

Por todos estes motivos, e ainda pelo facto das crianças apresentarem frequentemente doses internas de tóxicos ambientais superiores às dos adultos <sup>(5)</sup>,

estas são mais suscetíveis ao aparecimento de sinais e sintomas de patologia respiratória, como é o caso da sibilância.

## 1.2 Sibilância

A Sibilância é um sinal respiratório inespecífico, audível com ou sem estetoscópio, que em linguagem comum é conhecido pelos termos “apito no peito” ou “gatinhos no peito”<sup>(27; 28)</sup>.

A sua importância é reconhecida, uma vez que em idade pediátrica, motiva frequentemente a observação médica. Pode surgir de forma recorrente e tem prevalência crescente, assumindo enorme relevância e impacto na família e na sociedade pelos custos inerentes<sup>(27)</sup>.

Este sinal respiratório constitui uma entidade heterogénea, cujo prognóstico a longo prazo varia da recuperação total na maior parte dos casos, à evolução para asma ou perturbação da função pulmonar<sup>(29; 30)</sup>. Deste modo, um grupo de crianças sibilantes tem ou virá a ter asma no futuro<sup>(27)</sup>.

A asma é a causa mais comum de sibilância em crianças e a bronquiolite é a causa mais comum em lactentes. O motivo pelo qual os recém-nascidos estão protegidos contra a obstrução não é conhecido. Nesta faixa etária, a apneia e não a sibilância, é a manifestação mais frequente da infeção pelo Vírus Sincicial Respiratório (VSR)<sup>(31)</sup>.

O conhecimento sobre este assunto aumentou nas últimas décadas, através de estudos epidemiológicos que objetivaram apontar fatores predisponentes para o desenvolvimento da sibilância recorrente. Todavia, ainda se desconhece quais os principais marcadores ou fenótipos de sibilância, capazes de identificar os que desenvolverão asma, a sua prevalência e se o tratamento precoce seria capaz de impedir tal evolução<sup>(32; 33; 34; 35)</sup>.

A sibilância recorrente define-se como a manifestação de  $\geq 3$  episódios de sibilância nos 3 primeiros anos de vida ou  $\geq 3$  episódios no último ano, com resposta a

broncodilatadores e intervalos livres de sintomas, independente da existência de queixas de esforço<sup>(27)</sup>.

A ocorrência de sibilância resulta da interação de fatores ambientais (infecções, alérgenos, tabagismo, poluentes) e da expressão fenotípica de polimorfismos genéticos (atopia, antecedentes familiares de asma, sibilância transitória dos primeiros anos de vida)<sup>(30)</sup>.

São três, os tipos de fenótipos mais frequentes de sibilância recorrente, que surgem antes dos três anos de idade<sup>(31; 36)</sup>:

1. Sibilância transitória precoce – episódios recorrentes durante os dois e três primeiros anos de vida e não mais após essa idade<sup>(32; 37; 38)</sup>.
2. Sibilância não-atópica persistente - desencadeada principalmente por vírus e que tende a desaparecer com o avançar da idade<sup>(32)</sup>.
3. Sibilância atópica – episódios que iniciam um pouco mais tarde, comparativamente com os dois grupos anteriores. Esses episódios têm uma frequência mais elevada durante o segundo e terceiro anos de vida<sup>(31)</sup>.

De acordo com o Consenso PRACTALL, documento elaborado e publicado por equipas de especialistas nomeadas pela Academia Europeia de Alergia e Imunologia Clínica e pela Academia Americana de Alergia, Asma e Imunologia, existe ainda um quarto padrão designado por sibilância intermitente severa. Este caracteriza-se por episódios de sibilância aguda pouco frequentes, associados a características de atopia como eczema, alergias e eosinofilia”<sup>(39)</sup>.

A asma, amplamente associada à sibilância, constitui a causa mais frequente de doença crónica em idade pediátrica<sup>(27; 40)</sup>. É, no entanto, difícil o seu diagnóstico até à idade pré-escolar. Para além da escassez de evidência científica, os sintomas de asma são variáveis e inespecíficos, coexistindo frequentemente com outras doenças que se manifestam com sibilância<sup>(41)</sup>.

Em termos genéricos, as causas mais comuns com associação à sibilância também incluem alergias, infeções, doença do refluxo gastroesofágico e apneia obstrutiva do

sono. Causas menos comuns incluem malformações congénitas, aspiração de corpo estranho, e fibrose cística <sup>(40)</sup>.

Atualmente, não existem meios de diagnóstico precisos que permitam determinar se uma criança com sibilância recorrente, tem ou virá a desenvolver asma <sup>(27)</sup>.

Foram identificados fatores de mau prognóstico ou de risco para aparecimento ou persistência de sibilância recorrente e possível evolução para asma como: o sexo masculino; a história familiar de asma; a história pessoal de rinite alérgica ou eczema atópico; a sensibilização a alérgenos inaláveis e proteínas do ovo; o valor elevado da IgE total sérica; início de sintomas na primeira infância; infeções virais associadas à entrada precoce em creches e infantários, por exemplo, por vírus sincicial respiratório (lactente), rinovírus (idade pré-escolar), metapneumovírus, vírus parainfluenza, influenza, adenovírus, coronavírus, bocavírus; exposição tabágica e outros poluentes ambientais, no interior e exterior dos edifícios <sup>(27)</sup>.

Assim, compreende-se que a asma e a sibilância recorrente, nas suas diferentes expressões fenotípicas, estejam entre as patologias mais comuns em idade escolar, mas também entre as mais difíceis de abordar pela escassez de sintomatologia, que se pode traduzir em diferentes diagnósticos e, sobretudo, diferentes prognósticos <sup>(29)</sup>.

Nas últimas décadas assistiu-se a uma grande evolução do conhecimento, resultado em grande parte de estudos longitudinais como a coorte de Tucson - estudo prospetivo realizado nos Estados Unidos (Tucson, no Arizona) por Martinez *et al* que seguiram 1246 recém-nascidos, procurando verificar os fatores que afetam a sibilância até aos seis anos de idade <sup>(42; 43)</sup>. Estes estudos permitiram a separação de diferentes fenótipos de sibilância e a melhor compreensão dos diversos fatores envolvidos. Destacaram a importância do investimento nos fatores genéticos e ambientais, para a prevenção de episódios de sibilância recorrente e do compromisso do crescimento das vias aéreas <sup>(29; 44; 45)</sup>.

Sem descurar a importância dos fatores genéticos, considerou-se pertinente valorizar os ambientais, sobre os quais é possível ter algum controlo, principalmente

no que se refere à qualidade do ar interior. Para tal, é imprescindível compreender melhor a abrangência deste conceito – qualidade do ar interior.

### **1.3 Qualidade do Ar Interior (QAI)**

A QAI apareceu como área de estudo a partir da década de 70 com o surgimento da crise energética, provocada pela subida dos preços dos combustíveis. Nessa altura houve uma tendência mundial para conservar energia, resultando em edifícios estanques, desprovidos de ventilação natural, principalmente nos países desenvolvidos <sup>(46; 47)</sup>. A diminuição das taxas de troca de ar revelou-se a grande responsável pelo aumento da concentração de poluentes no ar interior <sup>(48; 49)</sup>. Tais circunstâncias permitiram reconhecer que a ventilação é um dos principais fatores que influenciam a QAI e os próprios ocupantes dos edifícios contribuem substancialmente para a poluição destes ambientes, através das suas atividades <sup>(46)</sup>.

Em Portugal, com a adesão à União Europeia nos anos 80 e 90, surgiram novos materiais de construção e componentes mais herméticos, importados de países onde era habitual o uso da ventilação mecânica nos edifícios. As edificações passaram a incorporar produtos mais poluentes e face à nova arquitetura, a apresentar dificuldades na renovação do ar interior. Edifícios cada vez mais altos vieram dificultar o eficaz funcionamento das condutas de ventilação verticais, bem como os vãos, nem sempre dispostos em fachadas opostas, impedir a ventilação transversal. As instalações sanitárias tornaram-se mais interiores e generalizou-se a tendência para fechar varandas e terraços, criando compartimentos que vieram promover reações de condensação. As portas interiores e os vãos passaram a ser mais selados e aumentou o número de aparelhos eletrónicos em utilização. A aspiração central passou a ser frequente e o seu funcionamento, à semelhança da má conceção de exaustores e lareiras, vem gerar depressões que contribuem para introduzir ar contaminado no interior <sup>(50)</sup>.

A par das mudanças que as construções sofreram ao longo dos anos, ocorreram alterações nos hábitos das pessoas que passaram a utilizar sistemas de aquecimento e arrefecimento mais potentes, com os vãos a permanecerem mais tempo fechados e as práticas de higienização a incorporar uma vasta gama de produtos químicos, proporcionados pelo mercado em quantidade e em variedade <sup>(50)</sup>.

Hoje, sabe-se que uma série de poluentes são produzidos dentro dos edifícios por materiais de construção baseados em solventes orgânicos, por equipamento interior, pelos constituintes dos produtos de limpeza, por fungos, pelo metabolismo humano e também pelas próprias atividades do homem. Tais poluentes revelam-se muitas vezes responsáveis pelos principais picos de exposição vivenciados pelos seus ocupantes, que levam a uma ampla gama de problemas de saúde podendo até ser fatais <sup>(47; 51; 52)</sup>.

Fica claro portanto, que a má qualidade do ar interior constitui um risco para a saúde <sup>(52)</sup>, o que significa que o ar no interior de casas, escritórios, escolas, creches, edifícios públicos, hospitais e estabelecimentos de saúde ou outros edifícios, é um elemento determinante para uma vida saudável e para o bem-estar das pessoas <sup>(53; 54; 55; 56; 57; 58)</sup>.

Os ambientes interiores são precisamente onde a população em geral, sobretudo a residente em áreas urbanas, passa 80 a 90% do tempo <sup>(59)</sup>. As habitações têm neste processo uma influência preponderante, uma vez que podem representar cerca de 70% do tempo passado em espaços interiores <sup>(60)</sup>. Estima-se que em média 72% dos residentes ficam expostos a produtos químicos em habitações, estando suscetíveis a maiores quantidades de poluentes potencialmente perigosos <sup>(61)</sup>. Paradoxalmente, os ocupantes das habitações constituem os grupos mais frágeis da população, que concomitantemente são quem passa mais tempo (95%), no seu interior – idosos e crianças <sup>(60)</sup>.

A poluição do ar em ambiente doméstico passou a constituir um problema de saúde pública a nível mundial, estando na origem de aproximadamente 3,9 milhões de

mortes anualmente, principalmente de mulheres e crianças <sup>(56)</sup>, o que motiva uma maior atenção do público e dos governos <sup>(62; 63; 64)</sup>.

Em 2009, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US - EPA) classificou a poluição do ar interior como um dos cinco principais riscos ambientais para a saúde pública, nomeadamente em escolas <sup>(61)</sup>. Salienta-se também que a concentração de poluentes pode ser duas a cinco vezes maior em ambientes internos do que nos externos, mesmo em cidades altamente industrializadas. Esse facto, juntamente com o elevado tempo de permanência em ambientes internos, faz com que os riscos para a saúde humana sejam acrescidos nesses locais <sup>(65)</sup>.

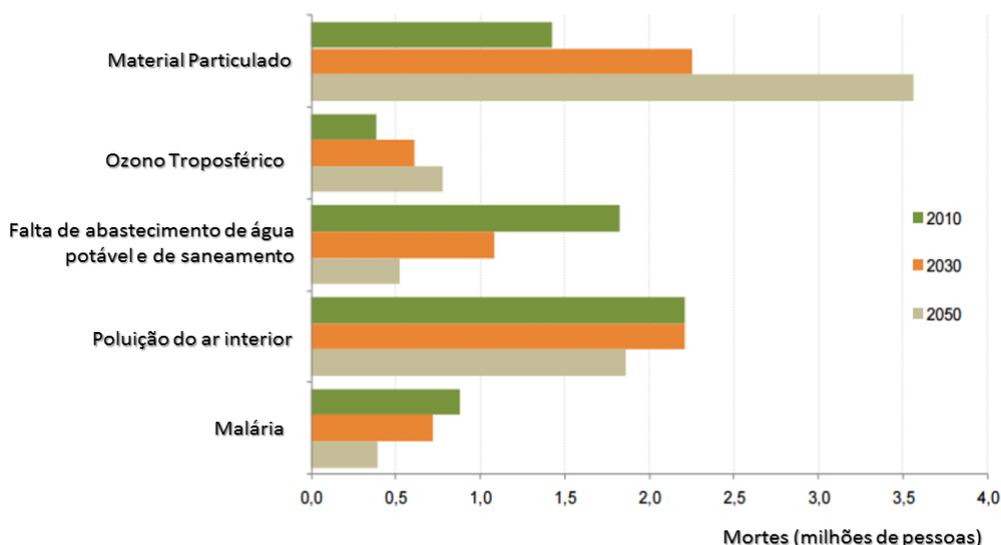
A OMS citada pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) aponta para o facto de a QAI ser reconhecida como um importante fator de risco no que diz respeito à saúde humana, tanto nos países desenvolvidos como nos países em vias de desenvolvimento <sup>(66)</sup>. Do mesmo modo, estudos recentes demonstram a influência que a melhoria da QAI tem na produtividade em locais de trabalho, bem como na aprendizagem em contexto escolar. Em habitações, diminui o risco de sintomas alérgicos e de asma <sup>(67)</sup>.

De acordo com o relatório ambiental divulgado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), a poluição do ar interior no ano de 2030 será uma das principais causas de morte associada a questões ambientais, com cerca de 2,3 milhões de mortes (Figura 3). O relatório prevê ainda que este número diminua para 1,8 milhões em 2050, antecipando a redução do uso de combustíveis sólidos e um aumento global do nível básico de vida <sup>(68)</sup>.

Apesar destas constatações, a atuação da saúde pública sobre a poluição do ar interior tem ficado aquém do desejável, porque continuam a verificar-se muitos problemas evitáveis, decorrentes da exposição a poluentes do ar interior <sup>(51)</sup>.

As tendências globais, tais como as alterações climáticas e o aumento dos custos de energia podem afetar igualmente a QAI <sup>(68)</sup>. Do mesmo modo, as variáveis não-ambientais têm influência na forma como a QAI é percebida e afeta os indivíduos. Género, stress, a carga de trabalho, a satisfação com o trabalho, os antecedentes

persoais e patologias existentes, as relações interpessoais, estado emocional, problemas económicos, desconforto ou insatisfação, entre outros fatores, podem alterar suscetibilidade dos indivíduos a problemas de QAI<sup>(69; 70; 71)</sup>.



**FIGURA 3** - Mortes prematuras globais associadas a riscos ambientais: de 2010 a 2050.  
Adaptado de OCDE, 2012<sup>(68)</sup>

Deste modo, compreende-se que são vários os fatores que concorrem para a definição da QAI, a começar pela qualidade do ar exterior onde o edifício está inserido; bem como as taxas de ingresso e saída do ar, isto é, da ventilação do edifício; as condições meteorológicas (por exemplo, Temperatura, velocidade do vento e pressão atmosférica) e os padrões de comportamento dos ocupantes<sup>(66; 72)</sup>. Assim, a definição QAI inclui a existência e concentração de poluentes, mas também o nível de conforto (Humidade Relativa e Temperatura) e a perceção que cada um faz da qualidade do ar que respira<sup>(73)</sup>.

Esta definição adquire relevância na Síndrome do Edifício Doente, isto é quando se os edifícios são a causa dos problemas de saúde dos seus ocupantes.

### 1.3.1. Síndrome do Edifício Doente (SED)

O termo Síndrome dos Edifícios Doentes (SED), do inglês *Sick Building Syndrome* (SBS), de acordo com a OMS, é usado para descrever ocorrências de desconforto ou

sintomas referenciados pelos ocupantes dos edifícios, sem que uma doença ou causa específica possa ser identificada<sup>(74)</sup>.

A realização de estudos de QAI tem demonstrado que os ocupantes de edifícios com ar interior contaminado apresentam muitas vezes sintomas de letargia ou cansaço, dores de cabeça, tonturas, vômitos, irritação das mucosas dos olhos, sensibilidade a odores, irritação dos olhos ou garganta, congestão nasal, dificuldade de concentração, indisposições físicas e psicológicas, etc.<sup>(52)</sup>.

A SED é assim uma condição, na qual se verifica um conjunto não específico de sintomas, cronologicamente relacionado à QAI da edificação não industrial<sup>(75)</sup>. Para que um edifício seja considerado doente, é necessário que pelo menos 20% de seus ocupantes apresentem sintomas como: irritação das mucosas, efeitos neurotóxicos, sintomas respiratórios e cutâneos e alterações dos sentidos, por no mínimo duas semanas, sendo que estes desaparecem quando o indivíduo se afasta do edifício<sup>(74; 76)</sup>. Admite-se que os principais fatores relacionados à SED são: aerodispersóides como poeira e fibras; bioaerossóis como fungos, bactérias e vírus; contaminantes químicos como COV incluindo o formaldeído; contaminantes gerados pelo metabolismo humano; ventilação inadequada, entre outros<sup>(77)</sup>.

Intrinsecamente à crescente preocupação com a QAI, a SED começou a ser utilizada enquanto designação na década de 70, com a introdução dos edifícios climatizados e isolados do ar exterior<sup>(75)</sup>.

No início da década de 80, os estudos da OMS, descreveram a ligação entre os sintomas característicos da SED e a ventilação mecânica. Um estudo britânico foi mais longe e estabeleceu uma relação entre a existência dos sintomas e o sistema de ar condicionado. Contudo, foi depois dos anos 90 que a SED se tornou num conceito comum na literatura científica. Nesse sentido, em 2003, a *International Society of Indoor Air Quality and Climate* e a *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (ISIAQ-CIB), publicaram os critérios de desempenho para ambientes internos das edificações, correlacionando valores normativos às metas de projeto, execução e manutenção dos mesmos. Segundo estas instituições, a QAI pode diminuir os problemas de saúde e o desconforto dos utilizadores, por meio dos

métodos construtivos, da escolha dos materiais de construção e da gestão da manutenção preventiva dos ambientes internos nos edifícios <sup>(78)</sup>.

Pela sua relevância e prevalência, as doenças relacionadas com a QAI são classificadas pela OMS como SED reconhecidas em dois tipos diferentes <sup>(78; 79)</sup>.

- Edifícios temporariamente doentes

Que compreendem edifícios novos ou de remodelação recente, onde os sintomas findam com o tempo (aproximadamente meio ano), provocando assim, a SED temporária;

- Edifícios permanentemente doentes

Quando os sintomas perduram apesar das medidas adotadas para resolver os problemas. Desta forma a SED é permanente <sup>(80)</sup>.

Atualmente, sintomas relativos à SED não se restringem apenas a ambientes de trabalho, incluindo todos os ambientes interiores não industriais, dos quais se destacam as residências, face à natureza deste estudo <sup>(81)</sup>.

Os efeitos para a saúde decorrentes desta síndrome são difíceis de quantificar clinicamente. Nem todos os indivíduos expostos aos mesmos poluentes do ar ambiente interior sentem o mesmo efeito prejudicial sobre a sua saúde. É ainda desconhecido porque é que o organismo humano reage formas tão distintas e quais são as bases destas desuniformidades <sup>(82)</sup>.

A normalização dos aspetos possíveis de uniformizar constitui um avanço que é procurado por governos de vários países, quando enquadram legalmente esta matéria.

### **1.3.2. Enquadramento normativo e legal**

Existe na comunidade internacional consenso sobre a necessidade de investimento na qualidade do ar, de modo a assegurar a proteção da saúde humana. No entanto, neste âmbito, as estratégias e programas criados têm privilegiado a poluição atmosférica como área de enfoque. A poluição do ar interior, que pode estar a criar riscos acrescidos para a saúde das pessoas, é geralmente desconexa e sujeita apenas ao controlo mínimo <sup>(83)</sup>.

O ambiente de trabalho é onde a regulamentação do ar interior tem sido considerada de forma significativa <sup>(83)</sup> e apesar de nem sempre corretamente ajustadas, é daí que têm sido importadas várias orientações para outros contextos onde o ar interior tem relevância para a saúde. Organizações como a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), a *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), a *Industrial Hygiene, Environmental, Occupational Health* (ACGIH) e a *Health Canada*, têm produzido diretrizes que, na ausência de suporte legal, servem de apoio a atuações no ambiente institucional e residencial.

Outras organizações, como a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) e a *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) têm produzido orientações vocacionadas para QAI, em contextos que não se cingem ao ambiente de trabalho, sendo adotadas por outros países.

A ASHRAE produz documentação que influencia e suporta códigos de construção em matéria de QAI, como por exemplo o dos EUA e do Canadá. Refere-se a título de exemplo, a ASHRAE 62.1-2010 que tem especial enfoque na ventilação <sup>(84)</sup> e que em 2013 foi atualizada para ASHRAE 62.2, com o objetivo de contemplar a ventilação aceitável em habitações <sup>(85)</sup>.

A US-EPA fornece várias publicações como a *“Mold Remediation in Schools and Commercial Buildings”* que estabelece um conjunto de orientações para a limpeza e correção de problemas de humidade em escolas e edifícios comerciais, incluindo medidas destinadas a proteger a saúde dos ocupantes dos edifícios <sup>(86)</sup>. Também a *“Building Air Quality: A Guide for Building Owners and Facility Managers”* contém sugestões práticas sobre prevenção, identificação e resolução de problemas de QAI em edifícios públicos e comerciais <sup>(87)</sup>. A *“The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality”*; a *“Care for Your Air: A Guide to Indoor Air Quality”* e a *“Residential Air Cleaners (Second Edition): A Summary of Available Information*, facultam informação diversa sobre as fontes de poluição do ar em habitações, escritórios e escolas, estratégias corretivas e medidas específicas para reduzir os níveis de poluentes <sup>(61; 88; 89)</sup>.

Contudo, o maior suporte internacional na regulamentação e normalização da QAI tem essencialmente a OMS. Fornece diretrizes e orientações sobre boas práticas,

promove a avaliação dos efeitos na saúde resultantes da poluição do ar e estabelece limites para os níveis de poluentes. A OMS passou a ter um papel mais ativo nesta temática a partir de 1987, mas os últimos anos foram profícuos na produção de documentação<sup>(90)</sup>. Em 2005, efetuou a atualização das orientações sobre a qualidade do ar e desenvolveu diretrizes específicas, tendo editado referências para a matéria particulada em suspensão (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>)<sup>(91)</sup>. Em 2009 publicou *“WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould”* que contém uma súmula sobre as condições que determinam a presença de microrganismos e as medidas de controlo do seu crescimento em habitações e em espaços interiores<sup>(92)</sup>. Em 2010 publicou o documento *“WHO Guidelines for Indoor Air Quality – Selected Pollutants”* que contém os valores de referência de vários poluentes do ar interior<sup>(58)</sup>. Em 2014 disponibilizou o *“Indoor air quality guidelines: household fuel combustion”*, que relaciona a QAI em habitações com a combustão associada ao tipo de combustível doméstico<sup>(56)</sup>. Finalmente, em 2015 publicou o relatório *“Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America”*, que descreve as opções políticas para lidar com o aquecimento residencial através da utilização de madeira e de carvão, na Europa e nos Estados Unidos<sup>(93)</sup>.

O enquadramento normativo definido pela OMS tem servido de suporte a alguns países na construção do seu próprio referencial. No entanto, muitos não têm legislação específica para lidar com os problemas decorrentes do ar interior. Apesar disso, outros inovaram nesta matéria. É o caso da China que, em 2003, implementou a certificação da QAI com a avaliação de parâmetros físico-químicos (Temperatura, Humidade Relativa, velocidade do ar, CO, PM<sub>10</sub>, dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>), O<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>O, COV, radão e bactérias) aplicável em escritórios e espaços públicos<sup>(94)</sup>.

Na Europa, verifica-se também um forte investimento na qualidade do ar exterior, com várias medidas e estratégias desenhadas para diminuir a poluição atmosférica. De tal forma, que em 2013 foi declarado pela Comissão Europeia o ‘Ano do Ar, para chamar a atenção do problema da poluição do ar e para os seus impactos na saúde<sup>(95)</sup>.

É importante reconhecer que melhoria da qualidade do ar exterior é importante para a melhoria QAI, e a sua influência é inquestionável. Por exemplo, se tivermos em conta as responsabilidades quanto ao controlo das emissões de gases de efeito de estufa, assumidas pela União Europeia no âmbito do Protocolo de Quioto, verificamos que esse quadro motivou o consenso europeu sobre a eficiência energética dos edifícios<sup>(96)</sup>.

Em 2004 foi lançado o Plano de Ação Europeu para a Ambiente e a Saúde (2004-2010), que menciona na "ação 12" a intenção de promover a melhoria da qualidade do ar interior<sup>(97)</sup>.

Todavia, apesar destas ações, verifica-se que no contexto europeu o estabelecimento de referenciais para o ar interior, não foi verdadeiramente instituído. De qualquer modo, a ausência de um quadro Europeu para a QAI não impede que cada país possa desenvolver a sua própria legislação. A França possui o *Observatoire de la Qualité de l'air Intérieur*, um organismo que se ocupa especificamente da QAI<sup>(98)</sup>.

Em Portugal, a qualidade do ar segue a tendência do enfoque na poluição do ar exterior. Nessa sequência foi publicado em agosto de 2016 a Resolução do Conselho de Ministros n.º 46/2016, que define a Estratégia Nacional para o Ar (ENAR 2020), que visa dar resposta aos objetivos propostos no Programa Ar Limpo para a Europa e no Compromisso para o Crescimento Verde, em linha com os instrumentos nacionais de política climática<sup>(99)</sup>.

No que concerne ao ar interior, a política nacional de QAI surgiu na sequência da transposição para o direito interno da Diretiva n.º 2002/91/CE, relativa ao desempenho energético dos edifícios, com a publicação em 2006 dos seguintes Decretos-Lei<sup>(96; 100; 101; 102)</sup>:

- Decreto-Lei n.º78/2006, de 4 de abril  
Aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE);
- Decreto-Lei n.º79/2006, de 4 de abril

Aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), que apresentava valores para as concentrações máximas de alguns poluentes químicos presentes no ar interior, como PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>O, COV e microrganismos, aplicáveis essencialmente no licenciamento de edifícios com climatização;

- Decreto-Lei n.º80/2006, de 4 de abril

Aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), reunindo os regulamentos referenciados apenas num só diploma.

Com a publicação da Diretiva n.º 2010/31/UE, relativa ao desempenho energético dos edifícios, o regime estabelecido pela Diretiva n.º 2002/91/CE foi reformulado, reforçando a promoção do desempenho energético nos edifícios, ressaltando as metas e os desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020. Neste contexto, surge o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto <sup>(103; 104)</sup>.

- Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto

Atualmente em vigor, veio substituir os anteriores diplomas legais. Assegura a transposição da diretiva em referência (Diretiva n.º 2010/31/EU), e numa revisão da legislação nacional sistematiza num único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) <sup>(104)</sup>.

Este diploma define a manutenção dos valores mínimos de caudal de ar novo por espaço e dos limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior, de forma a salvaguardar os níveis de proteção de saúde e de bem-estar dos ocupantes dos edifícios. Consagra que passa a privilegiar-se a ventilação natural, em detrimento dos equipamentos de ventilação mecânica, numa ótica de otimização de recursos, de eficiência energética e de redução de custos. Mantém a necessidade de proceder ao controlo das fontes de poluição e à adoção de medidas preventivas, tanto

ao nível da conceção dos edifícios, como do seu funcionamento, para a redução de possíveis riscos para a saúde pública.

Contudo, verifica-se um recuo nas exigências, uma vez que são eliminadas as auditorias de qualidade do ar interior, ficando definida a não obrigatoriedade da certificação da QAI, o que constitui um retrocesso <sup>(104)</sup>.

Para dar cumprimento às alterações impostas pelo Decreto-Lei n.º118/2013, é publicada a Portaria nº353-A/2013, de 4 de Dezembro, referente ao ar interior dos edifícios de comércio e serviços. Na Tabela 1, são apresentados os limiares de proteção para radão, CO<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>O, CO, COV e material particulado (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) <sup>(105)</sup>.

**Tabela 1-** Limiar de proteção e margem de tolerância para os poluentes físico-químicos no ar interior de edifícios de comércio e serviços, no âmbito da Portaria nº353-A/2013, de 4 de Dezembro. Adaptado de APA, 2015 <sup>(106)</sup>

Poluentes	Unidade <sup>a</sup>	Limiar de proteção <sup>b</sup>	Margem de tolerância (MT) <sup>c</sup> [%]
Partículas em suspensão (fração PM <sub>10</sub> )	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	100
Partículas em suspensão (fração PM <sub>2,5</sub> )	[µg/m <sup>3</sup> ]	25	100
Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVT)	[µg/m <sup>3</sup> ]	600	100
Monóxido de Carbono (CO)	[µg/m <sup>3</sup> ]	10	-
	[ppmv]	9	
Formaldeído (CH <sub>2</sub> O)	[mg/m <sup>3</sup> ]	100	-
	[ppmv]	0,08	
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	[mg/m <sup>3</sup> ]	2250	30
	[ppmv]	1250	

<sup>a</sup> as concentrações em µg/m<sup>3</sup> e mg/m<sup>3</sup> referem-se à Temperatura de 20 °C e à pressão de 1 atm (101,325 KPa)  
<sup>b</sup> os limiares de proteção indicados dizem respeito a uma média de 8 horas de exposição  
<sup>c</sup> as margens de tolerância são aplicadas a edifícios existentes e edifícios novos sem sistemas mecânicos de ventilação

Assim, no que toca à QAI em contexto residencial em Portugal, não existe uma legislação específica, deixando ao critério dos ocupantes a garantia da qualidade do ar nas suas habitações. A única imposição normativa relacionada com a QAI da habitação, é referente a uma taxa de renovação de 0,6 renovações por hora, mencionada no

antigo Decreto-Lei n.º80/2006. Na atual legislação, o cálculo horário da taxa de renovação de ar, é baseado no método que satisfaça os requisitos da norma EN 15242 para edifícios de comércio e serviços<sup>(101; 104; 105)</sup>. Embora o suporte normativo e legal vise a mitigação do impacto dos poluentes na saúde das pessoas, reconhece-se que não responde a muitas das necessidades sentidas em QAI.

Nessa sequência, o aumento do conhecimento vem promover uma melhoria e influenciar as práticas que tendencialmente se normalizam, dando condições ao legislador para as enquadrar legalmente. Deste modo, é fundamental uma abordagem aos fatores que influenciam o ar interior em contexto residencial.

### **1.3.3. Principais fatores que influenciam a QAI residencial**

Como foi amplamente referido, os edifícios podem constituir risco para a saúde dos seus ocupantes. Este risco está associado à existência de fontes de poluição que embora tenham múltiplos contribuintes, estão essencialmente relacionadas com as características do próprio edifício, com as características da sua ocupação e com as características associadas à sua utilização<sup>(52)</sup>.

Para não incorrer em generalizações precipitadas, e atendendo ao contexto do presente estudo, optou-se por explanar nesta seção os principais fatores na exposição das crianças em contexto residencial, tendo-se privilegiado o enquadramento das habitações portuguesas. Deste modo, consideraram-se três aspetos fundamentais<sup>(52)</sup>:

- Ventilação
- Conforto Térmico
- Poluentes do ar interior

#### **1.3.3.1. Ventilação**

Segundo Gonçalves Ferreira, “a ventilação é fator de grande significado higiénico, pelo efeito que o ar circundante exerce na saúde e bem-estar das pessoas dentro de compartimentos domésticos ou outros locais fechados. A ventilação

inadequada origina desconforto físico por temperatura elevada ou baixa, humidade relativa elevada, correntes de ar desagradáveis, e persistência dos cheiros que se formam nos locais pela presença de número excessivo de pessoas, pela ação da humidade sobre os materiais, etc.”<sup>(107)</sup>. Consequentemente, a finalidade da ventilação é a manutenção da pureza da atmosfera, assegurando a remoção de ar saturado com a concomitante entrada de ar novo proveniente do exterior, que pode ocorrer de forma natural ou mecânica<sup>(107; 108)</sup>.

A ventilação natural é o método mais antigo de higiene e conforto térmico dos espaços interiores, uma vez que garante a remoção de poluentes e odores e fornece ar novo através da recirculação. Concretiza-se com base na difusão dos gases (ar) pelas mudanças de pressão, variações de temperatura e efeito do vento. Porquanto, compreende o arejamento intermitente, realizado pela abertura de janelas, bandeiras das janelas e portas; ou através de aberturas nas paredes, por intermédio de grelhas autorreguláveis ou ainda através de aberturas ligadas a chaminés<sup>(107; 109; 110)</sup>.

Ao serem projetadas, as aberturas para a ventilação dos edifícios devem estar dimensionadas e posicionadas de modo a proporcionar um fluxo de ar adequado ao recinto e assegurar que o ar circula dos espaços principais para os espaços de serviço e sai. Salvaguardados esses pressupostos, a abertura intermitente das janelas é suficiente para garantir renovações de ar aceitáveis, principalmente no caso de climas como o de Portugal<sup>(110; 111)</sup>.

De acordo com Stavrakakis *et al* “o custo energético de um edifício ventilado naturalmente é normalmente 40% menor do que de um edifício climatizado”. O que significa que a ventilação natural pode ser vista como uma alternativa económica, porque além de higiénica é financeiramente viável<sup>(112)</sup>.

A ventilação mecânica ocorre com recurso a dispositivos mecânicos (ventiladores, extratores, exaustores, etc.) que provocam um gradiente de pressões que realizam a insuflação/extração de ar através de uma rede de condutas. São-lhe reconhecidas vantagens, como a capacidade de regulação e imposição de caudais de ar constantes, independentemente das ações e dos seus utilizadores; bem como a

possibilidade de regulação da temperatura interior e humidade, evitando patologias no edifício. Contudo, as condutas têm normalmente dimensões inferiores às da ventilação natural e as ações de manutenção de higiene da rede de condutas são habitualmente descuradas, fazendo com que esta alternativa seja pouco salubre, o que se traduz em riscos para a saúde dos ocupantes dos edifícios. Acresce, que esta forma de ventilação comporta elevados custos energéticos, que sumariados às restantes desvantagens, a torna preterida à ventilação natural <sup>(112; 113)</sup>.

Os efeitos destas estratégias de ventilação têm repercussões na QAI e consequentemente na saúde respiratória das crianças. As evidências vêm demonstrar que os espaços ventilados naturalmente apresentam melhores taxas de ventilação que os ventilados de modo mecânico. Consequentemente as crianças que se encontram em espaços ventilados naturalmente têm menor prevalência de asma, alergia e sintomas de doença respiratória, enquanto o risco de rinite é significativamente maior em crianças expostas à ventilação mecânica. Estes dados indicam que os espaços de maior frequência/permanência de crianças devem ser preferencialmente ventilados de forma natural <sup>(113)</sup>.

De qualquer modo, independentemente do modelo de ventilação, o importante é assegurar que a ventilação ocorre de modo eficaz, uma vez que, embora a investigação nesta área ainda esteja escassa, é seguro afirmar que a exposição de crianças a ambientes com reduzidas taxas de ventilação, se traduz em sintomas de doença respiratória, tais como sibilância e outros sintomas de asma, risco de obstrução brônquica e todos os outros riscos por vezes indiretos, como a humidade que se reflete no edifício, que possam resultar da ineficaz remoção de poluentes <sup>(114)</sup>.

### **1.3.3.2. Conforto térmico**

O conforto térmico é definido como um estado de espírito, no qual a pessoa sente satisfação com o ambiente térmico. A ideia de conforto está relacionada com o equilíbrio térmico que deve existir, entre os ganhos de calor devido ao metabolismo do corpo e as perdas de calor cedido para o ambiente, como resultado da atividade do

indivíduo<sup>(80; 115)</sup>. Neste conceito, impõem-se as necessidades específicas de cada pessoa, dependendo do nível de atividade que desenvolve, as características da roupa que veste, a idade e fisiologia<sup>(80)</sup>.

Deste modo, na construção e funcionamento da habitação é conveniente evitar fatores que favoreçam excessiva radiação solar através das janelas, de luzes ou divisórias de vidro; mudanças bruscas de Temperatura; correntes de ar; irradiação irritante e odores desagradáveis<sup>(80; 107)</sup>.

A resposta humana às condições de conforto térmico depende essencialmente de sete variáveis: temperatura do ar, velocidade do ar, humidade relativa, temperatura radiante (temperatura de superfícies, tais como janelas), isolamento proporcionado pela roupa do indivíduo (medida em clo), atividade física e o tempo (meteorologia). A manutenção do conforto térmico implica assim um equilíbrio complexo, onde o corpo humano tenta manter uma Temperatura média constante, sob condições normais de descanso entre 36,1 °C e 37,2 °C<sup>(116)</sup>.

As inevitáveis variações individuais no padrão de conforto dão relevância à forma como é percecionado, o que levou à criação de modelos para a sua avaliação, como por exemplo o modelo de Fanger, que se tornou uma das principais ferramentas de avaliação do conforto térmico. Através do conceito de voto médio estimado (*Predicted Mean Vote* - PMV), tornou-se o modelo internacionalmente aceite para fornecer um índice de conforto térmico e para descrever a perceção térmica média dos ocupantes do edifício, tendo sido adotado para normas e orientações, como por exemplo, ISO 7730, ASHRAE 55 e CEN CR 1752<sup>(117)</sup>.

No entanto, o modelo PMV de Fanger refere com clareza o seu âmbito de aplicação – cinge-se a adultos saudáveis e não pode, sem correções, ser aplicado a deficientes, idosos e crianças<sup>(117)</sup>.

Essa constatação é reforçada por estudos como o realizado a 119 crianças com idades entre 4 e 6 anos em Seoul na Coreia do Sul, cujos autores demonstraram que os modelos de conforto térmico propostos pela ISO 7730 e pela EN 15251 necessitam de alterações quando aplicados a crianças. O que parece ser compreensível, uma vez que

as crianças têm uma percepção térmica diferente da dos adultos, devido sobretudo à sua maior taxa de metabolismo e à sua limitada capacidade adaptativa <sup>(118; 119)</sup>.

O desconforto térmico interfere na qualidade de vida das crianças e os estudos realizados em escolas demonstram que, o desempenho da aprendizagem diminui com o aumento da percentagem de crianças insatisfeitas relativamente à qualidade do ar interior e ambiente térmico. Do mesmo modo, verificou-se que corrigir a Temperatura no interior de uma escola para uma Temperatura aceitável, provoca uma melhoria significativa no desempenho dos alunos na realização de diversas atividades, como a leitura e a matemática <sup>(120; 121)</sup>.

Quando os indivíduos avaliados são crianças, existe a necessidade de alterar a taxa de metabolismo, aplicando para isso, um fator de correção a considerar. Esse fator de correção ainda é estudado, não existindo consenso nos diversos estudos realizados até agora <sup>(122)</sup>.

### **1.3.3.3. Poluentes do ar interior**

Quando se abordam os poluentes do ar no interior, associados aos ambientes onde as crianças estão inseridas, constata-se que existem grandes diferenças entre os países em desenvolvimento e os países industrializados, que vão do uso de combustíveis sólidos no primeiro caso, aos "produtos químicos" e "novas substâncias" por exemplo, formaldeído, inseticidas e ftalatos no segundo. O fumo do tabaco passivo é um problema comum a ambos os casos. As crianças em áreas urbanas passam mais tempo dentro de casa, o que significa que a sua exposição é superior <sup>(13)</sup>.

A QAI também difere entre as áreas rurais e urbanas devido às diferentes economias e estilos de vida. Por exemplo, poeiras e partículas orgânicas são mais comuns em áreas e limites agrícolas e a contaminação por fungos e ácaros em habitações urbanas, sem ventilação e fechadas.

As condições climáticas também interferem pelo seu impacto na arquitetura, materiais de construção utilizados, estrutura, distribuição e características dos compartimentos e particularmente na ventilação da habitação <sup>(13)</sup>.

Face a tais considerações, houve a necessidade de limitar a abordagem dos numerosos poluentes do ar interior que podem constituir risco para a saúde das crianças, enquadrando-os com o presente estudo. Assim, destacam-se os considerados pela legislação Portuguesa em conformidade com o enquadramento Europeu: Partículas em Suspensão no Ar, o Dióxido de Carbono, o Monóxido de Carbono, o Ozono, os Microrganismos, o Radão e, o principal foco deste estudo - os Compostos Orgânicos Voláteis<sup>(100; 102)</sup>. O conhecimento adquirido acerca destes poluentes mostra que podem agir individualmente ou em combinação<sup>(123)</sup>.

De seguida, são apresentados os referidos poluentes, exceção feita aos compostos orgânicos voláteis que, por serem o foco deste estudo, serão abordados em capítulo próprio.

#### **1.3.3.3.1. Partículas em suspensão no ar**

As partículas em suspensão no ar são uma mistura complexa, cujos constituintes variam de tamanho, forma, densidade, área superficial, e composição química. Habitualmente são definidas como matéria sólida - poeira, fumo e microrganismos ou como matéria líquida - substâncias no estado de vapor. As fibras, sintéticas ou naturais também são classificadas como partículas<sup>(66; 124)</sup>.

#### **Fontes e formas de exposição**

As partículas presentes em edifícios são provenientes tanto do exterior, entrando no edifício por infiltração natural e pelas entradas de ar; como do interior, através de sistemas de ventilação mecânicos, materiais isolantes empregues nas tubagens e condutas, etc.<sup>(66; 124)</sup>.

#### **Efeitos na saúde**

Por serem facilmente inaláveis, as partículas ou aerossóis que constituem preocupação para a saúde humana, encontram-se numa gama de tamanhos de 0,1 a 10 µm. Dentro dessa gama, têm a capacidade de chegar à região torácica sendo

responsáveis por efeitos adversos na saúde. Acima desse tamanho (10  $\mu\text{m}$ ), as partículas representam menor perigosidade porque são filtradas através dos mecanismos mucociliares do trato respiratório superior <sup>(66; 124)</sup>.

A inalação de partículas em excesso pode causar reações alérgicas, tais como olhos secos, irritação no nariz e pele, tosse, espirros e dificuldades respiratórias <sup>(66; 124)</sup>. Os efeitos da exposição às partículas do fumo do tabaco têm maior expressão em grupos sensíveis, como pessoas idosas e crianças e vão desde dores de cabeça, irritação de curta duração nos olhos, nariz e garganta; às doenças do foro respiratório e do coração <sup>(66; 124)</sup>.

### **Valores de referência**

De acordo com a APA, “nos edifícios de serviços a concentração média de partículas encontrada em ambientes de não fumadores é de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , enquanto nas áreas de fumadores pode ir dos 30 aos 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ” <sup>(66)</sup>.

De modo a reduzir os sintomas associados à exposição de partículas, a ASHRAE Standard 62-1989 adotou o valor limite de PM<sub>10</sub>, da US-EPA de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para médias anuais e de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para médias de exposição de 24 horas <sup>(66)</sup>.

#### **1.3.3.3.2. Dióxido de carbono**

O dióxido de carbono é um gás incolor e inodoro, que integra a constituição química da atmosfera (330-350 ppm). Tem diversas aplicações, sendo frequentemente utilizado no congelamento e refrigeração de alimentos, na gaseificação de bebidas, em equipamentos de prevenção e extinção de incêndios e em outros elementos da indústria química <sup>(125)</sup>.

#### **Fontes e formas de exposição**

No ar interior é gerado principalmente através do metabolismo humano e as suas concentrações variam de acordo com o local, ocorrência e hora, tendendo a aumentar durante o dia <sup>(125)</sup>.

O dióxido de carbono é vulgarmente considerado um indicador de QAI, uma vez que a sua concentração pode, sob determinadas circunstâncias, dar uma boa indicação da taxa de ventilação. A premissa é a de que se o Sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) não está a remover o dióxido de carbono, então os outros poluentes estão provavelmente a acumular na mesma proporção <sup>(125)</sup>.

### **Efeitos na saúde**

As concentrações elevadas de CO<sub>2</sub> podem causar vasoconstrição e resultar numa diminuição da capacidade de arrefecimento do sangue no seu processo circulatório normal, originando alterações na resposta humana ao ambiente térmico. Vários estudos indicam associações entre a elevada concentração de CO<sub>2</sub> e a diminuição da capacidade de trabalho <sup>(126; 127)</sup>.

Em crianças expostas a níveis elevados de CO<sub>2</sub> no ar interior, foi encontrada associação com a falta de concentração e com a diminuição do rendimento escolar <sup>(127; 128)</sup>.

### **Valores de referência**

Os níveis típicos encontrados num no espaço em avaliação variam entre 600 e 800 ppm. O ASHRAE Standard 62-1989, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, recomenda uma taxa mínima de ventilação de 10 L/s por pessoa para assegurar uma boa QAI em ambientes ocupacionais <sup>(66)</sup>.

#### **1.3.3.3.3. Monóxido de carbono**

O monóxido de carbono é um gás incolor, inodoro e tóxico. É um produto da combustão incompleta. Para além de ser um poluente, é utilizado na indústria para produzir compostos tais como, policetona, anidrido acético, policarbonatos e ácido acético <sup>(58; 129)</sup>.

### **Fontes e formas de exposição**

A inalação é a única via de exposição exógena para o monóxido de carbono.

As emissões antropogénicas são responsáveis por cerca de dois terços do monóxido de carbono na atmosfera e as emissões naturais representam o terço restante. A fonte antropogénica que mais contribui para a produção de monóxido de carbono é o tubo de escape de automóveis <sup>(58; 129)</sup>.

Nos ambientes interiores, as diversas fontes de combustão existentes, (garagens, cozinhas, sistemas de aquecimento de águas, etc.) estão em geral ligadas entre si por corredores, escadas comuns, plataformas de carga, etc., ou têm vias de comunicação através do sistema de ventilação de ar, levando ao transporte e circulação deste poluente através destes espaços. As entradas de ar localizadas ao nível do piso da rua, ou adjacentes a fontes de combustão, também podem transportar monóxido de carbono para o interior <sup>(58; 66; 129)</sup>.

Os produtos de combustão, como fogões a gás ou os que utilizam madeira, braseiras, geradores e outros aparelhos com gasolina, podem igualmente constituir fontes internas. A exposição pode também ocorrer no interior de veículos, como carros e barcos, ou através de pequenos motores a gasolina por exemplo, compressores ou mangueiras de pressão. Assim, a poluição por monóxido de carbono ocorre essencialmente quando os gases de combustão não são devidamente ventilados para o exterior ou quando se dá o retorno desses gases para o interior <sup>(58; 66; 129)</sup>.

O fumo do tabaco também contribui para níveis de monóxido de carbono dentro de casa <sup>(58; 66; 129)</sup>.

### **Efeitos na saúde**

O monóxido de carbono é extremamente tóxico. Como já foi referido, entra no corpo por inalação e é difundido através da membrana alveolar praticamente com a mesma velocidade e facilidade que o oxigénio. O monóxido de carbono é primeiro dissolvido no sangue, mas é rapidamente ligado à hemoglobina para formar carboxihemoglobina (COHb). Assim, o monóxido de carbono concorre com o oxigénio para os locais de ligação de hemoglobina. Ao contrário do oxigénio que é rápida e

facilmente dissociado, o monóxido de carbono permanece ligado por muito mais tempo. Desta forma, a COHb continua a aumentar com a exposição contínua, deixando progressivamente menos hemoglobina disponível para transportar o oxigénio. O resultado é a hipoxemia arterial <sup>(58; 66; 129)</sup>.

Em níveis elevados, os sintomas de exposição incluem, cefaleias, diminuição da atenção, concentração e raciocínio; sintomas análogos aos da gripe; náuseas; fadiga; respiração acelerada; dor no peito e confusão. O grau de gravidade que estes sintomas adquirem depende do estado de saúde e da sensibilidade individual da pessoa exposta, logo as respostas específicas a uma dada concentração variam de indivíduo para indivíduo <sup>(58; 66; 129)</sup>.

Em crianças e asmáticos, a evidência demonstra que podem ser mais suscetíveis a complicações respiratórias associadas à exposição ao monóxido de carbono <sup>(58; 66; 129)</sup>. Durante a gravidez, a inalação de altos níveis de monóxido de carbono pode causar aborto, enquanto a inalação de níveis baixos pode retardar o desenvolvimento mental da criança <sup>(58; 66; 129)</sup>.

### **Valores de referência**

A ASHRAE Standard 62-1989 assume um valor limite de exposição, para uma média de 8 horas, que não deve exceder os 9 ppm (10 mg/m<sup>3</sup>). Salienta ainda, que valores acima dos 5 ppm indicam a presença indesejável de poluentes de combustão <sup>(66; 129)</sup>.

Considerando a importância da exposição crónica ao monóxido de carbono, é necessária uma orientação para lidar com uma exposição ao longo de 24 horas, em vez do período de 8 horas usadas nas orientações agudas e ocupacionais. Os últimos estudos sugerem que o nível adequado para o monóxido de carbono, deve ser abaixo da referência estabelecida para as 8 horas, apontando possivelmente para 4,6-5,8 mg/m<sup>3</sup>. A relevância deste pressuposto é inquestionável se tivermos em conta que o tempo de exposição é três vezes mais longo <sup>(58)</sup>.

#### **1.3.3.3.4. Ozono**

O ozono é um gás instável que ocorre naturalmente no ambiente formando-se na estratosfera através da ação dos raios ultravioleta. A sua concentração varia com a altitude e latitude. Este gás é extremamente oxidante e reativo, sendo um poluente perigoso para a saúde, quando presente na troposfera em excesso <sup>(66)</sup>.

##### **Fontes e formas de exposição**

O ozono exterior é a maior fonte de ozono interior. No entanto, existem fontes interiores de ozono que podem produzir elevadas concentrações de ozono interior: geradores de ozono, purificadores de ar electrostáticos, fotocopiadoras, e impressoras a laser, etc. <sup>(66; 91)</sup>.

Os níveis exteriores são geralmente mais elevados nos dias quentes de verão e tendem a atingir o seu pico no final da tarde. Geralmente é seguro estar no interior, em dias de grandes concentrações de ozono exteriores, a não ser que exista um equipamento gerador de ozono no interior <sup>(66; 91; 130)</sup>.

As concentrações de ozono nos espaços interiores podem variar significativamente, entre 10% a 80% dos níveis do exterior. Esta variação é causada por diversos fatores tais como, infiltração de ar, insuflação pelos sistemas AVAC, a circulação do ar interior, composição das superfícies interiores, por exemplo tapetes, tecidos, mobília, etc. e por reações com outros componentes do ar interior. Nas situações em que existe uma fonte de ozono no interior as concentrações de ozono podem variar entre os 0,12 e os 0,80 ppm <sup>(66; 130)</sup>.

##### **Efeitos na saúde**

Em concentrações normais as reações do ozono com determinadas moléculas orgânicas encontradas em ambientes interiores, podem gerar produtos com um tempo de vida curto que são altamente irritantes e que podem ter toxicidade crónica ou ser cancerígenos <sup>(66; 130)</sup>.

Quantidades relativamente pequenas podem causar dores no tórax, tosse, respiração acelerada e irritação na garganta <sup>(66)</sup>.

O ozono pode também complicar doenças respiratórias crónicas, tais como a asma, gerar dificuldades em pessoas com complicações respiratórias e, em pessoas saudáveis, comprometer a capacidade de combate a infeções respiratórias <sup>(66)</sup>.

Em crianças, a exposição provoca uma diminuição da função respiratória que é agravada nas que têm asma <sup>(131)</sup>.

### **Valores de referência**

Em estudos epidemiológicos realizados em populações urbanas expostas ao ozono, foram observados sintomas de irritação nas membranas mucosas do olho e do trato respiratório superior a quando da exposição a níveis a partir de 0,2 mg/m<sup>3</sup> (média por hora). Eventualmente com base nesta evidência, o Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de abril estabeleceu como concentração máxima de referência, para a exposição ao ozono no interior, o valor de 0,2 mg/m<sup>3</sup> (0,10 ppm) <sup>(91; 100; 132)</sup>.

Em crianças e adultos jovens foram observadas diminuições transitórias na função pulmonar por exposição a níveis de ozono mais baixos, de 0,12 mg/m<sup>3</sup> (média por hora) <sup>(91; 132)</sup>.

### **1.3.3.3.5. Microrganismos**

Vários tipos de microrganismos são relevantes no contexto da QAI, sobretudo fungos e bactérias, mas também de vírus e protozoários <sup>(66)</sup>. Estes microrganismos podem estar presentes em bioaerossóis, os quais podem ser inalados e provocar efeitos nefastos para a saúde.

### **Fontes e formas de exposição**

A avaliação microbiológica em edifícios é recente, tendo iniciado por volta dos anos cinquenta, quando as infeções nosocomiais se tornaram comuns. Uma das causas

dessas infeções foi associada à propagação de esporos fúngicos pelos sistemas de ventilação<sup>(131)</sup>.

De acordo com a APA “os principais fatores que favorecem a proliferação de microrganismos no ar interior são um nível de humidade elevado, a ventilação reduzida, a disponibilidade de nutrientes, a Temperatura adequada ao seu desenvolvimento e a existência de fontes de contaminação interiores (sistemas AVAC que incluam condensação de água ou possuam água no seu processo de funcionamento, materiais de construção e de decoração, infiltrações de água, ocupantes do espaço) e exteriores (tomadas de ar)”<sup>(66)</sup>.

A maioria das bactérias existentes no ar de edifícios é proveniente da pele e trato respiratório humano. Os fungos podem produzir COV (característico cheiro a bolor) que são libertados durante um período de crescimento rápido e de elevada atividade<sup>(66)</sup>.

Torres de arrefecimento, condensadores de evaporação e sistemas de água quente podem ser zonas de desenvolvimento de *Legionella*, que é disseminada no ar por aerossóis<sup>(66)</sup>.

### **Efeitos na saúde**

Os problemas que ocorrem com maior frequência dizem respeito a efeitos irritantes (olhos, nariz e pele), a reações alérgicas (asma e rinite), a infeções (tuberculose, doença do Legionário e outras pneumonias) e a reações tóxicas (micotoxinas)<sup>(66)</sup>.

### **Valores de referência**

Segundo vários autores, a concentração total de bactérias viáveis em ambientes fechados pode variar entre  $10^1$  e  $10^3$  Unidades Formadoras de Colónias por  $m^3$  (UFC/ $m^3$ ). Estas concentrações estão relacionadas com o grau de ocupação do edifício e a eficiência da sua ventilação. A literatura não fornece concentrações de referência para ambientes fechados com problemas de humidade, nem estabelece comparações para o caso de ambientes não húmidos.<sup>(92)</sup>

O Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de abril estabeleceu como concentração máxima de referência para a exposição a bactérias e fungos 500 UFC/m<sup>3</sup> e para *Legionella* 100 UFC/L<sup>(100)</sup>.

#### **1.3.3.3.6. Radão**

O gás radão é radioativo e é continuamente produzido pelo decaimento natural do urânio que se encontra em quase todos os solos, água e ar. Nas regiões onde os solos ou rochas são ricos em urânio, ocorrem níveis particularmente elevados de radão<sup>(66)</sup>.

#### **Fontes e formas de exposição**

Dado que o radão é um gás, a fração que se produz no solo pode entrar nos edifícios através de rachas nas fundações, afrouxamento das penetrações dos canos, abertura de fossas/reservatórios, etc., e, acumular-se em áreas mal ventiladas. Durante as estações frias quando as janelas estão fechadas e o aquecimento ligado, a diferença de Temperatura entre o interior e o exterior das habitações causa um efeito de escoamento térmico. O ar quente sobe e cria uma diferença de pressão nas partes inferiores, originando um efeito de sucção que puxa o radão do solo para o edifício. Os níveis de radão no exterior são relativamente baixos, no entanto, quando o radão entra numa casa este pode subir para níveis que representam riscos significativos para a saúde dos ocupantes<sup>(66)</sup>.

Portugal tem um elevado potencial de exposição ao radão no interior dos edifícios por possuir regiões uraníferas<sup>(133)</sup>.

#### **Efeitos na saúde**

Este gás está classificado pela US-EPA como um cancerígeno do Grupo A, ou seja, existe evidência da associação causal deste agente com a ocorrência de cancro em humanos. De facto, nos últimos anos, foram vários os estudos epidemiológicos realizados em Países Europeus e Norte-Americanos, a demonstrarem que a exposição

prolongada ao gás radioativo radão é responsável por uma parte importante dos casos de cancro do pulmão e que este risco aumenta, quando combinado com a exposição ao fumo de tabaco. <sup>(66; 133)</sup>.

O radão é igualmente preocupante pelos seus subprodutos, que resultam do processo de decaimento radioativo em que são geradas novas partículas tais como, polónio (Po-218 e Po-214), chumbo radioativo (Pb-214 e Pb-210) e bismuto (Bi-214). Também chamados de partículas filhas, estes produtos de decaimento são sólidos, ao contrário do gás radão e encontram-se ligados a pequenas outras partículas de pó no ar interior. O problema coloca-se pelo facto das partículas filhas, também radioativas, emitirem partículas alfa que são absorvidas nos tecidos pulmonares próximos <sup>(66)</sup>.

As crianças, cujas dimensões dos pulmões e vias aéreas são menores do que os adultos e que têm uma taxa respiratória mais elevada, podem estar expostas a doses mais elevadas de radiação nos pulmões do que os adultos. No entanto, as informações sobre crianças que trabalham em minas na China, não sugerem maior suscetibilidade que os adultos aos efeitos da exposição ao radão <sup>(134)</sup>.

### **Valores de referência**

Para os valores de referência no interior dos edifícios, é necessário ter em conta os seus contribuintes, por exemplo, uma água de torneira com uma concentração de radão de 1000 Becquerel por litro (Bq/L) contribui com 100 a 200 Bq/m<sup>3</sup> para o radão no ar do interior da casa <sup>(133)</sup>.

Em Portugal os limites adotados ficaram consagrados no Decreto-lei n.º 79/2006 de 4 de abril e são consentâneos com a recomendação da União Europeia, de 200 Bq/m<sup>3</sup>, como máximo tolerado para as novas construções e de 400 Bq/m<sup>3</sup> para as construções já existentes <sup>(100; 133)</sup>.

## 1.4 Compostos Orgânicos Voláteis (COV)

Apesar da importância dos vários poluentes para a QAI, destacamos aqui os compostos orgânicos voláteis por constituírem o foco desta investigação.

O termo “composto orgânico” cobre todos os compostos químicos que contêm átomos de carbono e de hidrogénio. Os COV são os compostos orgânicos que têm pontos de ebulição na gama de 50-250 °C. Existem provavelmente vários milhares de químicos, sintéticos e naturais, que podem ser chamados de COV. Destes, mais de 900 foram identificados no ar interior, com mais de 250 registados em concentrações superiores a 1 ppb<sup>(51; 66)</sup>.

Dada a existência de uma grande quantidade de COV no ar interior, estes são agrupáveis em várias classes. A divisão pode ser feita de acordo com as suas características químicas (alcanos, aromáticos, aldeídos, etc.), as suas propriedades físicas (ponto de ebulição, pressão de vapor, número de átomos de carbonos, etc.), ou os seus potenciais riscos para a saúde (irritantes, neurotóxicos, cancerígenos, etc.)<sup>(66)</sup>.

**TABELA 2** – Classificação dos Poluentes Orgânicos em espaços interiores.

Adaptado de OMS, 1989<sup>(135)</sup>

Categoria	Descrição	Abreviatura	Gama de ponto de ebulição °C*	Meio de amostragem geralmente usado nos estudos de campo
1	Compostos orgânicos muito voláteis (gasosos)	COMV	<0 a 50- 100	Recolha em Canisters; adsorção em meio sólido
2	Compostos orgânicos voláteis	COV	50-100 a 240-260	Recolha em Canisters, por adsorção em meio sólido
3	Compostos orgânicos semivoláteis	COSV	240-260 a 380-400	Adsorção em espuma de poliuretano ou XAD-2
4	Compostos orgânicos associados a matéria particulada ou a matéria orgânica particulada	MOP	>380	Recolha em filtros

De acordo com a classificação do grupo de trabalho da OMS para os poluentes orgânicos do ar interior, tornou-se prática dividir os COV de acordo com as gamas de ponto de ebulição e a discriminação entre Compostos Orgânicos Muito Voláteis

(COMV), Compostos Orgânicos Voláteis (COV), Compostos Orgânicos Semivoláteis (COSV) e COV associados a Matéria Orgânica Particulada MOP (Tabela 2)<sup>(135)</sup>.

#### 1.4.1 Fontes e formas de exposição

Os COV adquirem enorme protagonismo na classe dos poluentes pela sua extensa presença no ar interior. Devido à imensidão de possíveis fontes de contaminação, praticamente não existem ambientes interiores sem COV<sup>(136)</sup>.

Apesar de terem muitas vezes origem no exterior, principalmente associados ao tráfego em áreas urbanas, são vários os estudos que mostram que os COV são normalmente mais elevados dentro de casa, do que ao ar livre e que os materiais de características de construção influenciam as suas concentrações. A contribuição das fontes internas é significativa e está relacionada a vários produtos de consumo e ao fumo de tabaco<sup>(137; 138; 139)</sup>.

Os COV estão presentes em materiais de construção e de decoração (tintas, plásticos, mobiliário, tapetes, etc.), podem resultar de diversas atividades humanas (tabagismo, desodorizantes, ambientadores, detergentes, soluções de limpeza em aerossol etc.) ou ter proveniência no ar exterior<sup>(140; 141; 142; 143)</sup>.

A Tabela 3 apresenta os principais COV, bem como as fontes comumente associadas.

Os COV mais associados ao uso de produtos de consumo incluem habitualmente o *p*-diclorobenzeno (anti-traça, purificadores de ar, desodorizantes de casa de banho), clorofórmio (na canalização, como subproduto do processo de cloração da água para consumo), e as fragrâncias  $\alpha$ -e  $\beta$ -pineno e d-limoneno (produtos de limpeza e purificadores de ambiente). A presença do benzeno e estireno foi encontrada em níveis elevados, especialmente em casas de fumadores<sup>(144; 145; 146)</sup>.

A este propósito, considera-se relevante referir um estudo realizado em 2013 na população do Canadá, para analisar a prevalência de BTEX em contexto residencial

<sup>(147)</sup>. BTEX é o acrônimo de Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e dos xilenos, *o*-xileno, *m*-xileno e *p*-xileno. Estes constituem um grupo de compostos orgânicos voláteis que se originam de fontes semelhantes, cujas implicações na saúde, resultantes da exposição aos mesmos, são reconhecidas como potencialmente negativas <sup>(148)</sup>. O estudo identificou como preditores da prevalência de BTEX em residências, a existência de garagem na propriedade, fumar regularmente em casa, remodelações no último mês, o número de ocupantes, o uso de removedores de tinta e o uso de fragrâncias <sup>(147)</sup>.

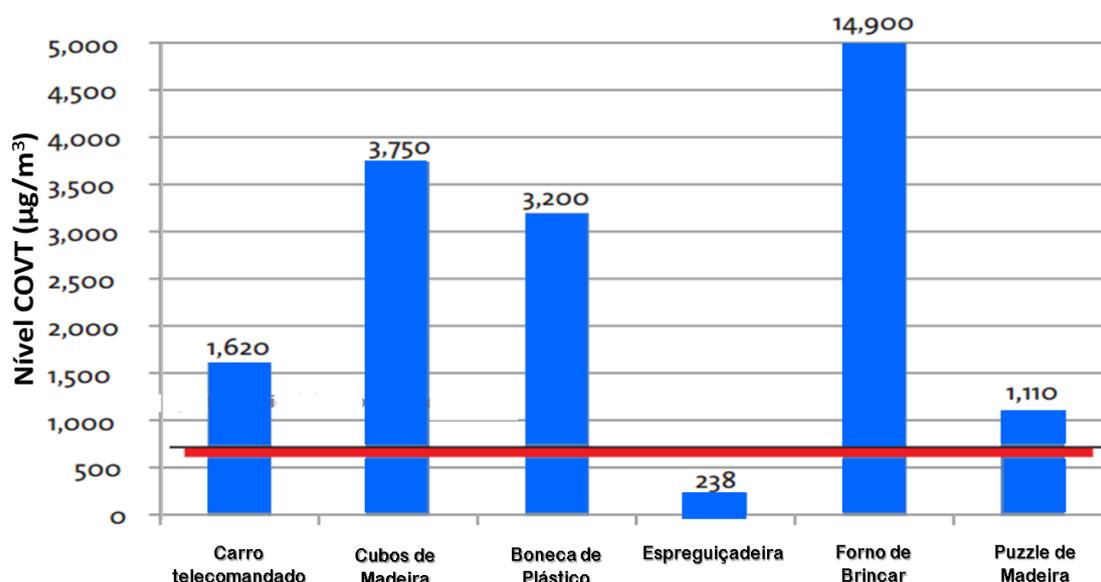
**TABELA 3** - COV normalmente encontrados e as suas principais fontes.

Adaptado de OMS citada por APA, 2010 <sup>(66)</sup>

COV	Fonte
Acetona	Tintas, revestimentos, acabamentos, solvente de tintas, diluente, calafetagem
Hidrocarbonetos alifáticos (octano, decano, <i>n</i> -decano, hexano)	Tintas, adesivos, gasolina, fontes de combustão, fotocopiadoras com processo líquido, carpetes, linóleo, componentes de calafetagem.
Hidrocarbonetos aromáticos (tolueno, xileno, etilbenzeno, benzeno) Solventes clorados	Fontes de combustão, tintas, adesivos, gasolina, linóleo, revestimento da parede Artigos de limpeza ou de proteção de tapeçarias e carpetes, tintas, solvente de tintas, fluido de correção, roupas limpas a seco
Acetato de <i>n</i> -butilo	Telha acústica do teto, linóleo, compostos de calafetagem
Diclorobenzeno	Carpetes, cristais de naftalina, refrescante de ar
4-fenil-ciclohexano (4-PC)	Carpetes, tintas
Terpenos (limoneno, $\alpha$ -pineno)	Desodorizantes, agentes de limpeza, polidores, tecido/decoração, tecido/decoração, emoliente, cigarros

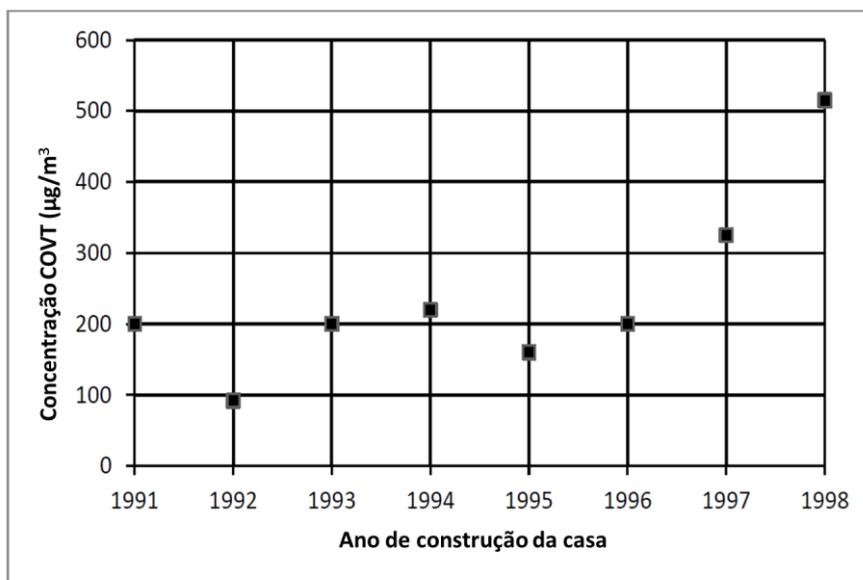
No contexto de exposição infantil existem outras fontes que podem ser significativas. Exemplo disso foi um estudo encomendado em 2012 à *Underwriters Laboratories* (UL) nos Estados Unidos, para verificar a emissão de COV a partir de brinquedos infantis e outros produtos juvenis. Os brinquedos foram testados em câmaras ambientais controladas, onde foi simulada a forma como a criança poderia estar exposta, nomeadamente a zona de respiração e a forma de interação da criança com o produto. Neste estudo foram identificados, a partir de cada objeto, a emissão

de mais de 100 COV diferentes que podem constituir risco para a saúde das crianças. Na Figura 4 é possível verificar que à exceção da espreguiçadeira, todos os brinquedos estudados - carro telecomandado, cubos de madeira, boneca de plástico, forno de brincar e puzzle de madeira, emitiam valores de Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVT) muito acima do valor usado como referência <sup>(149)</sup>.



**FIGURA 4** – Níveis de COVT emitidos a partir de diferentes brinquedos. Adaptado de ULNewsience, 2012 <sup>(149)</sup>

Um estudo realizado durante dois anos no Reino Unido, em 876 domicílios selecionados como representativos das casas inglesas, encontrou associações estatisticamente significativas entre as atividades domésticas e as concentrações de formaldeído e COVT, tendo-se verificado que essas concentrações foram maiores em casas mais recentes. Os resultados das medições de COVT mostraram que as casas anteriores ao ano de 1919 apresentaram valores significativamente mais baixos de COVT, que as casas construídas a partir de 1990,  $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $269 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respetivamente. A diferença nos valores de COVT tornou-se mais acentuada em casas construídas durante a década de 1990 (ver Figura 5). Contudo, não se sabe se as causas dessas concentrações mais elevadas se deviam às fontes destes compostos em casas novas ou se às taxas de ventilação mais baixas, ou uma combinação de ambos estes fatores <sup>(150)</sup>.



**FIGURA 5** – Níveis de COVT em casas inglesas construídas de 1990 a 1998. Adaptado de Brow *et al* citado por Awi, H. B. *et al*, 2015 <sup>(150)</sup>

Recentemente em 2016, investigadores portugueses procederam a uma revisão sistemática de evidências sobre a exposição a COV em ambientes interiores (escolas, habitações, escritórios e outros ambientes interiores) tendo demonstrado que nos ambientes habitacionais os COV são identificados em maior diversidade e em concentrações superiores. O estudo também avaliou os ciclos sazonais, tendo concluído que o número de COV era idêntico em ambas as estações <sup>(151)</sup>.

Para a exposição aos COV, alguns autores definiram como determinantes para a saúde:

- Fatores socioeconómicos, por exemplo rendimentos e posição socioeconómica;
- Fatores relacionados com o ambiente físico, por exemplo meteorologia e antiguidade da casa;
- E fatores pessoais como, raça ou etnia

Defendem, que apesar de não serem determinantes exclusivos, estes fatores podem fornecer uma estrutura que auxilia a compreensão e análise do que afeta a exposição a COV <sup>(152)</sup>.

No entanto, é curioso constatar que o contributo de determinantes pessoais é baixo, no peso da exposição aos COV nomeadamente, na relação da exposição com a etnia. O maior peso verificado refere-se a fatores ambientais, isto é, exposições

elevadas são associadas a baixas taxas de ventilação e janelas fechadas, ao tipo de casa, aos anos vividos em casa e à existência lareiras no seu interior<sup>(153; 154; 155; 156; 157)</sup>.

### 1.4.2 Efeitos na saúde

Devido à complexidade das misturas de COV, tem sido difícil isolar os efeitos com implicações na saúde.<sup>(158)</sup> Na verdade, a presença de centenas de COV no ar interior cria um verdadeiro “cocktail” de substâncias químicas irritantes, e até mutagénicas e cancerígenas, a que os ocupantes dos edifícios são continuamente expostos<sup>(72)</sup>.

Apesar das evidentes necessidades de conhecimento nesta temática, a ciência tem demonstrado uma correlação positiva entre a exposição e problemas de saúde, como cefaleias; irritação nos olhos, nariz e garganta; manifestações clínicas de asma; aumento de irritação nas vias respiratórias; redução da função pulmonar; fadiga e confusão mental. Em elevadas concentrações, muitos COV são assumidos como narcóticos e podem deprimir o sistema nervoso central. Individualmente são conhecidos vários COV como cancerígenos, por exemplo o benzeno e o formaldeído, que estão associados a um maior risco de leucemia<sup>(72; 149; 159)</sup>.

Embora a toxicidade da exposição a COV individuais possa ser avaliada e demonstrada, pouco se sabe sobre o impacto biológico da inalação de misturas complexas de baixas doses de COV. A comunidade científica tem demonstrado inquietação com a exposição a baixos níveis de compostos orgânicos voláteis, através de alguns produtos químicos industriais em casas e escolas. Estes podem ter impactos profundos sobre os fetos, recém-nascidos e crianças, incluindo perturbações no sistema endócrino, alterações genéticas e do desenvolvimento cerebral. A questão centra-se no facto de alguns produtos químicos poderem ter impactos sobre a saúde em níveis extremamente baixos, que não são observados em níveis mais elevados. Níveis ínfimos de ftalatos, por exemplo, que são usados na produção de brinquedos, materiais de construção, cápsulas medicamentosas, produtos cosméticos e perfumes,

foram associados a alterações no esperma humano, asma e alergias em crianças<sup>(72; 149; 159; 160)</sup>.

Sabendo que os efeitos na saúde serão variáveis de um COV para outro e de acordo com nível de exposição, verifica-se a necessidade de objetivar o estudo e substanciar o enfoque das consequências que os COV podem gerar. Nessa sequência, verifica-se que existe uma corrente crescente de evidências a demonstrar associações entre a exposição do ar interior para muitos COV e as doenças respiratórias, incluindo asma, alergias e a redução da função pulmonar<sup>(161; 162; 163)</sup>.

São vários os estudos que apontam para associações significativas da exposição de crianças a altos níveis de COV, com problemas respiratórios. Pela mesma razão, não é de estranhar que outros apontem para uma associação entre e a exposição de crianças a COV e a exacerbação da sibilância recorrente<sup>(125; 161; 162; 163)</sup>. Neste sentido, o estudo da associação da exposição aos COV com a ocorrência de sibilância pode aumentar o conhecimento desta realidade em crianças, especialmente as mais pequenas – bebés.

No contexto residencial as crianças são ocupantes de relevo. É fundamental considerar também os ritmos de sono, que de acordo com o *National Sleep Research Resource* se alteram ao longo do desenvolvimento da criança. Os bebés dos 0 aos 3 meses dormem entre 10 a 18 horas por dia, em intervalos curtos de 45 minutos a 3 horas, sem diferenciar a noite e o dia. Os bebés dos 3 aos 12 meses dormem durante a noite, um intervalo de tempo maior (8 a 10 horas), e fazem duas a três sestas durante o dia, que chegam a durar 3 a 4 horas. De 1 a 3 anos de idade chegam a dormir 9 a 10 horas durante a noite e 1 a 3 horas durante o dia<sup>(164)</sup>. Então, podemos estimar que as crianças até aos 36 meses (3 anos), passam mais de metade do dia num espaço cujas condições de ar interior poderão influenciar grandemente a sua saúde. Consequentemente compreende-se, que os efeitos resultantes da exposição aos COV em ambientes interiores sejam um tema de discussão em curso na comunidade científica.

### 1.4.3 Valores de referência

Para a definição dos valores de referência, optou-se pela análise dos que são indicados para COVT, por ser a opção definida para esta investigação.

A avaliação de COVT consiste na determinação do total de COV presentes num determinado espaço, sem distinguir os diferentes compostos. Assim, se for analisada uma mistura de COV do ar interior, o resultado é em geral expresso como COVT, isto significa que um único valor representa a mistura de COV, o que inclui um vasto número de substâncias moleculares tais como aldeídos (acetaldeído e formaldeído), cetonas e hidrocarbonetos como benzeno, tolueno e xileno. Os procedimentos de análise química podem incluir parte dos COV que pertencem às classes de COMV e COSV <sup>(66; 100; 165; 166)</sup>.

Este conceito (COVT) foi desenvolvido para lidar com as dificuldades e constrangimentos inerentes à medição e à identificação individual dos COV, uma vez que se revela por vezes muito dispendioso e consome tempo, porque os COV presentes em concentrações muito baixas são difíceis de identificar ou de medir. No entanto, o conhecimento em relação aos efeitos e respetivas concentrações é maior em COV individuais, apesar de só apenas para alguns casos, quando comparado com misturas destes compostos. Por este motivo, reconhece-se que a tendência para manter o foco de estudo em termos individuais pode estar a subestimar exposições cumulativas e riscos decorrentes de co-exposições a COV <sup>(66; 165; 166; 167)</sup>.

As opções para valores limite de COVT são várias, consoante o contexto de exposição. De acordo com a *Eurofins Consumer Products Testing* pode constatar-se, que os valores utilizados como referência diferem em vários países do mundo <sup>(168)</sup>.

A *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) define valores, com variações para cada tipo de COV, especialmente vocacionados para trabalhadores do ramo industrial e por várias razões, não é apropriado para os ambientes interiores dos edifícios. Ocorre ainda, que aos trabalhadores da indústria é

geralmente fornecido equipamento de proteção adequado, o que naturalmente não se aplica em contexto residencial <sup>(66)</sup>.

Para além disso, estudos conduzidos na Europa e nos Estados Unidos da América demonstraram que os COV podem ser desconfortáveis em concentrações muito inferiores aos valores limites propostos pela ACGIH <sup>(66)</sup>.

As pessoas em ambiente residencial estão expostas a concentrações, por períodos frequentemente superiores a 40 horas por semana, sem equipamento de proteção. Não é conhecido o efeito sinérgico destes compostos no conforto do ocupante. Assim, parece que seria mais apropriado estabelecer limites individuais muito mais baixos que os valores limite da ACGIH <sup>(66)</sup>.

A ASHRAE Standard 62-1989 recomenda que se use um décimo dos valores limites do ACGIH, para compostos dos quais não existem normas de conforto <sup>(66)</sup>.

A ausência de consenso para os níveis de COVT é clara quando o governo dos Estados Unidos reporta a responsabilidade dessa decisão para cada Estado e se verifica que mesmo a OMS não estabelece um valor <sup>(169)</sup>.

Em Portugal, na esteira do enquadramento normativo Europeu, definiu-se como concentração máxima admissível em edifícios, para os COVT o valor 0,6 mg/m<sup>3</sup> <sup>(100)</sup>. No entanto, trata-se de referencial de exposição ocupacional <sup>(96)</sup>.

As possíveis respostas desencadeadas pela exposição aos COV já foram aqui extensamente explanadas. Contudo, atendendo à importância para a definição de um valor de referência, importa salientar que a Comissão Europeia (*Joint Research Centre, Environment Institute*) refere que, numa gama de exposição de 0,3 a 3 mg/m<sup>3</sup> de COVT, podem surgir queixas de odores, irritação e desconforto juntamente com fatores de desconforto térmico e de *stress*. Refere ainda, que para valores superiores a 3 mg/m<sup>3</sup> as queixas aumentam progressivamente agravando um conjunto de efeitos como irritação sensorial, reações inflamatórias nos olhos, nariz, vias aéreas e da pele. Acima de 25 mg/m<sup>3</sup> ocorre outro tipo de efeitos para a saúde, de preocupação acrescida <sup>(166)</sup>. Nessa sequência, a União Europeia aponta como objetivo, para COVT

um valor máximo de  $0,3 \text{ mg/m}^3$ , onde nenhum COV individual deve exceder os 10% da concentração de COVT<sup>(66)</sup>.

Cabe ainda a referência a uma série de COV odoríferos, que são frequentemente percebidos por alguns indivíduos em concentrações abaixo do limite analítico de deteção, geralmente na ordem de  $1 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ . Consequentemente, se tais compostos especiais aparecem dentro de casa, as queixas podem ser justificadas mesmo que o valor no ar interior de COVT seja considerado baixo<sup>(166)</sup>.

Uma vez que o conhecimento disponível sobre toxicologia e efeitos sensíveis dos COV e das suas misturas é incompleto, é desejável a redução de qualquer exposição aos COVT. Justificando-se que sejam utilizados valores com base nos princípios ALARA (*As Low As Reasonably-Achievable*), isto é, as concentrações de COVT no interior das habitações devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente possível<sup>(66; 166)</sup>.

Com base nestes pressupostos, neste estudo definiu-se como referência o valor máximo de  $0,3 \text{ mg/m}^3$  para COVT.

## 1.5 Estudos sobre QAI em ambientes frequentados por crianças

Face ao referido anteriormente, é inequívoco o interesse da comunidade científica na QAI aplicada a crianças. Assim, considera-se que a atenção sobre os resultados obtidos em estudos nessa temática vem conferir robustez a esta investigação. Conquanto, é preciso ter em conta que apesar de emergente, a QAI em contexto pediátrico é reconhecidamente uma preocupação recente.

Assim, nesta secção são abordados os estudos epidemiológicos mais relevantes sobre a QAI em ambientes frequentados por crianças e o seu impacto na saúde.

No ano de 1998, uma investigação estudou os fatores ambientais interiores, associando-os com os níveis de alérgeno (poeira-ácaro) em casas do sudeste da Austrália. As oitenta famílias participantes continham pelo menos uma criança entre 7

e 14 anos, com um total de 148 indivíduos, 53 dos quais asmáticos. O estudo consistiu num levantamento detalhado das características da casa e na amostragem de pó. As conclusões demonstraram que seria possível uma redução de até 70% nos níveis de alérgeno da cama, evitando a roupa de lã e colchões de molas. Identificaram-se ainda outros fatores de risco para níveis elevados de alérgenos, como a elevada Humidade Relativa do ar interior, a presença de fungos/bolor visíveis, revestimentos de tijolo na casa, e o piso com acabamento em betão ou cimento<sup>(170)</sup>.

No mesmo ano, Couper, Ponsonby e Dwyer realizaram um estudo idêntico que procurava identificar determinantes de alérgenos de ácaros em casa de bebés, desta vez no sul da Tasmânia. Concluíram que os determinantes para um efeito significativo nos níveis de alérgeno eram a humidade interna, a Temperatura máxima, o número de residentes e uma combinação entre o tipo de revestimento do piso e os métodos de limpeza<sup>(171)</sup>.

Em 1999, foi publicado um estudo intitulado “Medições mensais de alérgenos e a influência do tipo de habitação, numa cidade do nordeste dos EUA”. Realizado em Boston, procurou compreender a influência da variação sazonal nos níveis de alérgenos dentro de casa, tendo concluído que ter gato e o tipo de casa (apartamento) superaram a variação sazonal na associação com os alérgenos no interior<sup>(172)</sup>.

Em 2002, um estudo de caso (n=88) - controlo (n=140) em contexto residencial, avaliou bebés entre 6 meses e 3 anos de idade em Perth, Austrália Ocidental, durante 2 anos. Com o objetivo de verificar a associação da exposição ao formaldeído com o risco de desenvolver asma, encontrou diferenças sazonais nos níveis de formaldeído nos quartos das crianças e salas de estar. A exposição ao formaldeído foi significativamente maior durante o período de verão, comparando com o inverno, para os casos e para os controlos. Concluiu também que as crianças expostas a níveis de formaldeído de  $\geq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  estão em maior risco de ter asma. Os resultados sugerem que a exposição doméstica ao formaldeído aumenta o risco de asma na infância<sup>(173)</sup>.

Em 2003, Venn, A. J. *et al* investigaram em 410 casas em Nottingham (Inglaterra), a relação entre a exposição a alguns poluentes do ar interior e a ocorrência de sibilância na infância. Reportaram concentrações elevadas de COVT, de alguns COV individuais e humidade. Os bolores visíveis só foram identificados em 11 casas, mas significativamente associados com um risco aumentado de sibilância. Concluíram que o risco de sibilância estava significativamente aumentado pela humidade. Entre os 193 casos de crianças com sibilância recorrente, o formaldeído e o mofo foram associados com sintomas noturnos mais frequentes<sup>(174)</sup>.

Em 2004, um estudo que avaliou as casas e as crianças individualmente do Minnesota (EUA), concluiu que as concentrações de COV em ambientes exteriores, em áreas urbanas têm maior responsabilidade no aumento dos valores no interior dos domicílios urbanos. O estudo confirma dados anteriores que indicavam o fumo ambiental do tabaco e as garagens como fatores contribuintes para maiores níveis de COV (benzeno e estireno) no interior das habitações. Mostra ainda, que as concentrações individuais medidas nas crianças, não divergem das encontradas no interior das habitações, eventualmente devido ao facto das crianças passarem muito tempo em casa<sup>(175)</sup>.

Também publicado em 2004, um estudo realizado em Minneapolis (EUA), em crianças de idade escolar, mediu as concentrações de COV (15 tipos de COV mais comuns) em ambiente exterior; interior – dentro de escolas e dentro de casa; e ainda individualmente, isto é, nas próprias crianças. Este estudo concluiu que a influência na exposição individual aos COV do ambiente interior da casa, é superior quando comparada com os ambientes, exterior e interior da escola. Conclui igualmente que os valores estabelecidos como limite para a exposição a COV subestimam os riscos para a saúde das crianças a longo prazo, uma vez que não são definidos para esse grupo etário<sup>(139)</sup>.

Em 2007, Mendell efetuou a revisão de 21 estudos epidemiológicos sobre as associações entre as emissões de poluentes interiores em residências e a saúde respiratória ou alergias em bebés ou crianças. As conclusões apontam para associações

fortes entre os diversos fatores de risco e efeitos respiratórios ou alérgicos. Materiais à base de compósitos de madeira, plásticos flexíveis e pintura recente foram associados ao risco aumentado de efeitos negativos na saúde respiratória e alergias em crianças. O estudo levanta assim dúvidas sobre práticas comuns, por exemplo, na utilização de mobiliário de madeira prensada em quartos infantis, o hábito de repintar creches e jardim-de-infância e o uso de colchões e almofadas com vinil em crianças asmáticas<sup>(34)</sup>.

Em 2009, um estudo de coorte avaliou a qualidade do ar em quartos de recém-nascidos na cidade de Paris (França). Este estudo documenta cinco níveis de aldeído no interior das casas de recém-nascidos e mostra que a variabilidade durante um ano é tão importante como a variabilidade entre as casas estudadas. Através da aplicação de questionários sobre as características da habitação, conseguiu concluir quais os fatores que determinam as concentrações de aldeídos interiores: contínuos (materiais de construção e revestimentos, especialmente novos) e descontínuos (tabagismo, uso de purificadores de ar e produtos de limpeza). Constatou ainda que o arejamento e a ventilação são determinantes para a diminuição dos níveis de aldeído<sup>(176)</sup>.

Em 2010, Hulin *et al*, realizaram um estudo caso-controlo, onde determinaram as concentrações dos poluentes em casa das crianças - dióxido de azoto, partículas finas e COV (formaldeído, acetaldeído, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos). Parte destas crianças vivia em zona urbana (32 asmáticos e 31 controlos) e outra em zona rural (24 asmáticos e 27 controlos). Concluíram que as habitações em contexto urbano apresentavam valores até duas vezes mais altos de poluentes, do que as habitações em contexto rural. Demonstraram ainda que em toda a população (urbana e rural), as exposições ao acetaldeído e ao tolueno estavam significativamente associadas a um maior risco de asma. Em áreas rurais, foi observada uma relação entre ter o diagnóstico de asma e a exposição ao formaldeído<sup>(177)</sup>.

Apresentado na 5ª Conferência Ministerial Ambiente e Saúde (Parma, 2010), um estudo vem concluir que a qualidade do ar interior dos quartos dos bebés pode representar uma ameaça significativa para a sua saúde. Realizado através de medições de setembro a outubro de 2009, em 70 casas de quatro países europeus (França,

Alemanha, Holanda e Grécia). Este estudo sobre a qualidade do ar interior teve como objetivo investigar o nível de formaldeído e COVT em quartos de crianças. Em 40% dos resultados, os valores encontrados para ambos, formaldeído e COVT, foram acima dos níveis aceitáveis como seguros pela *French safety and environmental agency* (AFSSET) e pela *European Collaborative Action on indoor air quality* (ECA). Para realização do estudo foram medidos os níveis dos referidos poluentes nos quartos e foi aplicado um questionário aos participantes: grávidas/parceiros de mulheres grávidas ou pais de crianças com idade inferior a 36 meses, que tinham renovado o quarto do bebé (piso, ou paredes ou mobiliário novo) nos meses anteriores. Foram consideradas como fontes destes poluentes os aromas de citrinos e de pinho utilizados nos vernizes, tintas, conservantes de madeira, colas, madeira laminada, produtos de limpeza e desodorizantes<sup>(178)</sup>.

Ainda na esteira da investigação dirigida para bebés, neste caso dos 0 aos 6 meses de idade, refere-se o estudo realizado em 2011, numa amostra de 53 indivíduos residentes na região nordeste dos Estados Unidos. Com recurso à aplicação de um questionário telefónico (53 indivíduos), bem como através da caracterização e monitorização de poluentes em dez desses indivíduos. Concluiu que em 66,0 % das casas, as principais fontes de poluentes interiores estavam associadas aos aspetos inerentes à renovação/remodelação do quarto, efetuada antes ou logo após a chegada do bebé. Os autores apontam os fogões a gás, os animais de estimação, e a preparação/renovação do quarto do bebé, como os fatores de interferência na qualidade do ar interior, em mais de metade das residências<sup>(179)</sup>.

Já fora de contexto residencial, em Itália no ano de 2013, investigaram-se as concentrações de COV em oito edifícios escolares, ventilados naturalmente. No final encontraram elevadas concentrações de terpenos em todas as salas de aula. Apesar de algumas salas de aula apresentarem níveis muito baixos de COV, outras tiveram uma contribuição significativa do ar exterior, no ar interior<sup>(180)</sup>.

Em 2014, com o objetivo de investigar a associação entre COV interiores na residência e a função pulmonar na população canadiana, foi realizado um estudo transversal de base populacional. Dos 84 COV medidos, 47 eram detetáveis em pelo menos 50% das habitações e dez foram associados negativamente com a função pulmonar: decanal, 2-furancarboxaldeído, hexanal, nonanal, octanal, benzeno, estireno,  $\alpha$ -pineno, 2-metil 1,2-butadieno e naftaleno. Neste estudo, foram observadas associações importantes entre os níveis de COV e reduções significativas na função pulmonar em crianças menores de 17 anos de idade<sup>(181)</sup>.

Ainda em 2014, um estudo de coorte realizado por Franck, U. *et al*, avaliou o impacto da exposição a COV na gravidez e durante o primeiro ano de vida no risco de desencadear sibilância, tendo verificado que *PolyVinyl Chloride* (PVC) e laminados foram os materiais de revestimento que mostraram associações adversas mais fortes. Outra conclusão foi que o revestimento do piso, durante a gravidez, contribuiu para um aumento do risco de recorrer a consulta médica por sibilância do bebê, durante os primeiros 12 meses após o nascimento, em particular em crianças com predisposição atópica. Conclui que a renovação da habitação durante a gravidez, especialmente mudando materiais do soalho, aumenta o risco de doenças respiratórias na infância. As remodelações devem, portanto, ser evitadas, pelo menos em famílias com história de doenças atópicas<sup>(182)</sup>.

Já em 2015, foi publicado um estudo de coorte que avaliou a relação dos níveis de fungos em quartos, com a sibilância e o desenvolvimento de asma e rinite em 408 crianças recrutadas aos 2-3 meses e acompanhadas até aos 13 anos. Todas as associações de sibilância, asma e rinite foram independentes do sexo; etnia; rendimento familiar anual; estação do ano na data de nascimento; parto por cesariana; baixo peso ao nascer; prematuridade; amamentação no primeiro ano de vida; infeções ou doenças respiratórias no primeiro ano de vida; história parental de asma; tabagismo materno durante a gravidez; tipo de construção; exposições no início da vida de a baratas, ácaros e alérgenos de rato; posse de cão e frequência de instituição no primeiro ano de vida. Surpreendentemente, apesar das conhecidas propriedades

alérgicas e irritantes dos fungos, os resultados fizeram concluir que a exposição a elevados níveis de poeiras de leveduras ou aos seus componentes no início da vida, pode ser protetor contra a asma e alergias em crianças e no aparecimento precoce e persistente de sibilância<sup>(183)</sup>.

Em Portugal, através da legislação e da investigação realizada, tem-se verificado o investimento na qualidade do ar interior. Exemplo disso foi o estudo realizado em 2012, no âmbito do projeto HabitAR, a 557 habitações distribuídas pelo território português, em que se constatou que 60% das casas visitadas apresentavam níveis de COVT acima dos valores de referência considerado<sup>(184)</sup>. No entanto, este estudo não foi focado nos ambientes frequentados por crianças.

Na verdade em Portugal, o investimento da comunidade científica em matéria de QAI em crianças tem-se sido feito sobretudo, em infantários e escolas e em crianças de idades superiores a 5 anos. Referem-se dois estudos publicados em 2015:

- “Qualidade do Ar Interior nas Escolas e sua Relação com Sintomas Respiratórios das Crianças”  
Avaliou entre outros poluentes, COV individuais e COVT. Enquanto os COV individuais apresentaram valores inferiores aos estabelecidos como referência, os COVT apresentaram níveis elevados tendo sido associados a maiores probabilidades de sibilância em crianças<sup>(185)</sup>.
- “Qualidade do ar interior nas escolas portuguesas: os níveis e fontes de poluentes”  
Realizou a avaliação de 73 salas de aula na cidade do Porto. Onde constatou valores elevados de CO<sub>2</sub>, partículas, microrganismos, bem como uma grande variabilidade de COV. Foram indicadas como fontes a poluição do ar no exterior, o comportamento dos ocupantes em atividades de manutenção/limpeza e a falta de ventilação<sup>(186)</sup>.

Ainda em contexto escolar português, mas em crianças mais pequenas, o projeto Ambiente e Saúde em Creches e Infantários - ENVIRH (*Environment and Health in Children day Care centres*), visando 5161 crianças das cidades de Lisboa e Porto deu

origem a várias publicações entre 2014 e 2016. Ao estudarem as características construtivas, a qualidade do ar interior dos edifícios e a saúde das crianças que frequentavam creches, os autores do estudo confirmaram preocupações importantes, nomeadamente o desconforto térmico, as elevadas concentrações de material particulado (PM<sub>10</sub>) e os picos elevados de COVT. Acrescem ainda, associações de relevo, nomeadamente entre a concentração de CO<sub>2</sub> (acima dos 200 ppm) e o diagnóstico de asma; e entre COVT (cada acréscimo de 100 µg/m<sup>3</sup>) e a sibilância nos últimos 12 meses<sup>(187; 188; 189; 190)</sup>.

Apesar da escassez de estudos em contexto residencial para crianças, recentemente (2015) foi realizado um estudo de caso-controlo incluindo 38 crianças em idade escolar com asma e 30 controlos saudáveis com idades entre 9 e os 11 anos, que frequentam as escolas primárias na área Metropolitana do Porto, em Portugal. Curiosamente, as maiores concentrações foram encontradas em casas de crianças não-asmáticas, com exceção de α-pineno, estireno e das bactérias. Não houve diferenças significativas nos poluentes entre as casas de crianças asmáticas e não-asmáticos, exceto para o *d*-limoneno. Embora este estudo não forneça evidência acerca dos poluentes constituírem fatores de risco para a asma, verificou que a má qualidade do ar interior nos lares aumenta o risco de desenvolvimento de sintomas alérgicos nas crianças<sup>(191; 192; 193)</sup>.

Consequentemente importa salientar, que todos os estudos de QAI vocacionados para crianças chamam a atenção para a necessidade de aumentar o conhecimento nesta temática. Acresce ainda, que não são conhecidos estudos em bebés no contexto residencial, realizados na população portuguesa.

## 2 HIPÓTESES DE TRABALHO E OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO

Face ao exposto, justifica-se a necessidade de ampliar o conhecimento no domínio da qualidade do ar interior em quartos de bebés portugueses, pelo que o presente trabalho de investigação procura responder às seguintes questões:

Os níveis de COVT nos quartos onde os bebés dormem estão dentro dos valores de referência?

Existe uma correlação entre os níveis de COVT e determinadas características dos quartos?

Os níveis de COVT estão relacionados com a ocorrência de episódios de sibilância em bebés?

Deste modo, foram traçados os seguintes objetivos:

- Avaliar os níveis de COVT, CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa do ar em quartos de bebés;
- Verificar a associação dos níveis COVT, CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa do ar, com os eventuais episódios de sibilância;
- Caracterizar os quartos dos bebés nos aspetos que possam influenciar as concentrações de COVT;
- Verificar a associação entre os níveis de COVT e as características do quarto onde os bebés dormem.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos, realizou-se um estudo transversal, através da aplicação de um questionário (Anexo 1) com a concomitante medição de parâmetros da qualidade do ar interior, nomeadamente COVT, CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa.

Como salvaguarda das questões éticas do estudo foi necessário proceder à submissão do pedido de parecer à Comissão de Ética da Universidade Lusófona e à Comissão de Ética para a Saúde da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo. Estes processos resultaram em pareceres favoráveis, conforme Anexo 2 e Anexo 3, respetivamente.

Posteriormente realizaram-se os procedimentos de angariação de participantes para constituir uma amostra representativa, face às características da população.

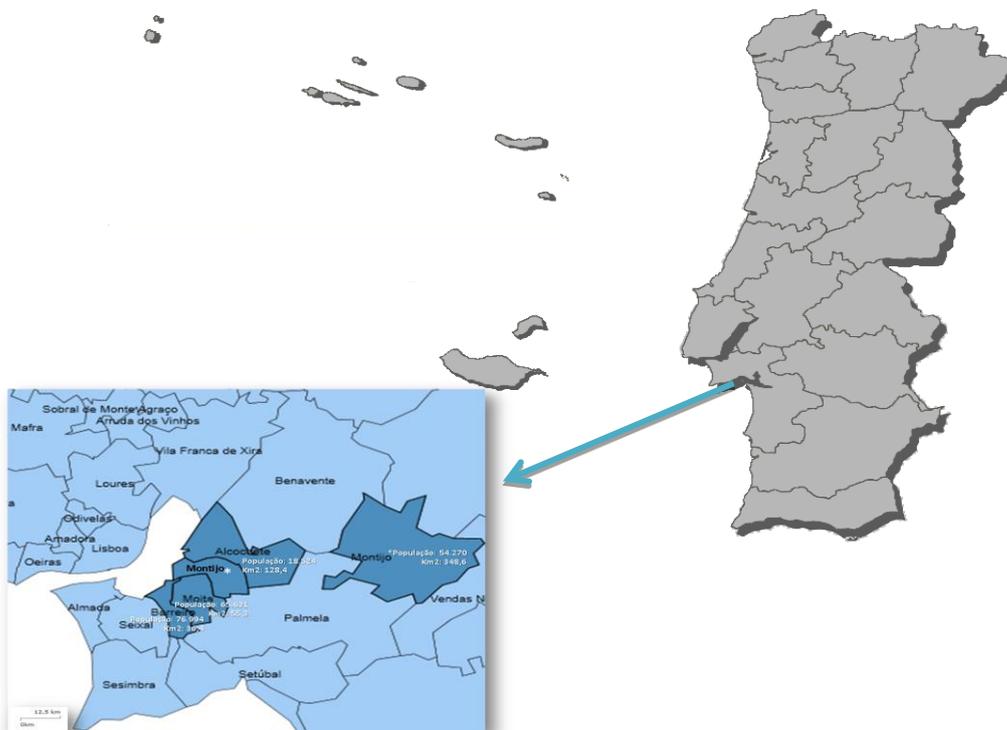
#### 3.1 População

O estudo foi realizado na população de bebés dos 0 aos 36 meses da área de intervenção do Agrupamento de Centros de Saúde do Arco Ribeirinho (ACES Arco Ribeirinho)

O Arco Ribeirinho é uma zona de Portugal Continental, que abrange uma área de 559,98 Km<sup>2</sup>, distribuída por 4 concelhos: Alcochete, Barreiro, Moita e Montijo. No ano 2015, o Arco Ribeirinho tinha uma população residente de 215.410 pessoas, das quais 18.733 residiam em Alcochete, 76.604 no Barreiro, 65.196 na Moita e 54.877 no Montijo <sup>(194)</sup>.

Como se pode verificar na Figura 6, o Arco Ribeirinho ocupa uma posição central no espaço da Área Metropolitana de Lisboa, sendo uma parte da Unidade Territorial designada de NUT III – Península de Setúbal. Localizado na margem esquerda do Rio Tejo, encontra-se encaixado na maior aglomeração urbana do país. Faz fronteira com os concelhos do Seixal, a Oeste, cujo limite é traçado pelo rio Coina; Sesimbra, Setúbal

e Palmela, a Sul; e Benavente a Este. Tendo um território descontínuo faz ainda fronteira com o Concelho de Vendas Novas, Montemor-o-Novo e Coruche <sup>(195)</sup>.



**FIGURA 6-** Área Geográfica do Arco Ribeirinho (Alcochete, Barreiro, Moita e Montijo).  
Fonte: INE, 2015 <sup>(194)</sup>

O ACES Arco Ribeirinho é uma estrutura do Serviço Nacional de Saúde que presta os cuidados primários de saúde à população, dos 4 Concelhos do Arco Ribeirinho.

Com 221.463 utentes, operacionaliza essa prestação de cuidados de saúde através de diferentes unidades funcionais <sup>(195)</sup>:

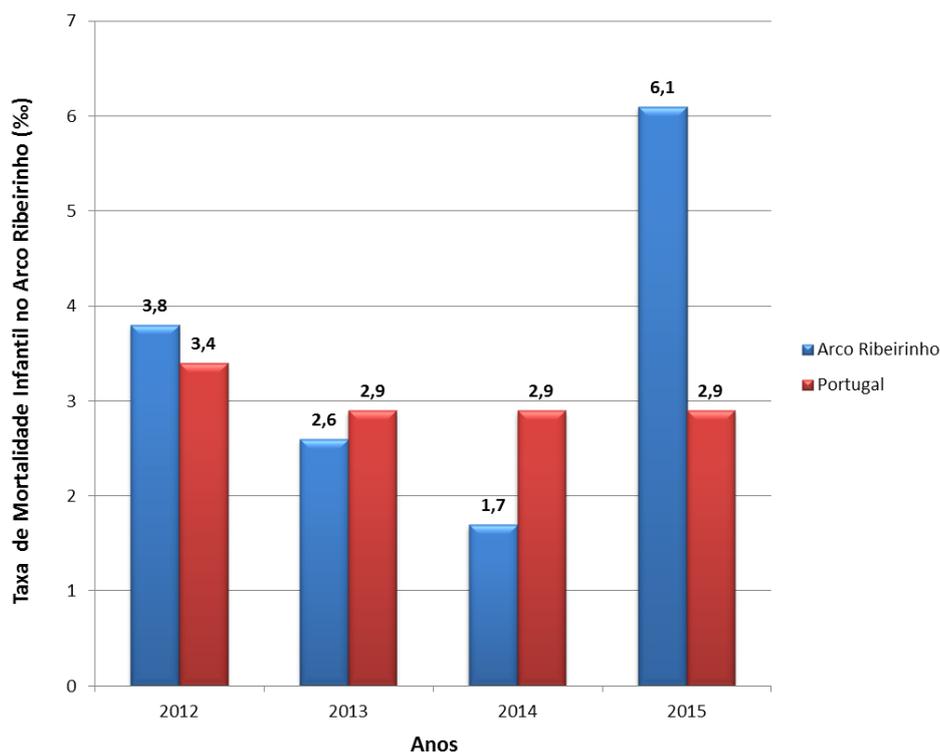
- 6 Unidades de Saúde Familiares (USF)
  - USF Afonsoeiro (Concelho do Montijo)
  - USF Eça (Concelho do Barreiro)
  - USF Lavradio (Concelho do Barreiro)
  - USF Querer Mais (Concelho da Moita)
  - USF Ribeirinha (Concelho do Barreiro)
  - USF Santo António (Concelho do Barreiro)

- 7 Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados (UCSP)
  - UCSP Alcochete (Concelho de Alcochete)
  - UCSP Alhos Vedros (Concelho da Moita)
  - UCSP Baixa da Banheira (Concelho da Moita)
  - UCSP Barreiro - Quinta da Lomba (Concelho do Barreiro)
  - UCSP Moita (Concelho da Moita)
  - UCSP Montijo (Concelho do Montijo)
  - UCSP Montijo Rural (Concelho do Montijo)
- 4 Unidades de Cuidados na Comunidade (UCC)
  - UCC Barreiro (Concelho do Barreiro)
  - UCC Saúde na Rua (Concelho da Moita)
  - UCC Saúde à Beira Tejo (Concelho da Moita)
  - UCC Adegalega (Concelhos do Montijo e de Alcochete)
- 1 Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados (URAP)
  - Responde à população dos 4 Concelhos
- 1 Unidade de Saúde Pública (USP)
  - Responde à população dos 4 Concelhos

Dos nascimentos ocorridos na área geográfica do Arco Ribeirinho extraiu-se a população a estudar, constituída por bebés dos 0 aos 36 meses (na data da angariação) nascidos em qualquer dos 4 Concelhos (área de residência da mãe) que constituem a região do Arco Ribeirinho.

Nos 36 meses anteriores à data da aplicação deste estudo, nasceram 6151 bebés<sup>(194)</sup>.

Estes bebés apresentam uma taxa de mortalidade infantil variável ao longo dos últimos anos. Com uma tendência de decréscimo de 2012 a 2014, alterada em 2015. Em 2014 o aumento foi de 1,7‰ e em 2015 de 6,1‰, enquanto a taxa em Portugal se manteve estável (Figura 7)<sup>(194)</sup>.

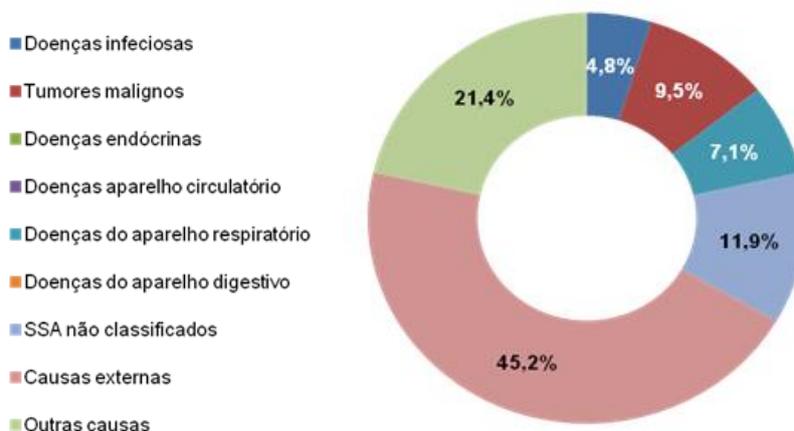


**FIGURA 7** – Taxa de mortalidade infantil (%) na população do Arco Ribeirinho e em Portugal. Figura elaborada a partir dos dados apresentados em INE, 2015<sup>(194)</sup>

Os dados disponíveis sobre a mortalidade proporcional no Arco Ribeirinho (ver Figura 8) mostram que a principal causa de morte dos 5 aos 24 anos, está associada a causas externas (45,2%). Embora as doenças do aparelho respiratório surjam como 4ª causa de morte (7,1%), considera-se que as características de morbi-mortalidade da população sejam suficientemente relevantes para validar as motivações do estudo na idade que antecede essa causa de morte, pela necessidade de assegurar uma intervenção precoce<sup>(195)</sup>.

Apesar dos últimos anos terem mostrado uma evolução favorável, na taxa de incidência de doenças respiratórias nesta população, historicamente as pessoas da região do Arco Ribeirinho têm uma preocupação acrescida com a temática da poluição atmosférica. As razões devem-se à influência da Companhia União Fabril (CUF que, durante várias décadas, contribuiu para a degradação da qualidade do ar na região. Instalou-se no Barreiro em 1908 e “no início dos anos 70 era constituída por mais de 100 empresas fortemente coesas, encontrando-se entre as 200 companhias de maior relevo a nível económico internacional” bem como entre as mais poluentes<sup>(196; 197)</sup>.

### Mortalidade Proporcional dos 5 aos 24 anos



**Figura 8-** Mortalidade proporcional na população dos 5 aos 24 anos no Arco Ribeirinho, em ambos os sexos, para os grandes grupos de causas de morte. Adaptado de PLSAR, 2015 <sup>(195)</sup>

Para além das características de suscetibilidade, importa referir que esta população foi escolhida para a realização da investigação, por uma questão de conveniência e exequibilidade do estudo. O Coordenador da Unidade de Saúde Pública do ACES Arco Ribeirinho revelou muito interesse e disponibilidade, facilitando o acesso aos recursos humanos e materiais necessários, o que configurou uma oportunidade.

O projeto de investigação foi apresentado à Direção Executiva, à Direção Clínica e aos Coordenadores das outras Unidades que constituem o ACES Arco Ribeirinho, de modo a que a importância do estudo fosse reconhecida por todos os profissionais e para promover o fácil acesso às USF e UCSP, onde se pretendia que ocorresse o convite aos participantes no estudo. O acesso às Unidades foi concretizado através de 13 sessões formativas, isto é, uma sessão em cada USF e em cada UCSP, com vista ao envolvimento dos profissionais no projeto para a angariação da amostra.

### 3.2 Método de angariação da amostra

Como referido anteriormente, para o cálculo da amostra considerou-se a população de 6151 bebés (nados-vivos por residência de mãe no Arco Ribeirinho nos anos de 2012, 2013 e 2014). Considerando um intervalo de confiança de 95%, (com

uma heterogeneidade de 50% e uma margem de erro de 5%), foi estimado o recrutamento de 362 bebés dos 0 aos 36 meses

Na angariação da amostra estiveram envolvidos 57 médicos e enfermeiros. Estes profissionais abordaram os familiares dos bebés, durante a tradicional consulta de Saúde Infantil e sessões de Preparação para o Parto. Concretizaram o convite de participação na investigação, com recurso a um Guião para a Angariação de Participantes (Anexo 4), construído para esse efeito.

Para além de servir de apoio aos profissionais no convite à participação, o Guião procurava responder a eventuais dúvidas (antecipadas e esclarecidas) que os participantes pudessem ter.

A única contrapartida oferecida às famílias foi o resultado da medição, efetuada no momento da recolha de dados.

Os dados dos familiares que aceitaram participar ficavam registados numa Folha de Registo de Dados (Anexo 5), necessária para possibilitar o contacto.

Este procedimento (angariação de participantes) decorreu de julho a setembro de 2015, e resultou na aceitação de 269 famílias para a participação no estudo.

### **3.3 Método de recolha de dados**

A recolha de dados foi assegurada pela Unidade de Saúde Pública Arnaldo Sampaio (USPAS) do ACES Arco Ribeirinho. Para a sua concretização colaboraram oito profissionais Licenciados em Saúde Ambiental. Para além das suas capacidades técnicas, receberam formação mais específica, de modo a:

- Acrescentar conhecimentos de fisiologia respiratória dos bebés e crianças;
- Possibilitar o conhecimento/apresentação dos instrumentos de recolha de dados;
- Renovar conhecimentos acerca do funcionamento do equipamento de medição.

Na perspetiva de salvaguardar uma abordagem homogénea e uma comunicação eficaz, a marcação das visitas foi realizada com base num Guião de Abordagem às Famílias para Marcação de Visita (Anexo 6). Este guião foi entregue aos profissionais de Saúde Ambiental juntamente com os contactos dos participantes.

O período de recolha de dados decorreu de Outubro de 2015 a Março de 2016 (estações de outono e inverno). Este hiato temporal foi considerado o mais adequado para a aplicação do estudo, por apresentar maior probabilidade de alterações nos níveis de COVT, uma vez que de acordo com Paciência *et al*, na estação fria a maioria das janelas ou portas estão fechadas, e as baixas taxas de ventilação contribuem para a alteração da composição e acumulação gradual de COV <sup>(151)</sup>. Acresce ainda que segundo Nunes da Silva, E. e Ribeiro H. “o desconforto para o frio, a alta amplitude térmica e a diminuição da qualidade do ar, podem constituir maior risco para taxas elevadas de internamentos hospitalares de crianças menores de cinco anos” <sup>(198)</sup>.

Assim, para a concretização da referida recolha de dados, foi construído e aplicado o questionário e medidos os parâmetros indicadores da qualidade do ar interior.

### 3.3.1 Questionário

A construção do questionário foi feita com base em pesquisa bibliográfica, seleção de artigos, definição de variáveis e pré-teste. A revisão bibliográfica ocorreu através da base de dados *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE), com recurso ao termo indoor *air* (ar interior), sempre combinado com outros termos: *VOC* (COV), *child* (criança), *baby* (bebé), *baby's room* (quarto de bebé), *wheezing* (sibilância) e *home* (casa). As referências bibliográficas dos artigos foram revistas para pesquisa de artigos não encontrados na base de dados. Neste processo selecionaram-se manualmente os artigos mais relevantes. Os critérios de inclusão definidos para a seleção foram artigos que evidenciassem a associação de características de quartos ou casas com COV e/ou com a ocorrência de sibilância. Foram ainda analisados questionários, de onde foram adaptadas algumas questões.

Este processo foi consubstanciado com a experiência das investigadoras, através da discussão de cada variável.

Na elaboração das questões procurou-se que estas fossem claras e sem ambiguidades, bem como que assegurassem a ausência de identificações, apesar dos dados obtidos serem anónimos e os resultados tratados de forma agregada.

O processo de construção do questionário envolveu também a realização de um pré-teste (Anexo 7) numa amostra de conveniência, com características idênticas à da população em estudo - 5 famílias de bebés dos 0 aos 36 meses que aceitaram colaborar. Residiam na área de abrangência do ACES Oeste Norte (Concelhos de Alcobaça, Bombarral, Caldas da Rainha, Nazaré, Óbidos e Peniche). Foi levado a cabo por duas Técnicas de Saúde Ambiental da Unidade de Saúde Pública do ACES Oeste Norte. Este pré-teste realizou-se no mês de junho de 2015 e ditou a necessidade de algumas melhorias, como se explicitará na secção de Resultados e Discussão (4.1. Construção do questionário).

Face às alterações introduzidas considerou-se avisado realizar um novo pré-teste - 9 famílias com bebés dos 0 aos 36 meses extraídos da amostra angariada para a população em estudo. Este foi realizado por 8 Técnicos de Saúde Ambiental, que fazem parte da equipa da USPAS do ACES Arco Ribeirinho e decorreu de 1 a 15 de outubro de 2015.

Concluída a sua adequabilidade, obteve-se o questionário final, concebido para ser fornecido em papel aos profissionais da equipa de recolha de dados.

### **3.3.2 Medição de parâmetros de qualidade do ar**

A medição de parâmetros de qualidade do ar constituiu uma parte da recolha de dados, simultânea à aplicação do questionário. Ou seja, foi igualmente realizada no período de Outubro de 2015 a Março de 2016.

Optou-se pelo tipo de amostragem passiva, tendo-se escolhido a abordagem através de um instrumento de leitura direta, modelo EVM-7 Air Probe, da Quest Technologies. O equipamento foi disponibilizado pela USPAS do ACES Arco Ribeirinho e

encontravam-se devidamente calibrado, conforme certificado emitido pelo Instituto Português de Soldadura e Qualidade (IPQ) (Anexo 8).

A opção por um instrumento de leitura direta deve-se ao facto de este ser portátil, de fácil utilização e de originar um sinal em tempo real <sup>(66)</sup>. Este equipamento permitiu a leitura direta dos parâmetros temperatura do ar, humidade relativa, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis totais (COVT). As principais características técnicas são as identificadas na Tabela 4 <sup>(199)</sup>.

Relativamente ao sensor COV, este baseia-se numa deteção por fotoionização (PID) que não permite a separação individual dos compostos da mistura COV. Ou seja, ainda que se venha a encontrar uma larga gama de COV, esta tecnologia não permitirá isolar, ficando sem se saber quais os COV encontrados, bem como a quantidade de cada um <sup>(66)</sup>.

**Tabela 4-** Características do equipamento de medição.

Adaptado de Quest Technology, <sup>(199)</sup>

Parâmetro	Tipo de Sensor		Gama de Medição	Precisão
Temperatura	Díodo de junção		0,0-60,0 °C	+/- 1,1 °C
Humidade Relativa (HR)	Capacitivo		0-100 %	+/-5% HR do sinal entre 10%-90%
CO <sub>2</sub>	IND (Infravermelho não dispersivo)		0-5000 ppm	+/-100ppm @20 °C, pressão de 1 bar a 2000 ppm de gás aplicado
CO	Sensor Eletroquímico de Monóxido de Carbono		0-1000 ppm	+/- 5%/2% do sinal
COV	Detetor por Fotoionização (PID) com lâmpada de 10,6 eV	Baixa Sensibilidade PID	0,00 -2000 ppm	+/- 5%/2%* ao nível da calibração

\*relativamente ao Isobutileno

À equipa de recolha de dados, foi fornecido um Guião de Apoio aos Procedimentos de Medição (Anexo 9), suportados por documentos referenciais nomeadamente a Norma Portuguesa NT-SCE-02, as orientações fornecidas pela ISO 16000-5, de 1 de fevereiro de 2007, pela ISO 7730, de 15 de novembro de 2005 e o Guia Técnico de Qualidade do ar em espaços interiores da APA <sup>(66; 200; 201; 202)</sup>. Também

foi entregue um documento de consentimento informado (Anexo 10) para ser assinado pelo familiar que recebesse a equipa.

Para assegurar que a fase de recolha de dados decorreria da forma preconizada, foram realizadas reuniões mensais com a equipa, onde foram registadas e corrigidas as dificuldades sentidas.

A medição dos parâmetros da qualidade do ar foi efetuada no quarto onde habitualmente o bebé dormia, através de medições de curta duração - 15 minutos. O equipamento foi colocado a cerca de 1,5 m do chão, em ponto representativo da área a monitorizar. No momento da medição, as janelas das divisões encontravam-se fechadas e não se encontravam pessoas no espaço. Foram igualmente realizadas medições dos mesmos parâmetros (COVT, CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa) no exterior de cada casa.

O equipamento efetuou o registo automático das medições realizadas, que foi posteriormente descarregado com o *software* do mesmo. Ainda assim, como referido anteriormente, foi registado *in loco* no questionário os valores obtidos no momento da medição.

Neste estudo foram usados como referência os valores apresentados na Tabela 5. No final de cada medição, os profissionais forneceram a informação relativa aos resultados obtidos ao familiar do bebé.

**TABELA 5 – Valores limite utilizados como referência neste estudo**

Parâmetro	Valor de referência	Unidade	Fonte
Temperatura interior	20-24 Inverno	°C	ISO 7730:2005 <sup>(1)</sup>
Humidade Relativa	30-70	%	ISO 7730:2005 <sup>(1)</sup>
Compostos Orgânicos Voláteis Totais	<0,3	mg/m <sup>3</sup>	APA <sup>(2)</sup>
Dióxido de Carbono	<1800	mg/m <sup>3</sup>	APA <sup>(2)</sup>
Monóxido de Carbono	<5,8 (limite de exposição média de 8 horas)	mg/m <sup>3</sup>	WHO, 2010 <sup>(3)</sup>

1. Ergonomics of the thermal environment, ISO 7730:2005. *Analytical determination and interpretation of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. s.l. : ISO, 2005.  
2. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. *Manual da Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um guia técnico*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, 2010.  
3. WHO, World Health Organization. *Guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. Copenhagen, Denmark : World Health Organization, 2010.

### 3.4 Análise de dados

Foi constituído um plano de operacionalização das variáveis e uma base de dados com a informação resultante da aplicação dos instrumentos de recolha de dados, a qual foi tratada através do programa *IBM Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 23.

Os dados foram sujeitos, numa primeira fase, a análise descritiva e posteriormente a uma análise inferencial. Para o conhecimento das variáveis quantitativas foram aplicadas medidas de tendência central e dispersão da distribuição de frequências, designadamente a média, o desvio-padrão e a amplitude de variação com a indicação dos valores máximos e mínimos.

As variáveis contínuas foram testadas para a normalidade. As variáveis que tinham uma distribuição normal foram comparadas utilizando o teste T de student. As variáveis que não apresentavam uma distribuição normal foram comparadas utilizando testes não paramétricos, automaticamente selecionados pelo SPSS.

No que respeita à análise estatística inferencial, com vista à análise das correlações entre as variáveis, foram aplicadas medidas de associação (também designadas de coeficientes de correlação), para quantificar a intensidade e direção da associação entre variáveis.

Foi testada a normalidade das variáveis contínuas. Quando seguiam este pressuposto utilizou-se a correlação de Pearson. Quando não se verificava a normalidade foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman.

As estimativas obtidas com base nos testes estatísticos tiveram um nível de confiança de 95% para um erro aleatório  $\leq 5\%$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo visa a apresentação e discussão dos resultados para que face a isso, se possa estabelecer a ligação entre o que se procurava com a investigação e o que foi realmente encontrado.

### 4.1 Construção do questionário

A finalização do questionário representa um dos resultados procurados nesta investigação. A revisão bibliográfica utilizada como método de construção, encontrou 31 artigos, tendo-se selecionado manualmente 16 considerados relevantes para o objetivo estabelecido. A pesquisa bibliográfica permitiu identificar as características mais relevantes para os níveis de COV, nomeadamente o tipo e localização da habitação, os materiais utilizados na construção e no revestimento, o tipo/antiguidade do mobiliário e a presença ou não de fungos. Identificaram-se também aspetos relativos à utilização do quarto e aos hábitos dos residentes com potencial impacto nos níveis de COV, designadamente a densidade de ocupação do quarto, os hábitos de ventilação, tipo de climatização, hábitos tabágicos e procedimentos de higiene e de limpeza. Com esta pesquisa e após consulta de outros instrumentos de recolha de dados similares, construiu-se o questionário com 38 questões distribuídas por três dimensões: Individual, Ambiental Quarto e Ambiental Medição (Anexo 7).

Nesse sentido e como já foi referido um pré-teste para verificar a sua adequabilidade. Nessa sequência, as profissionais que o aplicaram sugeriram alterações, que foram efetuadas:

- Foi eliminada 1 questão por se ter concluído a sua dispensabilidade
  - Condições meteorológicas no exterior na data das medições
- Foram introduzidas novas questões
  - Tempo de permanência (em horas) do bebé, no quarto onde dorme.

- O quarto é utilizado habitualmente para higiene pessoal, ou complemento da mesma como banho do bebé, colocação de cremes, perfumes, lacas, etc.
- Nº de registo estabelecido pelo equipamento no momento da medição para corresponder ao relatório gerado pelo equipamento
- Registo dos valores obtidos com a medição dos restantes parâmetros de qualidade do ar. Isto é, CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa, uma vez que COVT já estavam incluídos.
- Foram melhorados os textos de ajuda em perguntas cujas definições não estavam claras
  - Explicação do que se entende por “episódio de pieira/sibilância”
  - Definição de “fonte de poluição” e o que se entende por “perto” da casa
  - Definição de “ casa remodelada” e “quarto renovado ou preparado”

Adicionalmente, a investigadora considerou que poderiam constituir melhoria as seguintes alterações:

- Dentro de cada dimensão do questionário foi reorganizada a ordem de entrada das perguntas para que a sequência de aplicação fizesse mais sentido e se tornasse mais rápida.
- Foi ainda melhorado o aspeto geral do questionário, de modo a que o preenchimento passasse a ser visualmente mais intuitivo. Por exemplo, substituição de perguntas mais descritivas por perguntas do tipo em grelha, que permitem uma escolha múltipla e sintetizada no preenchimento.

Com as melhorias introduzidas obteve-se o questionário, que testado mais uma vez, permitiu verificar que estaria finalizado e pronto a aplicar na amostra em estudo.

Resultou um questionário (Anexo 1) com 50 questões distribuídas pelas três dimensões: Individual (13 questões), Ambiental Quarto (25 questões), Ambiental Medição (12 questões).

## **Dimensão Individual**

Como o próprio nome indica, esta dimensão caracteriza-se por questões dirigidas a aspetos individuais do bebé, como os dados demográficos e a história clínica de sintomatologia do foro respiratório, mais concretamente de sibilância.

Dados demográficos – foram considerados os essenciais para a caracterização da amostra, passíveis de cruzamento com outros dados para avaliação de eventual associação: data de nascimento que conjugada com a data da medição permite a obtenção da idade; sexo e número de pessoas que constituem o agregado familiar.

História clínica – No que concerne à história clínica de sintomatologia do foro respiratório, este estudo procura aferir concretamente a ocorrência/ausência e número de episódios de sibilância. A formulação destas questões foi adaptada do questionário do *International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)*. O ISAAC é um Programa de estudo internacional da asma e alergias na infância, composto por questões que se referem a sintomas relacionados com a asma, a sua intensidade e o diagnóstico. Atendendo ao contexto e à forma como se encontram formuladas, utilizando linguagem simples e compreensível para os familiares inquiridos, considerou-se adequada a adaptação parcial de 4 questões da versão portuguesa que permitem identificar a ocorrência de sibilância<sup>(203; 204)</sup>.

Adicionalmente considerou-se relevante, estimar o tempo que o bebé passa no quarto onde dorme. Introduziu-se uma questão no sentido de apurar em horas, o tempo de permanência por dia, para verificar a sua eventual relação com a sibilância.

## **Dimensão Ambiental Quarto**

Com esta dimensão procurou-se o levantamento de dados que influenciam a qualidade do ar interior no espaço onde o bebé dorme, tendo-se procedido à separação teórica desses dados em dois ambientes distintos - a casa e o quarto propriamente dito.

Para o levantamento dos elementos relativos à casa, foram introduzidas questões de apuramento das seguintes características:

1. Zona da Habitação – se rural ou urbana;
2. Tipo de Habitação – se apartamento, moradia ou outro;
3. Fonte poluição na proximidade da casa;
4. Casa nova ou renovada – Se a casa tem um ano ou foi remodelada no último ano.

Estas questões foram consideradas importantes pelas conclusões de M. Hulin *et al*, que em 2010 demonstraram a importância da comparação entre áreas rurais e urbanas na influência da poluição do ar interior em crianças; bem como as de Adgate J. L. *et al*, no estudo realizado em crianças do Minnesota em 2004, face à influência dos ambientes exteriores urbanos, no aumento das concentrações de COV no interior das casas. E ainda Adgate J.L. *et al*, num outro estudo, onde referem a importância do contributo de determinadas fontes de poluição (por exemplo, garagens na proximidade) no aumento das concentrações de COV, degradando a qualidade do ar na habitação <sup>(139; 177; 175)</sup>.

No âmbito dos elementos relativos aos aspetos mais específicos do quarto onde o bebé dorme, procedeu-se à separação em dois grupos temáticos – características estruturais e características de funcionamento/utilização do quarto;

Para as características estruturais do quarto, foram definidas os seguintes elementos:

5. Piso onde se situa o quarto – Onde se situava o quarto, em altura relativamente ao solo;
6. Quarto renovado – considerado como renovado quando a preparação do quarto para receber o bebé ocorreu no último ano;
7. Quarto ligado a garagem ou fonte de poluição idêntica;
8. Área – em m<sup>2</sup>, utilizada para obter a densidade do quarto (fórmula de cálculo)
9. Janela – Se possui janelas e se estas têm abertura regulável, ou apenas permitem passagem de luz;
10. Sistema de Climatização – se possui e de que tipo (ar condicionado ou ventilador mecânico, aquecedor a óleo, outro);

11. Revestimentos decorativos das paredes e teto do quarto – tipo de acabamento (pintura, papel ou ambos);
12. Antiguidade do mobiliário – tipo de mobiliário (cama ou berço, roupeiro, estantes ou prateleiras, sofá, cadeira, outra cama, fraldário ou outro) e tempo de existência destes naquele espaço (menos ou mais de 1 ano);
13. Material de que são feitos os móveis – Para cada móvel verificou-se o tipo de acabamento do mesmo (madeira natural ou prensada, metal, napa, plástico, etc.).

Para as características de funcionamento e utilização do quarto, foram definidos os seguintes elementos:

14. Ocupação do quarto – Número de pessoas a dormir no quarto, incluindo o bebé;
15. Fungos visíveis no quarto;
16. Fumadores a residirem na casa;
17. Fumo em casa nas 48 horas anteriores à medição;
18. Higiene pessoal realizada no interior do quarto – Qualquer dos habitantes incluindo o bebé;
19. Práticas de Climatização nas 48 horas anteriores à medição – ar condicionado, ventilador, aquecedor a óleo ou outro sistema;
20. Práticas de limpeza do quarto, em especial nas 48 horas anteriores à medição - utilização de detergente ou desinfetante para o chão; detergente ou óleo para o mobiliário, multiusos (limpa-vidros, limpa-superfícies, etc.);
21. Práticas de utilização de ambientadores nas 48 horas anteriores à medição – ambientador elétrico, incenso, velas/plantas perfumadas/grinaldas ou outro tipo de ambientador;
22. Práticas de Higiene da Roupa existente no interior do quarto (nas 48 horas anteriores à medição) – roupa da cama ou de vestir desde que esteja no interior do quarto;

23. Outras práticas realizadas nas 48 horas anteriores à medição que possam potencializar o aumento de COV – combate a pragas, uso de tintas ou diluentes, uso de equipamentos de gás, suplementos de lazer (colas, tintas, químicos usados em fotografia, etc.) e pinturas ou envernizamentos;
24. Hábitos de abertura da (s) janela (s) do quarto – nº de vezes que é feita a abertura das janelas (uma vez por ano, uma vez por mês, duas ou mais vezes por mês; uma vez por semana; duas ou mais vezes por semana, uma vez por dia ou duas ou mais vezes por dia).

Nesta fase, é importante referir a colaboração de cada questão de modo mais específico, justificando a sua entrada no questionário:

Os elementos descritos nos pontos 4 (casa nova ou renovada), 6 (quarto renovado) e 12 (antiguidade do mobiliário) foram colocados no questionário pela sua importância na influência das concentrações de COV. Como já constatado, são vários os estudos que reclamam o aumento de poluentes interiores, em especial de COV, sempre que há renovação com introdução de novos materiais. Um estudo realizado por Herbarth, O. e Matysik, S. publicado em 2010, designado “Diminuir as concentrações de COV emitidos após as reformas em casa”, estudou o decaimento de 26 COV em 243 casas que efetuaram obras/remodelações. Conclui que é importante decorrer um tempo de espera antes da utilização dos espaços, em especial em berçários e locais onde existam crianças <sup>(205)</sup>. Também Pickett A. R. e M. L. Bell, em 2011 vêm alertar para o aumento dos poluentes inerentes à renovação ou remodelação do quarto, antes ou logo após a chegada do bebê <sup>(179)</sup>.

Os elementos descritos nos pontos 5 (piso onde se situa o quarto), 8 (área do quarto), 9 (existência de janela), 10 (sistema de climatização) 14 (ocupação do quarto); 19 (práticas de climatização) e 24 (hábitos de abertura de janela); encontram-se neste questionário pela sua preponderância na ventilação.

A ventilação está sobejamente justificada na QAI por diversos estudos, que tal como este, utilizaram a avaliação dos elementos ora descritos, como fatores de avaliação. Um estudo realizado por Franchi, M. *et al* em 2006, que explora as

potencialidades do projeto “Rumo ao Ar Saudável em Habitações na Europa”, a par das suas recomendações para melhorar a ventilação, como fator fundamental da qualidade do ar na habitação, refere a importância de vários destes elementos construtivos <sup>(206)</sup>. Viegas J., *et al* em 2012, num estudo sobre qualidade do ar e saúde em creches e infantários em Portugal, apontaram a avaliação destes elementos, enfatizando a ventilação como elemento primordial logo na apresentação dos resultados preliminares do projeto ENVIRH <sup>(207)</sup>. A importância da ventilação foi também realçada num estudo publicado por Sharpe, T. *et al* em 2015, denominado “Interações dos ocupantes e eficácia das estratégias de ventilação natural, na habitação contemporânea”, na Escócia, Reino Unido <sup>(208)</sup>.

Os elementos descritos nos pontos 7 (garagem ou fonte de poluição idêntica), 15 (fungos visíveis), 16 e 17 (fumo ambiental do tabaco), estão claramente assumidos por diversos autores como poluentes do ar interior e associados ao aumento das concentrações dos COV. Edwards R.D. *et al*, em 2001 identificaram as principais fontes de COV em ambiente residencial <sup>(146)</sup>. Em 2003, Venn. A. J. *et al* ao estudarem os COVT e alguns COV individuais, demonstraram que o risco de doença respiratória e o risco de sibilância foi significativamente aumentado pela presença de bolores visíveis e humidade <sup>(174)</sup>. Behbod, B. *et al*, em 2015 publicaram os resultados do estudo da avaliação do nível fúngico dos quartos e a sua associação com a sibilância e desenvolvimento de asma e rinite alérgica, dando destaque às características propostas nesta avaliação <sup>(183)</sup>.

Os elementos descritos nos pontos 11 (revestimentos decorativos das paredes e teto), 13 (material de que são feitos os móveis), 18 (higiene pessoal realizada no interior do quarto), 20 (práticas de Limpeza/utilização de detergentes), 21 (práticas de utilização de ambientadores), 22 (práticas de higiene da roupa) e 23 (outras práticas que possam potenciar o aumento de COV), encontram-se no questionário por poderem influenciar os níveis de COV, tal como se verificou em estudos anteriores. Um estudo realizado na Dinamarca em 1991 avaliou o formaldeído e outros COV, através de medições de longo prazo, tendo verificado variações pela influência dos materiais de construção introduzidos na habitação <sup>(209)</sup>. Dassonville c. *et al*, em 2009, aplicaram

um questionário que contempla os elementos/questões ora descritos para avaliar os níveis de aldeídos em quartos de recém-nascidos parisienses <sup>(176)</sup>. Também um estudo sobre COV em edifícios novos e Melbourne, Austrália, analisa e prospectiva o impacto dos materiais e produtos nas concentrações COV e na QAI em habitações <sup>(210)</sup>.

Considera-se ainda oportuno justificar a escolha das 48 horas anteriores à medição, no exercício de algumas práticas descritas como potenciadoras de COV. Na ausência do conhecimento acerca do tempo exato do decaimento dos COVT, em especial para cada prática, considerou-se que seria adequado optar por um hiato temporal em que se considerasse possível recordar pelos respondentes.

### **Dimensão Ambiental Medição**

Apesar do equipamento gerar um relatório com os dados, optou-se por também efetuar no questionário o registo dos dados obtidos com as medições efetuadas.

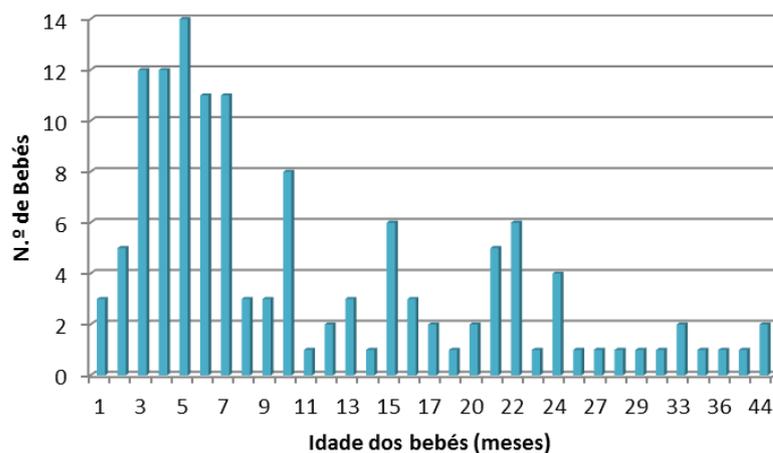
Os parâmetros foram medidos no interior e no exterior e registados com associação ao número de identificação gerado pelo equipamento de medição, para possibilitar a verificação em caso de dúvida. O modelo de registo no questionário estabelece a indicação do valor mínimo, médio e máximo.

Os resultados são apresentados no próximo subcapítulo.

## **4.2 Caracterização da amostra**

Como supradito foi possível apurar, para agendamento das visitas, a disponibilidade de familiares de 269 bebés. Desses, 12 tinham um contacto que não se encontrava atribuído, 44 desistiram e 82 nunca chegaram a atender o telefone. Assim, na aplicação dos instrumentos de recolha de dados participaram 131 bebés e essa é a amostra considerada neste estudo.

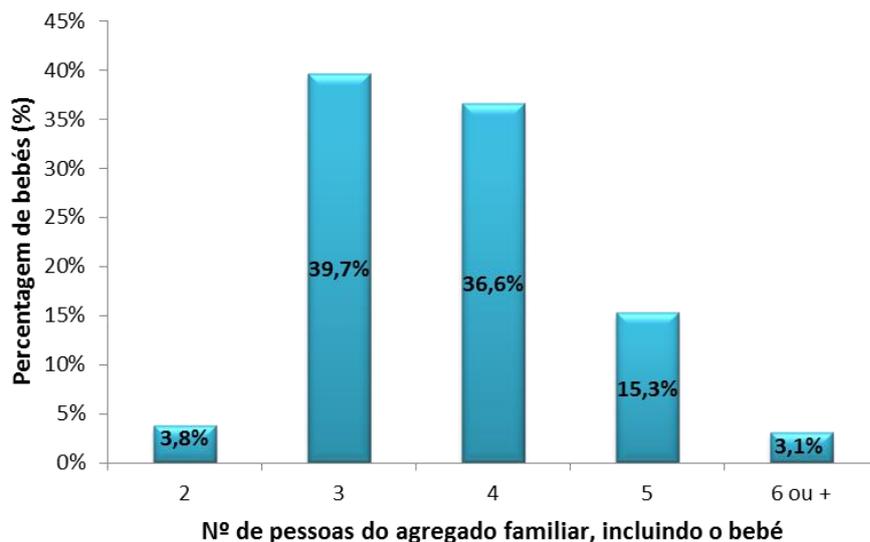
Com idades compreendidas entre 1 e 44<sup>1</sup> meses, a maior parte (65%) tem idade inferior a 12 meses. No entanto, como se pode observar através da Figura 9, cerca de metade (51,9%) dos bebés desta amostra encontra-se entre os 3 e os 7 meses de idade.



**FIGURA 9** – Distribuição dos bebés que compõem a amostra, de acordo com a idade na data do estudo (n=131)

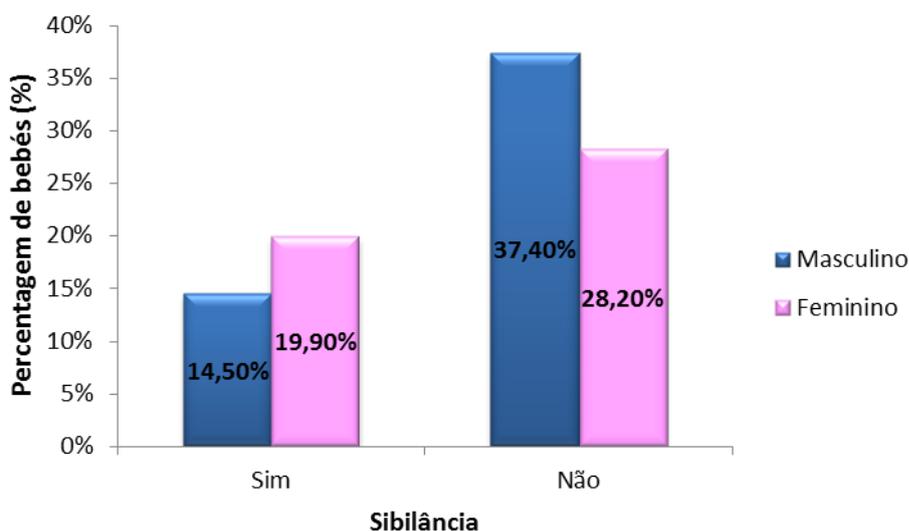
A distribuição da amostra por género encontra-se muito equilibrada, uma vez que o número de bebés do género masculino (52%) é apenas ligeiramente superior aos do género feminino (48%). Ao observar o contexto familiar em que estão inseridos (Figura 10), verifica-se que 76,4% faz parte de um agregado familiar com 3 ou 4 familiares.

<sup>1</sup> Bebés que na data da angariação de participantes tinham 36 meses, conforme limites de seleção, no entanto no ato da medição já tinham ultrapassado essa barreira.



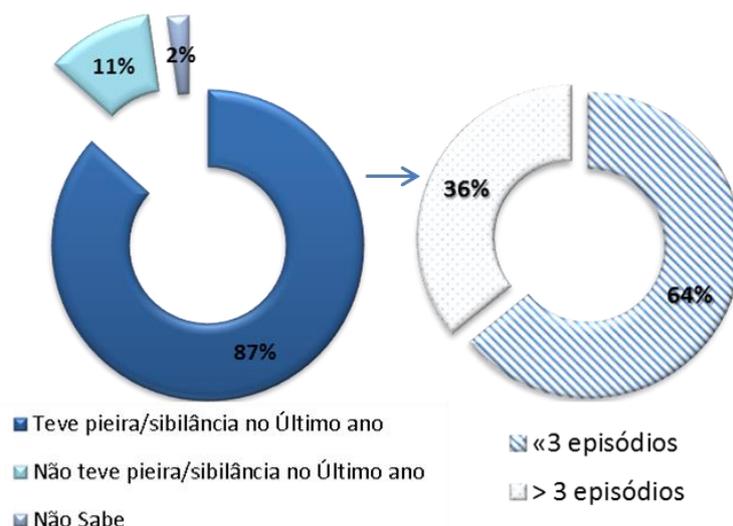
**FIGURA 10** – Constituição do agregado familiar (n=131)

Nas respostas apuradas para a ocorrência de pieira ou sibilância em qualquer momento da vida do bebé, 34,4% respondeu sim, enquanto 65,6% respondeu não. Dos 34,4% que referiram a ocorrência de episódios, 19,9% era do género feminino e 14,5% do género masculino.



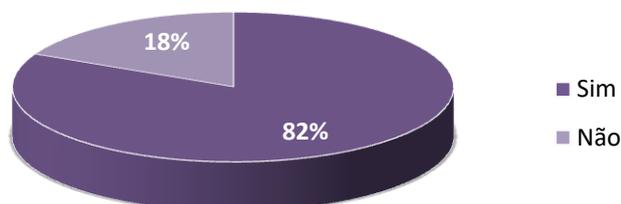
**FIGURA 11** – Percentagem de bebés, por sexo, que teve pelo menos um episódio de sibilância (n=131)

Dos 45 bebés que já tiveram episódios de sibilância, 87% viveu essa situação no último ano de vida e desses mais de metade (64%) teve 3 ou mais episódios (Figura 12).



**FIGURA 12** – Ocorrência de sibilância no último ano de vida e distribuição segundo o número de episódios (n=45)

A maioria dos bebés que tiveram sibilância (82%) dormia no quarto onde se efetuaram as medições (Figura 13).



**FIGURA 13** – Percentagem de bebés com sibilância, que dormia no quarto avaliado (n=45)

Verificou-se ainda, que a média de permanência dos bebés no quarto é de onze horas, com o mínimo de seis e o máximo de vinte e duas.

A análise destes dados, não revelou associação estatisticamente significativa ( $p=0,253$ ) entre o tempo de permanência no quarto (número de horas) e a existência de sibilância.

Apesar disso é importante ter em conta a eventualidade desse tempo de permanência ser passado a dormir, bem como os valores de exposição aos poluentes e

parâmetros apresentados mais à frente. De acordo com vários autores durante o sono, o contacto com fontes contaminantes aumenta, tais como, ftalatos, isocianatos e formaldeído bem como outros COV. Nessa fase, o nariz e a boca estão em proximidade direta com fontes emissoras, como colchões, almofadas e lençóis, por um longo período de tempo o que potencia o grau de exposição <sup>(211; 212; 213)</sup>.

Também Laverge, J. e Janssens, A., em 2011 concluíram que a exposição a uma má qualidade do ar é até 16 vezes maior no quarto <sup>(214)</sup>.

Contudo, prevalece algum desconhecimento sobre a forma como estes fatores, no seu conjunto, poderão atingir a saúde dos bebés.

Observando globalmente os resultados obtidos com a caracterização da amostra, verifica-se similaridade com outros estudos, em especial no que se refere à ocorrência de sibilância e ao número de episódios («3 episódios). No entanto, um elemento sobressai por diferir de estudos anteriores - a distribuição de episódio de sibilância por género. Com vias áreas mais estreitas que os bebés do género feminino, demonstram maior grau de sensibilização <sup>(215; 216)</sup>. Face às diferenças fisiológicas, a maioria dos estudos apresentam o género masculino como fator de risco e por essa razão, neste estudo como noutros, seria de esperar que a sibilância ocorresse maioritariamente nos bebés do género masculino, o que não aconteceu.

Este elemento adquire relevo porque a amostra deste estudo é constituída por menos (ainda que ligeiramente) bebés do género feminino. Tendo-se concluído que a incidência de sibilância nos bebés do género masculino é de 28% e nos bebés do género feminino é de 43%.

Embora se tivesse procurado, não se conseguiu compreender quais os fatores que contribuem para esta diferença dos outros estudos, considera-se um dado curioso de aprofundar em estudos futuros, eventualmente com o alargamento da população.

### **4.3 Avaliação da qualidade do ar interior**

Como referido anteriormente, neste estudo foram utilizados como indicadores da qualidade do ar nos quartos dos bebés a Temperatura, Humidade Relativa, CO<sub>2</sub>, CO

e COVT. O presente subcapítulo apresenta e discute os resultados obtidos com a medição desses parâmetros, bem como a força estatística da sua associação com a sibilância.

Assim, começamos por apresentar a Tabela 6 que sumariza os resultados (mínimo, média, máximo e desvio padrão) das medições efetuadas no interior e exterior dos quartos. Nesta tabela pode verificar-se que à exceção da Temperatura, todos os outros parâmetros (Humidade Relativa, COVT, CO<sub>2</sub> e CO) apresentaram valores superiores no interior do quarto, quando comparados com os do exterior. Constata-se também que no interior, o valor médio é superior ao valor de referência, para todos os poluentes exceto para o CO.

Observando as amplitudes no interior, verificamos que são muito expressivas nos níveis de CO<sub>2</sub>, uma vez que as concentrações mínimas foram de 1 mg/m<sup>3</sup>, enquanto as concentrações máximas foram de 5545 mg/m<sup>3</sup>.

Também os valores de COVT revelaram uma amplitude importante, que no interior vão de 0 mg/m<sup>3</sup> (mínimo) a 17,2 mg/m<sup>3</sup> (máximo). É de salientar que a média registada para este poluente no interior do quarto - 2,4 mg/m<sup>3</sup>, constituiu um valor oito vezes superior ao valor máximo de referência (0,3 mg/m<sup>3</sup>).

De acordo com a Comissão Europeia (*Joint Research Centre, Environment Institute*), este valor médio apurado (2,4 mg/m<sup>3</sup>), encontra-se numa gama pode dar origem a odores, irritação, desconforto e *stress* <sup>(66; 166)</sup>.

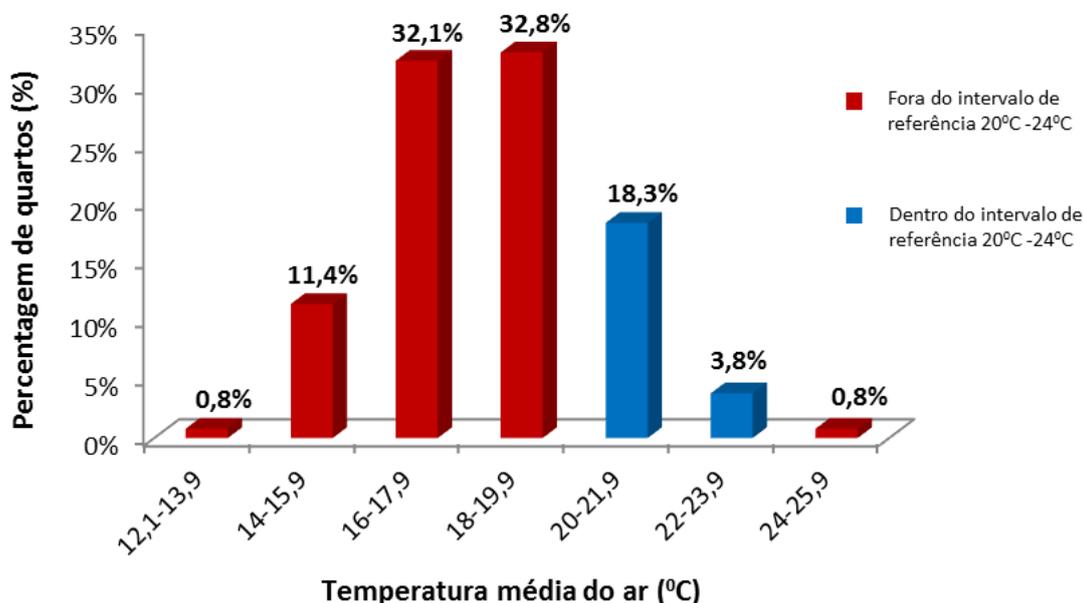
**TABELA 6** - Síntese dos valores medidos no interior e exterior dos quartos (mínimo, máximo, média e desvio padrão) (n=131)

	Interior				Exterior			
	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	13,9	18,4	25,4	2,1	12,9	18,6	31	3,5
Humidade Relativa (%)	56,8	75,9	95,9	6,8	27,0	70,1	90,9	10,9
COVT (mg/m <sup>3</sup> )	0	2,4	17,2	4,3	0	2,0	13,3	3,7
CO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	1	1260,8	5545	1046,7	0	614,9	3229	672,3
CO (mg/m <sup>3</sup> )	0	0,2	3	0,5	0	0,1	2,0	0,3

As amplitudes verificadas têm analogia com o estudo “Avaliação da Poluição do Ar Interior em Casas com Crianças” realizado por Pickett, A. R. e Bell, M. L. em 2001, cujas concentrações de parâmetros avaliados (CO, CO<sub>2</sub>, COVT, Temperatura e humidade) apresentam níveis similarmente variados. É de realçar, relativamente aos COVT, que aqueles autores encontram uma amplitude onde o valor máximo é 20 vezes superior ao mínimo <sup>(179)</sup>, o que é muito próximo do que aqui se verifica - máximo 17 vezes superior ao mínimo (Tabela 6).

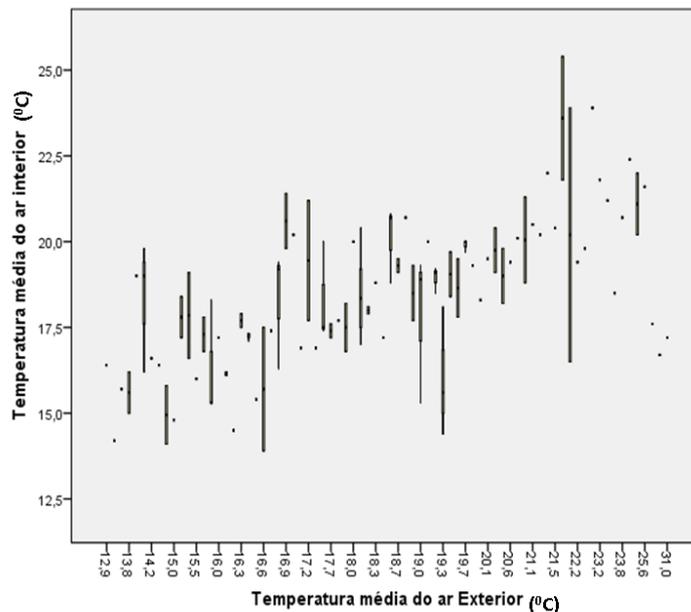
### 4.3.1 Temperatura

Os resultados da Temperatura média do ar interior (Figura 14) revelam que a maioria dos bebés, isto é, 77,9% dormia em quartos, cuja Temperatura se encontrava fora do intervalo de referência. A definição de valores de referência (outono/inverno 20°C-24°C) tem em conta o esforço que é necessário para manter o equilíbrio entre a produção e a perda de calor, de modo a evitar sensações de desconforto para o atingir.



**FIGURA 14** – Valores da Temperatura média do ar, medidos no interior dos quartos (n=131)

Na relação entre a Temperatura interior e a exterior (Figura 15) verificamos que embora moderada, existe uma correlação positiva entre estas duas variáveis, uma vez que o valor do coeficiente de correlação é  $r=0,597$ .



**Figura 15** – Correlação entre a Temperatura média do ar interior e a Temperatura média do ar exterior (n=131)

Deste modo, a Temperatura no interior dos quartos parece estar relacionada com a exterior. Sendo provável que se diminuir ou aumentar no exterior, o mesmo venha a acontecer no interior dos quartos.

A conjugação deste facto com os valores encontrados - maioria dos quartos com valores fora do intervalo de referência, leva a questionar se as medidas de compensação da temperatura, principalmente as formas de aquecimento, estarão a ser suficientes ou adequadas para colocar a temperatura no intervalo de 20<sup>o</sup>C a 24<sup>o</sup>C.

Importa por isso ter em conta que, quando a pessoa é exposta ao frio ambiente, o sistema termorregulador trabalha para que haja a manutenção do calor interno do organismo (termogénese), e então são acionados mecanismos de controlo, como a vasoconstrição, tremor, arrepios e aumento da taxa metabólica, na tentativa de se elevar a Temperatura interna até cerca de 36,5 °C ou 37,5 °C. Este processo causa uma sensação de desconforto. Acresce que, devido à fisiologia, metabolismo e

características comportamentais, as crianças são mais sensíveis do que os adultos às altas e baixas temperaturas<sup>(217; 198; 218)</sup>.

A temperatura é avaliada principalmente pela sua preponderância no conforto térmico, na medida que este fator exerce um impacto significativo no bem-estar geral e tende a afetar o conforto, saúde e desempenho dos ocupantes. Além disso, temperaturas mal reguladas tendem a agravar o impacto de poluentes que se encontrem no interior<sup>(187)</sup>.

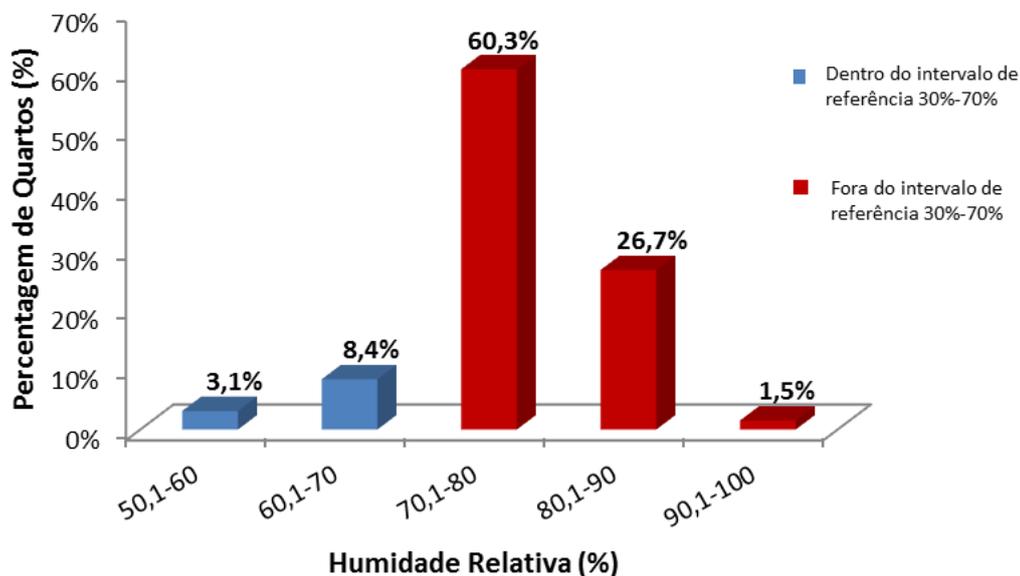
Apesar de ser expectável que perante temperaturas abaixo do intervalo no interior, a associação com a sibilância se pudesse confirmar, isso não aconteceu ( $p=0,841$ ).

Embora vários estudos indicassem o sentido de uma associação significativa entre as duas variáveis, outros realizados em crianças pequenas, apresentaram resultados idênticos. Exemplo disso foi o realizado em 2008 em Copenhaga (Dinamarca) por Andersen, Z. J. *et al*, focado na relação da poluição atmosférica com a sibilância em 205 bebés (com menos de 36 meses), também não encontrou associação com a Temperatura, ainda que exterior<sup>(219)</sup>.

### 4.3.2 Humidade Relativa

Ao avaliarmos a Humidade Relativa no interior (Figura 16), verificamos que a maioria (89%) dos valores estava acima dos 70%, restando 11,5% de bebés a dormir em quartos cujo valor se encontrava no intervalo de referência. Este resultado está acima dos encontrados na maior parte dos estudos consultados<sup>(170; 171; 172; 176)</sup>. Por exemplo, um estudo realizado na Austrália encontrou valores máximos de 55% de Humidade Relativa (no inverno) em quartos. Esse mesmo estudo aponta para correlações da Humidade Relativa, acima dos 50%, com os níveis de alérgenos na cama<sup>(170; 171)</sup>. A correlação com os níveis de alérgenos não é o foco desta investigação, mas denota a importância da Humidade Relativa, enquanto indicador da presença de outros elementos, que possam influenciar a saúde respiratória dos bebés.

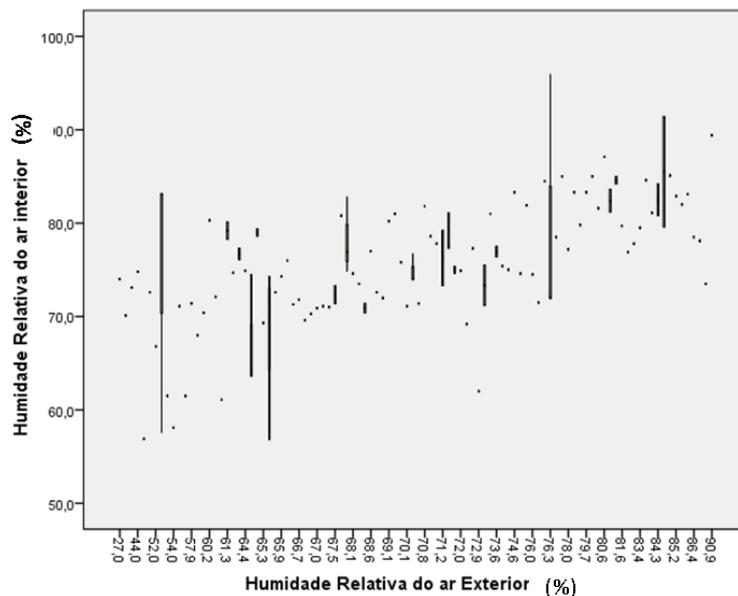
Apesar disso, não existe uma associação estatisticamente significativa deste parâmetro (Humidade Relativa no interior) com a ocorrência de sibilância nos bebés ( $p=0,137$ ).



**FIGURA 16-** Valores da Humidade Relativa do ar, apurados com as medições efetuadas no interior dos quartos (n=131)

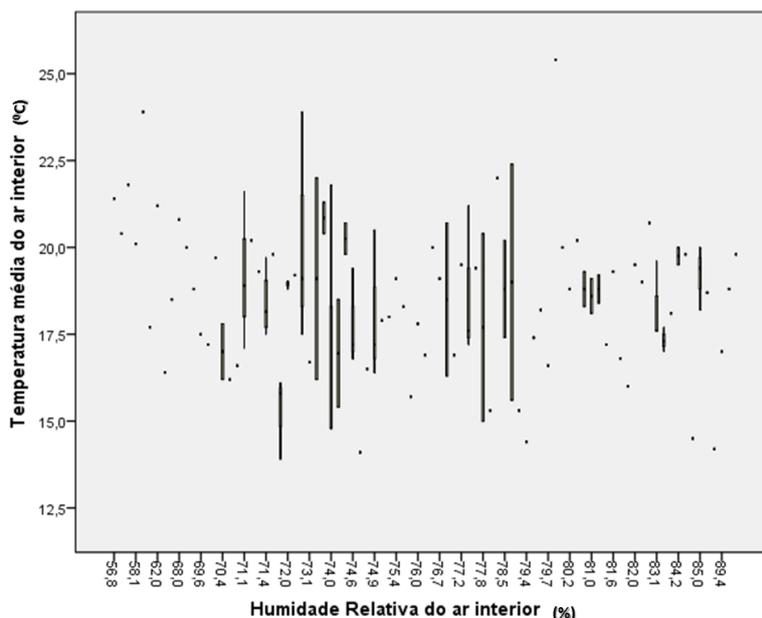
À semelhança do que ocorre com as Temperaturas interior e exterior, também a Humidade Relativa interior, parece estar relacionada com a Humidade Relativa exterior. Se observamos a Figura 17, vemos que existe uma relação de tendência moderada no sentido positivo, confirmada pelo valor  $r$  de 0,619.

Então, pode dizer-se que as concentrações de Humidade Relativa que se venham a registar no exterior provavelmente virão a determinar um sentido idêntico no interior. Parece existir uma tendência para a permeabilidade dos edifícios, facilitando a entrada da humidade do ambiente externo no interno e os meios de controlo da humidade no interior, não estão a funcionar de modo eficaz.



**FIGURA 17** - Correlação entre a Humidade Relativa do ar interior e a Humidade Relativa do ar exterior (n=131,  $r=0,619$ )

Mantendo a tradicional relação da Temperatura com a Humidade Relativa, apontada por vários estudos, verificou-se que o grau de relação entre estes dois parâmetros (Figura 18) tem uma correlação ínfima negativa, uma vez que o coeficiente de correlação é de  $-0,094$ . Ou seja, ainda que de modo muito ligeiro, no interior daqueles quartos, quando a Temperatura baixa a Humidade aumenta.



**FIGURA 18** - Correlação entre a Temperatura média do ar interior e Humidade Relativa do ar interior (n=131,  $r = -0,094$ )

Os efeitos do clima sobre a saúde podem variar de um simples incómodo, enfraquecimento e alterações subclínicas, até danos clínicos e aumento da mortalidade<sup>(198)</sup>.

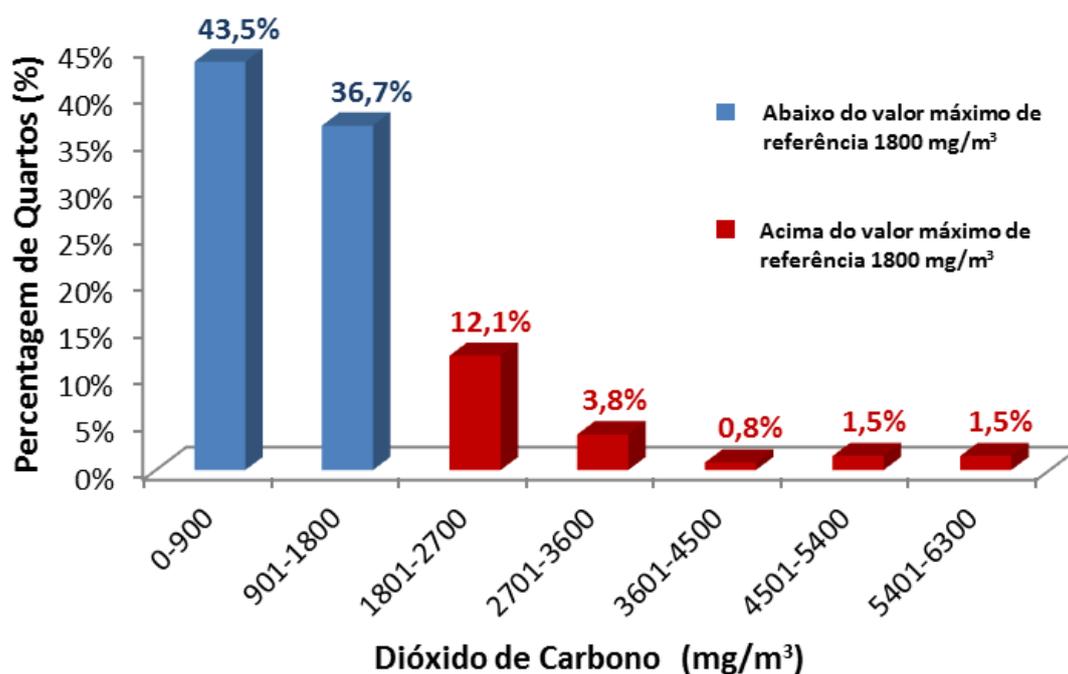
A evidência científica tem demonstrado uma tendência de sazonalidade nos internamentos por doenças respiratórias, com o aumento da incidência em crianças, no período de outono/inverno. A diminuição ou as oscilações da Temperatura e da humidade do ar e o aumento da amplitude térmica, também têm sido apontados como fatores agravantes das doenças respiratórias em crianças pequenas, especialmente em áreas urbanas<sup>(220; 221; 222)</sup>.

Estes dados sugerem a necessidade de uma avaliação dos impactos do clima sobre a saúde da população em estudo, articulada com uma base de informações de saúde/doença que permita refinar estes resultados.

#### **4.3.3 Dióxido de Carbono**

O resultado das medições efetuadas às concentrações de CO<sub>2</sub> no interior dos quartos (Figura 19) indica que 19,7% dos bebés dormia em quartos com níveis acima do valor máximo de referência (1800 mg/m<sup>3</sup>).

Embora os valores apresentados constituam uma minoria de população exposta, importa lembrar que a amostra deste estudo é constituída por um grande grupo de bebés abaixo dos 12 meses. Também é de referir que os valores máximos são para a população em geral. Este dado aponta para a necessidade de um referencial nos parâmetros avaliados aplicável a crianças e bebés.

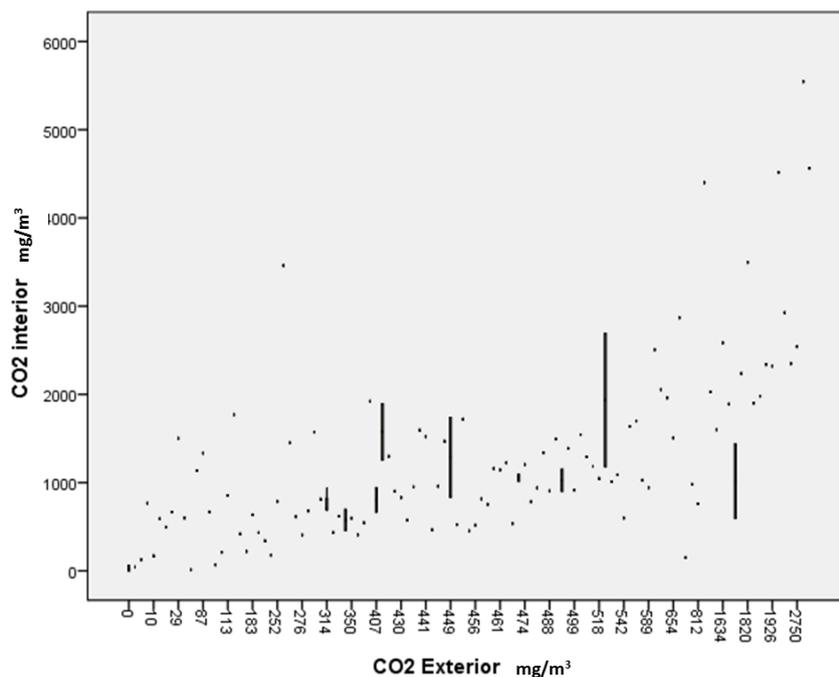


**FIGURA 19** – Valores de CO<sub>2</sub> medidos no interior dos quartos (n=131)

Tal como nos parâmetros anteriores, é útil aferir a relação das concentrações de CO<sub>2</sub> no interior dos quartos com as exteriores. Os resultados ( $r=0,657$ ) indicam que estes parâmetros têm uma correlação moderada no sentido positivo (Figura 20).

Deste modo, constata-se que existe uma influência, ainda que moderada, de poluentes provenientes do exterior.

Mais à frente serão apresentados os dados obtidos com as características e funcionamento dos/nos quartos, que corroboram estes. Isto é, verificou-se que 24,4% das casas onde foram efetuadas as medições, se encontram próximas de fontes de poluição (ver Tabela 7). Este aspeto, aliado ao hábito de abertura de janela verificado por 68,7% dos respondentes (ver Tabela 9), vêm dar consistência aos resultados ora apurados.



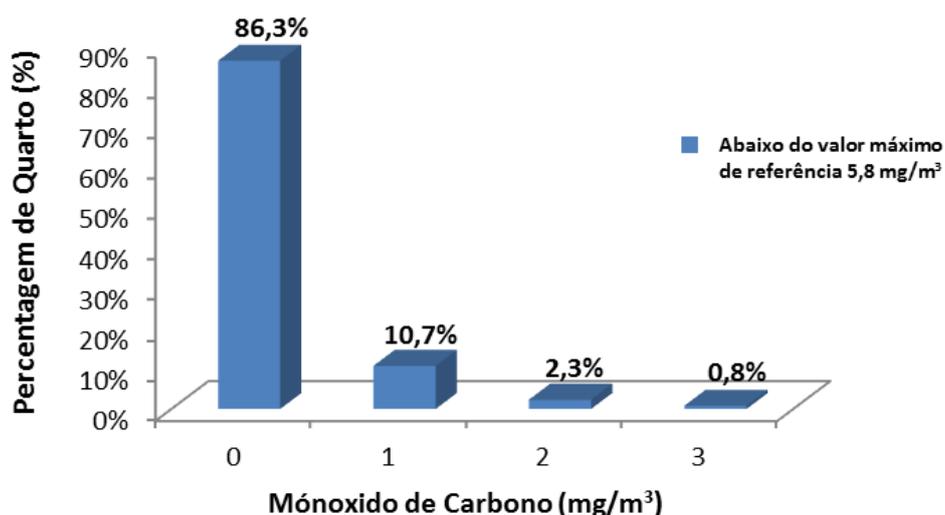
**FIGURA 20** - Correlação entre o CO<sub>2</sub> no interior e o CO<sub>2</sub> no exterior (n=131, r=0,657)

Ainda assim, é importante ter em conta que o CO<sub>2</sub> para além de um poluente também é reconhecido como indicador de higiene do ar interior. Pelo que uma parte dos valores encontrados estarão certamente associados a fatores internos, tanto mais se tivermos em conta o moderado grau de correlação com o exterior.

De qualquer modo, o CO<sub>2</sub> no interior não demonstrou associação estatisticamente significativa com a ocorrência de sibilância ( $p=0,686$ ).

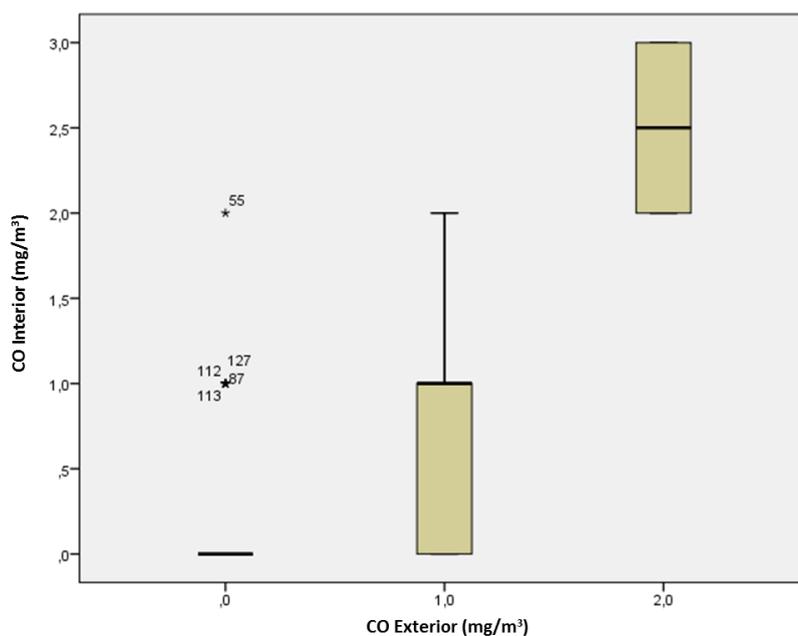
#### 4.3.4 Monóxido de Carbono

Como referido no início deste capítulo, as medições efetuadas ao CO no interior apresentam resultados abaixo do valor máximo de referência (VR 5,8 mg/m<sup>3</sup>). Na maioria (86,2%) o resultado foi 0mg/m<sup>3</sup> e nos restantes 13,8% o valor situou-se entre 1 mg/m<sup>3</sup> e 3 mg/m<sup>3</sup> (ver Figura 21). Estes resultados são compatíveis com os dados resultantes da aplicação do questionário (apresentados mais à frente), especialmente expressos na referência à ausência de fumo ambiental do tabaco em 88,5% dos respondentes.



**FIGURA 21** – Valores de CO medidos no interior dos quartos (n=131)

Idealmente, o CO não deveria estar presente no interior dos quartos, pelo que mesmo abaixo do valor máximo de referência, procurou-se o grau de relação destes com os valores obtidos no exterior (ver Figura 22). De facto existe uma correlação moderada positiva ( $r=0,667$ ), que poderá ter origem em estradas (escapes de veículos automóveis) em proximidade, no universo dos 24,4% das situações referidas como fontes poluidoras em proximidade da casa (ver Tabela 7).

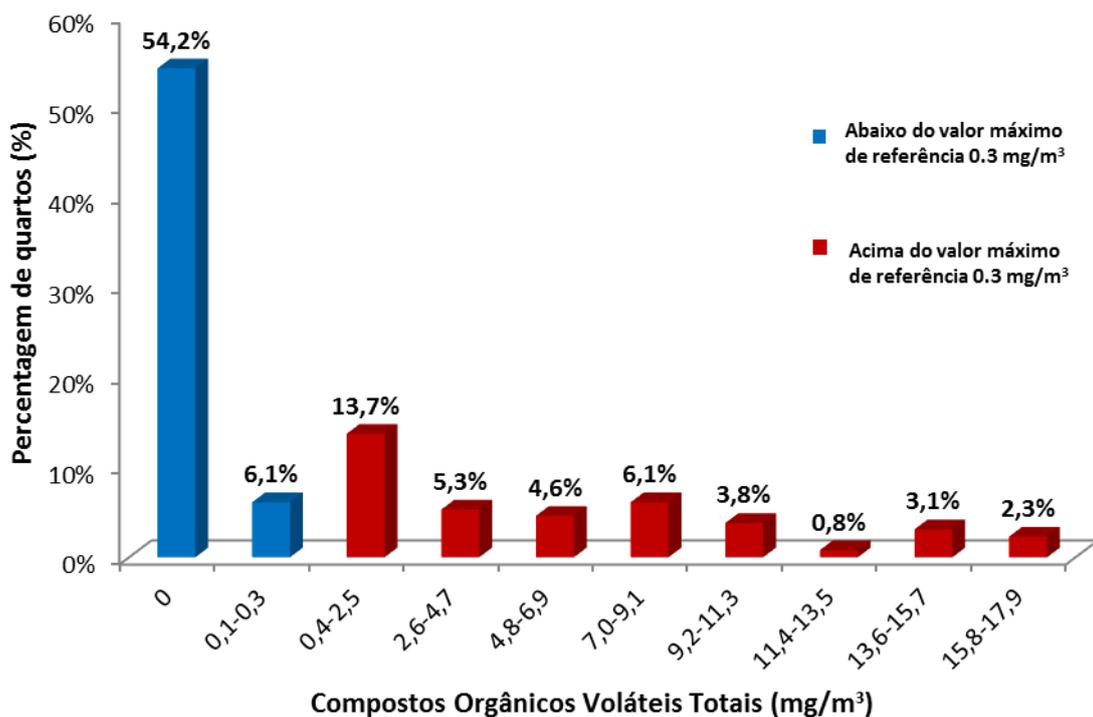


**FIGURA 22** – Correlação entre o CO no interior e o CO no exterior (n=131,  $r=0,667$ )

Não se verificou uma associação significativa entre este poluente (CO no interior) e a ocorrência de episódios de sibilância ( $p= 0,366$ ).

#### 4.3.5 Compostos Orgânicos Voláteis Totais

Na Figura 23 são apresentados os níveis de COVT medidos no interior dos quartos.



**FIGURA 23** – Valores de COVT, obtidos com as medições efetuadas no interior dos quartos ( $n=131$ )

Constata-se que 60,3% está abaixo de  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (valor máximo de referência). Os resultados cuja concentração excede o valor limite de referência são 39,7%, dos quais mais de metade (26,3%) está no intervalo dos  $2,6 \text{ mg/m}^3$  aos  $17,2 \text{ mg/m}^3$ .

Estes resultados são consistentes com outros. No estudo realizado em 2010 em França, Alemanha, Holanda e Grécia, no mesmo grupo etário, as concentrações COVT nos quartos de bebés, encontrava-se acima do valor de referência em 40% dos participantes <sup>(178)</sup>. Noutro, realizado em 2011 na Região Nordeste dos Estados Unidos em contexto residencial, que incluía medições no quarto do bebé, concluiu que 100%

das casas estudadas apresentavam valores de COVT acima do que esse estudo assumiu como limiar ( $0,5 \text{ mg/m}^3$ )<sup>(179)</sup>.

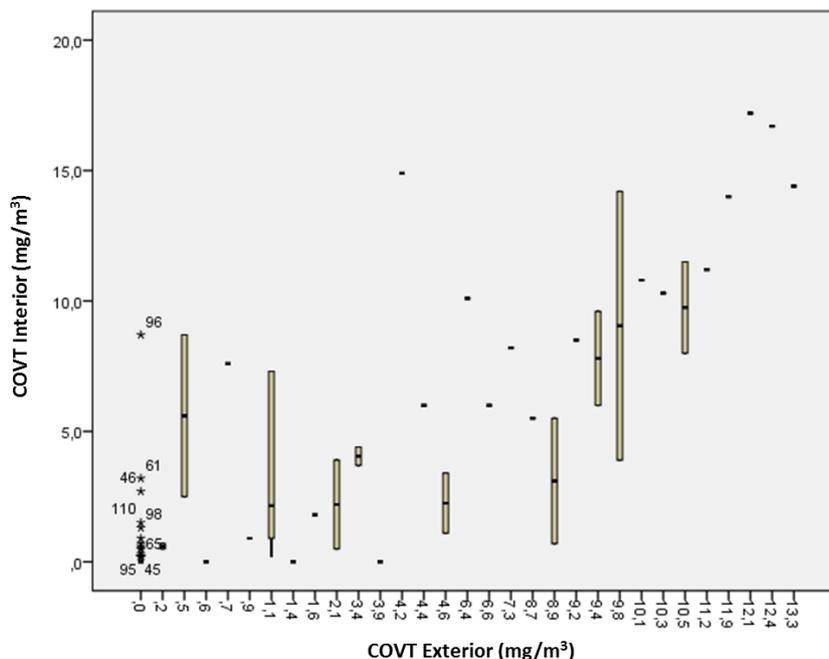
Em Portugal como já foi referido, não são conhecidos estudos em quartos de bebés. No entanto, um estudo realizado para a população portuguesa em geral em 2012, veio apresentar níveis de COVT acima dos valores de referência, em 60% das casas visitadas. Neste caso, o valor de referência considerado foi  $0,6 \text{ mg/m}^3$ , ou seja, duas vezes o utilizado no presente estudo<sup>(184)</sup>.

A discrepância entre os valores de COVT considerados como referência nos diferentes estudos deve-se ao facto de, como referido anteriormente, não existir consenso sobre o valor limite para os COV no ar interior de residências<sup>(66; 166)</sup>.

Segundo a Comissão Europeia (*Joint Research Centre*), a exposição a valores superiores a  $3 \text{ mg/m}^3$  é capaz de desencadear queixas, pela irritação e desconforto respiratório juntamente com fatores de outros desconfortos temporários<sup>(168)</sup>. Este dado conjugado com os valores ora encontrados, bem como com a idade dos ocupantes destes quartos e ainda, com a média de onze horas de permanência no mesmo corrobora a necessidade de aumentar o conhecimento nesta temática.

Constatou-se que não existe uma associação estatisticamente significativa ( $p=0,801$ ) entre os níveis de COVT no interior dos quartos e a sibilância nos bebés.

Na análise da relação entre os COVT medidos no interior, com os COVT medidos no exterior (Figura 24), verificou-se uma correlação positiva ( $r=0,821$ ).



**FIGURA 24** - Correlação entre COVT no interior e COVT no exterior (n=131; r=0,821)

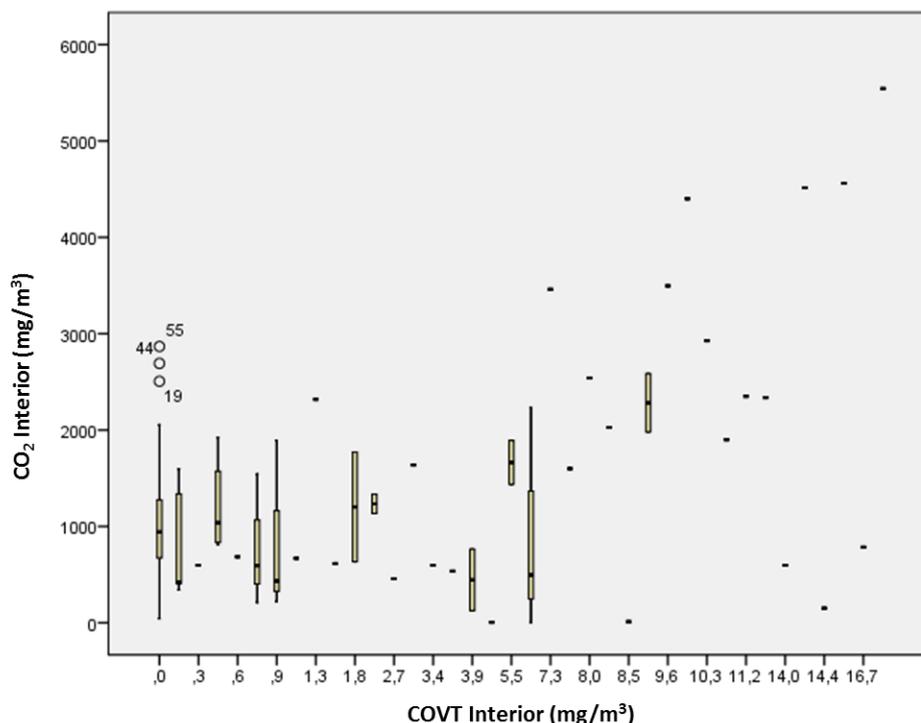
Se observarmos a influência do ambiente exterior para este poluente, verificamos que é idêntica à que ocorre para o CO<sub>2</sub> (Figura 20). No entanto, as concentrações de COVT encontradas no interior foram muito superiores, pelo que é possível que parte das fontes possa estar no interior dos quartos.

Nessa sequência e face aos valores apresentados para os COVT e o CO<sub>2</sub>, considerou-se relevante avaliar a eventual correlação entre as concentrações médias no interior de CO<sub>2</sub> e COVT. Conclui-se que têm uma correlação positiva moderada (r=0,579), o que significa que estes dois poluentes (COVT e CO<sub>2</sub>) poderão estar a influenciar-se mutuamente no sentido positivo, isto é, se um aumenta ou diminui, o outro também.

Este resultado é consistente com o obtido no estudo realizado por Pickett, A. R., em 2011 que ao avaliar a poluição do ar interior nas casas de bebês dos 0 aos 6 meses, encontrou correlação dos valores de COVT com os de CO<sub>2</sub> <sup>(179)</sup>.

Nesse estudo, como noutros, este tipo de resultado aponta para a necessidade de higienização do ar interior com associação ao metabolismo dos ocupantes. O que poderá não fazer sentido neste caso, tendo em conta a correlação apurada para cada um dos poluentes quando comparados com o exterior, isto é, CO<sub>2</sub> interior versus

exterior e COVT interior versus exterior, que foi moderada positiva e forte positiva, respetivamente.



**FIGURA 25** - Correlação entre CO<sub>2</sub> no interior e COVT no interior (n=131; r=0,579)

Para finalizar este subcapítulo, realça-se um aspeto - correlação positiva de vários poluentes e parâmetros no interior com o exterior. A peculiaridade deste dado é relevada porque a evidência tem verificado uma tendência de melhoria na eficiência energética dos edifícios. Essa melhoria, habitualmente converte-se em menores trocas do ar exterior com o interior. Simultaneamente tem ocorrido um investimento na diminuição da poluição atmosférica (48; 49; 151; 145; 139). Esta conjugação deveria proporcionar resultados diferentes dos encontrados.

Parece ainda oportuno referir que estes dados constituem a concretização do **1º Objetivo deste estudo** - Avaliar os níveis de COVT, CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa do ar em quartos de bebês.

Igualmente concretizado, o **2º Objetivo deste estudo** - Verificar a associação dos níveis COVT, com os eventuais episódios de sibilância, fez concluir que apesar de avaliada, não ficou comprovada a existência de associação estatisticamente significativa.

Apesar de muita bibliografia nos indicar uma associação provável entre estes dois fatores (COV-Sibilância), a verdade é que estes resultados não são caso único. Em 2014, Franck, U. *et al* objetivaram avaliar a associação da sibilância na exposição a COV resultantes de atividades de renovação. Curiosamente, o referido estudo concluiu a existência de uma associação dos valores de COV medidos no interior com a sibilância nos bebés seguidos, mas apenas quando a exposição ocorre durante a gravidez. Em contraste com a gravidez, a exposição durante os primeiros 12 meses após o nascimento não mostrou associação estatisticamente significativa com a sibilância, exceto para o estireno e para pisos de PVC <sup>(182)</sup>.

Ainda assim, importa ter em conta que os 34,4% dos bebés que sibilaram podem não fazer parte dos expostos a COVT, dado que pelo menos 54,2% estava num ambiente cuja medição indicou zero como valor. Pelo que, importa reforçar que o facto de não ter sido encontrada associação estatisticamente significativa, não significa que não exista. O estudo de possibilidade desta associação (COV/sibilância) merece assim ser aprofundado.

Na materialização destes desideratos, verifica-se que os resultados apurados constituem informação valiosa para o aumento do conhecimento em qualidade do ar interior. O carater inovador deste estudo é reconhecido pela sua aplicação em contexto residencial, mas acrescido pelo grupo etário em estudo, dados que não são conhecidos estudos idênticos em Portugal.

#### **4.4 Avaliação ambiental do quarto**

Como supradito, o questionário aplicado teve também como objetivo o levantamento das características definidas para a Dimensão Ambiental dos quartos onde dormem os constituintes da amostra, encontrando-se esta análise dividida em

edifício/casa e quarto propriamente dito. De seguida, analisam-se os resumos dos resultados desse levantamento, conforme informação constante nas Tabelas 7, 8, 9 e 10.

Na Tabela 7, apresentam-se os resultados da caracterização do edifício/casa.

**TABELA 7** – Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caracterizar o edifício/casa

		Frequência Absoluta	Frequência Relativa
Zona da Habitação	Rural	14	10,7%
	Urbana	117	89,3%
Tipo de Habitação	Apartamento	110	84%
	Moradia	20	15,3%
	Outro	1	0,8%
Fumadores a residirem em casa	Sim	40	30,5%
	Não	91	69,5%
Casa perto de fonte poluição	Sim	99	24,4%
	Não	32	75,6%
Casa nova ou renovada no último ano	Sim	30	22,9%
	Não	101	77,1%

A Tabela acima permite verificar que a grande maioria das casas (89,3%) se encontra inserida em contexto urbano. Quando se estuda a associação desta característica (Zona da Habitação) com os COVT medidos, não se verifica associação estatisticamente significativa ( $p=0,131$ ).

Para além disso, a maioria da amostra (84%) reside em apartamento, embora a associação entre a Tipologia da Habitação (apartamento, moradia ou outro) e os valores de COVT medidos, não tenha associação estatisticamente significativa ( $p=0,850$ ).

Verifica-se ainda que 30,5% dos bebés coabita com fumadores. No entanto, não fica demonstrada a associação dos níveis de COVT medidos com a existência de fumadores a residir na casa ( $p=0,503$ ).

Constata-se que 75,6% das habitações não tem uma fonte poluidora em proximidade, ao contrário dos restantes 24,4%, que se situam perto de uma autoestrada ou via principal, paragem de autocarro, posto de abastecimento, etc. A proximidade da casa com fonte poluição também não tem associação com os níveis de COVT, ( $p= 0,757$ ).

Também se verifica que 77,1% das casas deste estudo não são novas (têm mais de um ano) nem foram remodeladas no último ano. Quando se procura a associação da característica (Casa Nova ou Remodelada) com os níveis de COVT medidos, não se encontra associação ( $p= 0,731$ ), o que impede de afirmar que os níveis de COVT encontrados estejam associados a esse fator.

Como já foi referido, outros estudos apresentaram associações entre estas características (Zona e Tipo de Habitação, Fumadores Residentes, Fontes de poluição e Remodelação/Renovação da Casa) e os COV<sup>(139; 175; 177)</sup>. No entanto, é necessário ter em conta que esses estudos avaliaram os COV individualmente. Por exemplo, a associação estatística da Zona da Habitação, foi estabelecida com o benzeno e com o estireno<sup>(175)</sup>, os Fumadores Residentes com o formaldeído e as fontes de poluição com Formaldeído, acetaldeído, benzeno, tolueno, Etil-benzeno e xilenos<sup>(177)</sup>. Os dados aqui verificados resultam do estudo de COVT e essa poderá ser uma das influências para a não verificação de associação estatística, em qualquer das características estudadas.

A Tabela 8 apresenta a frequência (absoluta e relativa) das características do quarto. Nesta verifica-se que quase metade dos quartos onde os bebés dormem (48,9%) está no 2º piso do edifício ou em andar acima. Ao analisarmos a relação do piso onde se situa o quarto com os valores de COVT medidos, obtemos um valor de  $p=0,215$ , o que nos faz concluir a ausência de significância estatística para esta associação.

Quase todos os quartos (92,4%) estão localizados sem ligação a fonte de poluição, como garagem, etc. Verifica-se a ausência de associação desta característica (ligação a fonte de poluição) com os valores de COVT ( $p=0,726$ ).

**TABELA 8** - Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caracterizar o quarto quanto à sua estrutura

		<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa</b>
Piso onde se situa o quarto	R/c ou térreo	<b>29</b>	<b>22,1%</b>
	1º Andar	<b>38</b>	<b>29%</b>
	2º Andar ou mais alto	<b>64</b>	<b>48,9%</b>
Ligado a garagem ou fonte de poluição idêntica	Sim	<b>10</b>	<b>7,6%</b>
	Não	<b>121</b>	<b>92,4%</b>
Área em m <sup>2</sup>	4m <sup>2</sup> a 10m <sup>2</sup>	<b>23</b>	<b>17,6%</b>
	11m <sup>2</sup> a 14m <sup>2</sup>	<b>64</b>	<b>48,9%</b>
	15m <sup>2</sup> a 18m <sup>2</sup>	<b>40</b>	<b>30,5%</b>
	19m <sup>2</sup> ou mais amplo	<b>4</b>	<b>3%</b>
Janela	Sim	<b>130</b>	<b>99,2%</b>
	Sim mas não abre	<b>1</b>	<b>0,8%</b>
Sistema de Climatização	Nenhum	<b>38</b>	<b>29%</b>
	Ar condicionado ou ventilador mecânico	<b>36</b>	<b>27,5%</b>
	Aquecedor a óleo	<b>42</b>	<b>32%</b>
	Outro	<b>15</b>	<b>11,5%</b>
Revestimentos decorativos das paredes e teto	Pintura	<b>119</b>	<b>90,8%</b>
	Papel	<b>1</b>	<b>0,8%</b>
	Ambos (papel e pintura)	<b>10</b>	<b>7,6%</b>
	Outros	<b>1</b>	<b>0,8%</b>
Quarto renovado no último ano	Sim	<b>41</b>	<b>31,3%</b>
	Não	<b>89</b>	<b>67,9%</b>
	Não Sabe	<b>1</b>	<b>0,8%</b>
Antiguidade do mobiliário <sup>2</sup>	Recente (com um ano ou menos)	<b>20</b>	<b>15,3%</b>
	Antigo (com mais de um ano)	<b>111</b>	<b>84,7%</b>
Material de que são feitos os móveis <sup>3</sup>	Madeira	<b>124</b>	<b>94,7%</b>
	Outros (metal, plástico, pele ou napa)	<b>7</b>	<b>5,4%</b>

<sup>2</sup> 3 ou mais peças de mobiliário com a mesma antiguidade

<sup>3</sup> 3 ou mais peças de mobiliário, feitas do mesmo material

Com o mínimo de 4 m<sup>2</sup> e o máximo de 22 m<sup>2</sup>, os quartos têm em média uma área de 13,4 m<sup>2</sup>. Este fator conjugado com a ocupação do quarto permitiu apurar uma densidade média de 0,2 pessoa/m<sup>2</sup>, com um mínimo de 0,07 pessoa/m<sup>2</sup> e com o máximo de 0,8 pessoa/m<sup>2</sup>. Também aqui se procurou avaliar uma associação da densidade com os níveis de COVT ( $p=0,180$ ) e com os níveis de CO<sub>2</sub> ( $p=0,142$ ), tendo-se concluído que em ambos os casos não existe uma associação estatisticamente significativa.

Todos os bebés dormem em quarto com janela, no entanto em apenas 1 caso a janela existente não possui abertura controlável, isto é, apesar de existir (para entrada de luz) não possui a função de ventilar.

No que se refere ao sistema de climatização, verifica-se a total inexistência em 29% dos respondentes. Dos restantes, apurou-se que os sistemas mais frequentes são o aquecedor a óleo (32%) e o aquecimento por ar condicionado (27,5%).

Em 90,8% dos quartos, as paredes e teto têm a pintura como revestimento decorativo, cuja associação com os níveis de COVT não é estatisticamente significativa ( $p=0,476$ ).

Quando questionados, os familiares de 31,3% dos constituintes da amostra referiram que o quarto onde o bebé dorme foi renovado/remodelado no último ano. Ao acreditarmos que este fator poderia estar relacionado com os valores de COVT, fomos verificar essa associação, tendo concluído que não é estatisticamente significativa ( $p=0,987$ ).

No que se refere ao mobiliário, verifica-se que a maioria (84,7%) não é recente, isto é, tem mais de 1 ano. 94,7% dos bebés dorme num quarto, cujo mobiliário é maioritariamente feito de madeira. Na associação destas características com os níveis de COVT, verifica-se mais uma vez a ausência de associação estatisticamente significativa (antiguidade do mobiliário  $p=0,929$ ; tipo de material do mobiliário  $p=0,151$ ).

Estes dois dados, uma minoria de situações de renovação de casa/quarto (31,3%) e mobiliário tendencialmente mais antigo (84,7%), vêm tornar este estudo *sui*

*generis*. A maior parte dos estudos aponta para o hábito de renovação do quarto e uma propensão para a remodelação ou compra de mobiliário novo, quando há um bebé <sup>(179; 205)</sup>, o que não se verificou no presente estudo. Esta diferença pode estar associada a fatores de conjuntura financeira, bem como a uma melhor consciência ecológica das pessoas. Pode ainda, constituir uma alteração de uma tendência, pelo que é um aspeto interessante de aprofundar.

Em resumo, a análise da Tabela 8 revela um conjunto de dados que permite uma profícua caracterização dos quartos onde os bebés dormem. Este levantamento permitiu ainda, a procura da associação entre estas características e o poluente estudado (COVT), não se tendo observado associações estatisticamente significativas. Essa constatação vem diferir de estudos que apontaram em sentido contrário, no entanto, reiteramos a constatação que todos analisaram a associação dos COV individualmente <sup>(207; 205; 176; 209)</sup>.

Apesar dos COVT serem uma temática pouco explorada, este estudo encontrou similaridade com o realizado em 2011, em residentes da Região Nordeste dos Estados Unidos, cujas medições dos parâmetros de avaliação ambiental foram realizadas em 10 dos 53 constituintes da amostra (bebés dos 0 aos 6 meses). Nessa investigação, os resultados apontam para conclusões idênticas, nomeadamente no que se refere à não constatação de associação estatística nas diferenças, bem como no que se refere aos níveis de poluentes encontrados e ainda na correlação positiva dos COVT com o CO<sub>2</sub> <sup>(179)</sup>.

Importa ainda ter em conta, que o impacto das características do quarto do bebé pode ter uma ação conjunta ao invés de isolada, o que sugere a importância de aprofundar o estudo.

Ao analisarmos o peso relativo dos elementos, definidos para caracterizar o funcionamento/utilização do quarto obtivemos os resultados apresentados na Tabela 9.

**TABELA 9** - Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caracterizar o funcionamento/utilização do quarto

		<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa</b>
Hábitos de abertura da janela do quarto	Menos de uma vez por mês	<b>8</b>	<b>6,1%</b>
	Uma a duas vezes por semana	<b>33</b>	<b>25,2%</b>
	Uma a duas vezes por dia	<b>90</b>	<b>68,7%</b>
Ocupação do quarto (incluindo o bebé)	Três ou mais pessoas	<b>7</b>	<b>9,2%</b>
	Duas pessoas	<b>79</b>	<b>60,3%</b>
	Uma pessoa	<b>18</b>	<b>13,7%</b>
	Dorme sozinho	<b>27</b>	<b>16,8%</b>
Fungos visíveis no quarto	Sim	<b>39</b>	<b>28,9%</b>
	Não	<b>90</b>	<b>68,7%</b>
Higiene pessoal realizada no interior do quarto	Sim	<b>74</b>	<b>56,5%</b>
	Não	<b>57</b>	<b>43,5%</b>

Verifica-se que a maioria dos familiares dos bebés tem hábitos de ventilação do espaço, isto é, para 68,7% a abertura da janela do quarto é realizada 1 a 2 vezes por dia. Também se constata que mais de metade dos bebés (60,3%) dormia em quartos ocupados por apenas outra pessoa. Verificou-se ainda a presença de fungos visíveis em 30% dos quartos; assim como a higiene pessoal (do bebé ou outras pessoas) como prática no interior do quarto em cerca de metade da amostra, isto é, 56% dos respondentes referiram esse hábito.

A associação das diferentes variáveis acima descritas [hábitos de abertura da janela do quarto- ( $p=0,633$ ); fungos visíveis no quarto ( $p=0,934$ ); higiene pessoal realizada no interior do quarto ( $p=0,564$ )] com os níveis de COVT não é associação estatisticamente significativa.

É de evidenciar o valor encontrado para hábitos de abertura da janela (68,7%, 1 a 2 vezes por dia), diferente da maior parte dos estudos consultados que revela a falta dessas práticas, para o necessário contributo na melhoria da ventilação dos espaços interiores<sup>(207; 208; 206)</sup>.

**TABELA 10** - Síntese dos resultados obtidos com a avaliação dos elementos definidos para caracterizar a utilização do quarto nas 48 horas anteriores à medição

		<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa</b>
Práticas de Climatização	Ar condicionado ou ventilador	<b>15</b>	<b>11,5%</b>
	Aquecedor a óleo	<b>19</b>	<b>14,5%</b>
	Outro sistema	<b>7</b>	<b>5,3%</b>
Fumo ambiental de tabaco	Sim	<b>12</b>	<b>9,2%</b>
	Não	<b>116</b>	<b>88,5%</b>
	Não sabe	<b>3</b>	<b>2,3%</b>
Práticas de utilização de ambientadores	Elétrico	<b>3</b>	<b>2,3%</b>
	Incenso	<b>0</b>	<b>0%</b>
	Velas aromáticas, plantas perfumadas, grinaldas	<b>4</b>	<b>3,1%</b>
	Outro	<b>4</b>	<b>3,1%</b>
Práticas de higienização do quarto	Detergente/desinfetante para o chão	<b>28</b>	<b>21,4%</b>
	Detergente/óleos para mobiliário	<b>8</b>	<b>6,1%</b>
	Multiusos/limpa-superfícies/limpa-vidros	<b>5</b>	<b>3,8%</b>
Práticas de Higiene da Roupa	Limpeza a seco ou com produtos de lavanderia	<b>3</b>	<b>2,3%</b>
	Limpeza comum	<b>41</b>	<b>31,3%</b>
Outras práticas	Desumificadores/purificadores	<b>13</b>	<b>9,9%</b>
	Produtos de combate a pragas	<b>6</b>	<b>4,6%</b>
	Tintas ou diluentes	<b>0</b>	<b>0%</b>
	Equipamentos a gás	<b>0</b>	<b>0%</b>
	Pinturas e envernizamentos	<b>0</b>	<b>0%</b>
	Utilização de suplementos de lazer	<b>0</b>	<b>0%</b>

A Tabela 10 resume a frequência (absoluta e relativa) das práticas realizadas nas 48 horas anteriores à medição, para os elementos definidos neste estudo, onde se verifica que as formas mais frequentes de aquecimento do quarto são o aquecedor a óleo (14,5%) e o ar condicionado ou ventilador (11,5%). Estes valores estão em sintonia com os principais sistemas de climatização existentes nos quartos (Tabela 8). Salienta-se de forma evidente a ausência de fumo ambiental de tabaco - 88,5%, o que pode estar influenciado pelo conhecimento prévio da visita para a aplicação dos

instrumentos de recolha de dados, principalmente se tivermos em conta que, residem nas habitações 30,5% fumadores, como se pode visualizar na Tabela 8.

Naquele hiato temporal (48 horas anteriores) 8,5% dos respondentes referiu a utilização de ambientadores para aromatizar o quarto. Do mesmo modo, 31,3% e 33,6% realizou ações de higienização do quarto e da roupa, respetivamente. Também se verifica a utilização de desumificadores (9,9%) e de produtos de combate a pragas (4,6%).

Como se pode observar na Tabela 11, não existe uma associação estatisticamente significativa entre os níveis COVT com qualquer dos elementos/características anteriormente descritos.

**TABELA 11-** Nível de significância ( $p$ ) da associação das características definidas para a utilização do quarto, com os níveis COVT

Práticas de Climatização	Ar condicionado	$p=0,433$
	Aquecedor a óleo	$p=0,751$
	Outro tipo de climatizador	$p=0,713$
Fumo ambiental de tabaco		$p=0,815$
Práticas de higienização do quarto	Detergente e/ou desinfetante para o chão	$p=0,495$
	Detergente ou óleos para mobiliário	$p=0,867$
	Multiusos, limpa vidros ou limpa superfícies	$p=0,440$
Práticas de utilização de ambientadores	Ambientador elétrico	$p=0,689$
	Velas aromáticas, plantas perfumadas, grinaldas	$p=0,080$
	Outro	$p=0,080$
Práticas de Higiene da Roupa	Detergente Comum	$p=0,929$
	Limpeza a seco (lavandaria)	$p=0,178$
Outras práticas	Desumificadores/purificadores	$p=0,827$
	Produtos de combate a pragas	$p=0,674$

Quando analisada a associação estatística, de todas as características descritas ao longo deste subcapítulo, verifica-se que aquelas que mais se aproximam de uma associação com os níveis COVT são os ambientadores ( $p=0,080$ ); a Zona de implantação da casa ( $p=0,131$ ); a Limpeza da Roupa a seco ( $p=0,178$ ) e a Densidade do quarto ( $p=0,180$ ). Ainda assim, como se verifica nenhuma destas, características nem das restantes apresenta um nível de significância ( $p < 0,05$ ) que permita definir uma associação, concluindo-se que as diferenças observadas para todas as variáveis apresentadas não são estatisticamente significativas.

Voltando aos objetivos iniciais estabelecidos para este estudo, constata-se a concretização do 3º e 4º Objetivos.

O **3º Objetivo** - Caracterizar os quartos dos bebés nos aspetos que possam influenciar as concentrações de COVT, como se percebe, foi alcançado através da adequabilidade do questionário aplicado tendo permitido os resultados da caracterização já apresentados. A sua estrutura, concebida com forte relação às características (casa e quarto onde o bebé dorme) que influenciam as concentrações de COV, não se esgota aí, uma vez que permite uma avaliação mais abrangente da QAI aplicável ao contexto residencial, mais concretamente em quartos. Contempla ainda a componente de caracterização individual que engloba questões de saúde respiratória, em especial no que se refere à sibilância, o que dilata favoravelmente o seu âmbito de aplicação. Concebido para uma população portuguesa, este questionário está flexivelmente formulado, o que permite a utilização noutros estudos. Para além da construção do questionário, a sua aplicação resultou numa caracterização robusta dos quartos onde os bebés dormem, relativamente aos aspetos que mais influenciam a QAI. Tanto quanto sabemos, é a primeira vez que este tipo de abordagem é utilizada na população portuguesa até aos 36 meses.

O **4º Objetivo** - Verificar a associação entre os níveis de COVT e as características do quarto onde os bebés dormem; foi também concretizado.

No entanto, como já referido, não foram observadas associações estatisticamente significativas entre o aumento dos níveis de COVT e as várias características do quarto

analisadas. A ausência de significado estatístico poderá dever-se à multiplicidade de fatores que contribuem para o aumento de COV no ar interior. Considerando que os níveis de COVT resultam do somatório de contribuições das diversas características dos quartos, é justificada a dificuldade em encontrar associações significativas com cada característica isoladamente. O aumento da amostra, com o conseqüente aumento do número de quartos com cada característica analisada e do número de quartos com níveis de COVT, poderá levar a associações com significado estatístico.

#### **4.5 Limites do estudo**

Sabendo que a validade da investigação está associada à capacidade de medir o fenómeno em estudo, considera-se fundamental a erradicação ou redução de viéses, que ao estarem presentes alteram os resultados. Nesse sentido foram feitos esforços para os eliminar de forma a aumentar a validade deste trabalho.

Contudo, sabe-se que é difícil a sua eliminação por completo, pelo que a possibilidade da sua existência deve ser apurada, para que se possa conhecer melhor o alcance da medição e proceder à apresentação de um estudo mais rigoroso, através da discussão das limitações, aumentando a compreensão dos resultados obtidos.

Neste estudo reconhecem-se dois tipos de viés: o viés de seleção e o viés de mensuração.

O viés de seleção (erro sistemático relacionado com o método de seleção de participantes) encontrado foi o de “não-resposta”. Ou seja, será que os resultados obtidos seriam os mesmos se os familiares não-respondentes tivessem participado? A resposta a esta pergunta sugere a presença de erro aleatório, pois aqui parece que com um aumento da amostra talvez esta questão fosse completamente sanada.

Avaliando em perspectiva, foram realizadas todas as diligências possíveis e necessárias. De modo, que neste momento os resultados obtidos representam 75% de

certeza (com uma heterogeneidade de 50%, uma margem de erro de 5%), de que estes seriam os mesmos se os familiares não-respondentes tivessem participado.

Com a experiência adquirida poderíamos alterar alguns aspetos, que agora acreditamos influenciarem favoravelmente o tamanho da amostra.

Procurando iniciar o recrutamento de participantes num período de trabalho menos atípico. Isto porque toda a angariação decorreu num período de férias, pelo que apenas uma pequena parte pode fazer a abordagem às famílias.

Efetuando o recrutamento de participantes em simultâneo com a recolha de dados, mantendo a atualidade e brevidade dos contactos com quem aceitou participar.

Recomendar-se-ia ainda, que a maioria dos contactos para a marcação das visitas, fossem realizados em período pós-laboral. Pois, uma parte dos contactos que nunca atendeu as chamadas poderá resultar da impossibilidade de o fazer, por estar em horário de trabalho.

O viés de mensuração (ou classificação) identificado foi o de memória, acerca da identificação da sibilância que pode variar entre os familiares inquiridos, pelo que as crianças podem ser classificadas como tendo episódios de sibilância quando a mesma pode não ter ocorrido ou vice-versa. Neste âmbito, é de salientar a importância da confirmação do diagnóstico por um profissional de saúde e sugere a utilidade de medidas objetivas. Antecipando esta situação e com vista à minimização do erro, como já foi referido, as perguntas do questionário acerca da sibilância foram inspiradas no *International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)* <sup>(203; 204)</sup>, pelo que a abordagem é clara e simplificada.

Importa ainda referir que este estudo é limitado:

- Pelo uso de um desenho em corte transversal – o desenho do estudo limita a capacidade de estabelecer possíveis relações causais entre sibilância e os fatores que lhe possam estar associados;
- Pela escolha da medição de uma mistura de COV, vulgo COVT, ao invés da amostragem de COV individuais; no entanto essa opção foi assumida desde o

início e considerada igualmente uma vantagem face à necessidade de aumentar o conhecimento sobre os COV, na sua ação conjunta e de um modo global.

- Como já referido, pela ausência de confirmação/avaliação médica da sibilância.

Por outro lado, a utilização de um questionário breve e simples, aplicado por profissionais conhecedores da temática, facilitou a participação, minimizando a perda de *compliance* durante todo o levantamento de dados.

A escolha do questionário enquanto instrumento de recolha de dados deveu-se sobretudo à procura de maior eficácia no processo. Consideram-se três razões fundamentais:

1. Admite-se que este tipo de ferramenta veio potenciar um maior número de respostas, o que se traduz em mais riqueza de informação;
2. Estando prevista a medição de parâmetros indicadores da qualidade do ar interior e, atendendo às características de dispersão geográfica do universo em estudo, a aplicação do questionário na mesma deslocação, permitiu uma maior economia na obtenção dos dados desejados;
3. Tratando-se de um questionário a ser aplicado por profissionais, facilita a obtenção de respostas fiáveis.

Considera-se ainda que, apesar da procura de uma amostra maior, é importante a dimensão conseguida – 131 participantes. Face à evidente dificuldade que pode representar o acesso, quando a recolha de dados se faz no espaço mais reservado da pessoa – a casa, especialmente no quarto. O número de participantes alcançado pode considerar-se bastante positivo.

Por fim, verificou-se um aspeto merecedor de referência, ainda que lateralizado face ao foco desta investigação. O presente estudo permitiu uma articulação entre as USF e UCSP com a USP, que ficou expressa no envolvimento dos profissionais que colaboraram nas várias fases. Ficando assim demonstrada que a investigação é uma

possibilidade e potencialidade exequível, entre Unidades que coabitam no mesmo ACES.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou a qualidade do ar em quartos de bebés, de modo a constituir um contributo no debate da Saúde Ambiental da Criança. Ao reconhecer os COV como um poluente de relevo, procurou a sua associação com as características do quarto e com a ocorrência de episódios de sibilância nos 131 bebés que constituíram a amostra.

Concomitantemente gerou um questionário, que enquanto instrumento de recolha de dados permite a caracterização dos quartos, relativamente aos aspetos mais impactantes na qualidade do ar interior.

Com a execução deste projeto, foi possível esclarecer as questões de investigação colocadas como hipóteses inicialmente.

Os níveis de COVT nos quartos onde os bebés dormem estão dentro dos valores de referência?

Em 39,7% da amostra, os níveis de COVT medidos nos quartos onde os bebés dormem, ultrapassaram o valor máximo de referência (0,3 mg/m<sup>3</sup>).

Para além dos COVT, foram medidos outros parâmetros: Temperatura, Humidade Relativa, CO<sub>2</sub> e CO; tendo-se verificado que com exceção do CO, todos os parâmetros medidos, excederam os valores de referência. Os COVT excederam em 39,7% dos quartos, o CO<sub>2</sub> excedeu em 19,7% dos quartos, a Temperatura encontrou-se fora do intervalo de referência em 77,9% dos quartos e a Humidade Relativa fora do intervalo de referência em 89% dos quartos.

Em todos os parâmetros acima referidos, foi verificado uma correlação positiva, ainda que nalguns casos moderada, entre os valores observados no ar interior e no ar exterior.

Este resultado é compatível com o facto da maioria dos inquiridos (68,9%) ter referido hábitos de abertura da janela do quarto, uma a duas vezes por dia. Ainda que este dado interessante possa ter contribuído para os valores encontrados, os resultados apurados também podem ser indicadores de uma elevada permeabilidade dos edifícios face ao ambiente exterior, o que demonstra a necessidade de avaliar a

eficácia das políticas de eficiência energética nos edifícios de habitação. Assim, é de salientar a importância da poluição atmosférica na qualidade do ar interior. É pois evidente a pertinência de um olhar integrado e uma atuação holística, que considere quer o ambiente interior, quer o exterior, na qualidade do ar.

A constatação de elevados valores de COVT interiores, deu ainda mais consistência à segunda questão de investigação.

Existe uma correlação entre os níveis de COVT e determinadas características dos quartos?

Ainda que os níveis COVT estejam relacionados com algumas características do quarto, este estudo não encontrou associações estatisticamente significativas nos vários elementos que serviram de suporte à caracterização do quarto. Reconhece-se que uma associação forte entre uma possível causa e o desfecho, medida pelo tamanho do risco relativo, é mais provável de ser causal do que uma associação fraca. Conquanto, o facto de uma associação ser fraca não a impede de ser causal: a força de uma associação depende da presença relativa das outras causas possíveis. Por vezes as circunstâncias de ocorrência não são homogêneas e a variação individual, ao longo do tempo, pode ser maior do que entre os aspetos a avaliar.

Nesta sequência, uma das conclusões importantes deste estudo é a constatação de poucas situações de remodelação do quarto ou da casa, bem como a escassa aquisição de mobiliário novo, quando há um bebé. Este facto vem demonstrar uma eventual alteração duma tendência, até então verificada em estudos anteriores.

É ainda importante ter em conta, que mais de metade dos bebés expostos a COVT superiores aos de referência estava no intervalo de 2,6 mg/m<sup>3</sup> a 17,2 mg/m<sup>3</sup>, o que são níveis muito elevados. Este dado confere relevância à terceira questão de investigação.

Os níveis de COVT estão relacionados com a ocorrência de episódios de sibilância em bebés?

Mesmo que os níveis COVT estejam relacionados com os episódios de sibilância, este estudo não observou uma associação estatisticamente significativa. Assim, os resultados obtidos não permitem concluir que a sibilância na população em estudo se deva aos COVT, Temperatura, Humidade Relativa, CO<sub>2</sub> ou CO.

Estas constatações, aliadas à escassez de estudos neste âmbito, reportam para a necessidade de ampliar o conhecimento, em especial no que se refere ao conforto térmico em espaços para bebés e à influência da mistura de COV (COVT) na sibilância.

O término deste estudo faz abrir uma “janela” para uma panóplia de outros estudos que podem clarificar os resultados ora apresentados. De forma a ultrapassar as limitações encontradas, sugere-se a aplicação destes instrumentos numa amostra maior; dimensionando a população para uma extensão geográfica de âmbito nacional. Outro contributo, que se poderia mostrar profícuo seria o da sua realização com maior carácter de sazonalidade; comparando os resultados de todas as estações do ano e não apenas o período de outono/inverno. Por fim, considera-se que a sua realização, através da avaliação de COV individuais e das concentrações individuais nos bebés, poderia constituir um contributo de relevo.

Ainda assim, estas conclusões constituem uma mais-valia por poderem fomentar a discussão no contexto de Cuidados de Saúde Primários do Sistema de Saúde Português. Em especial nos profissionais que são prestadores de cuidados de saúde, que podem passar a integrar temáticas de saúde ambiental como por exemplo, a qualidade do ar, no âmbito da saúde materna, da saúde da criança e do adolescente. Sabe-se que a saúde infantil em Portugal é considerada uma das melhores do mundo, pelas baixas taxas de mortalidade infantil. Contudo, seria importante que para além do aumento da esperança de vida das crianças, fosse verificado o impacto das políticas de saúde e de ambiente na qualidade de vida dos adultos e idosos em que se vão converter.

Finalmente é de referir, que a importância deste estudo reside sobretudo na sua inovação, dado que constitui o primeiro estudo deste género realizado em

Portugal neste tipo de população, mas também porque os resultados obtidos proporcionam o debate da Saúde Ambiental da Criança. Espera-se por isso, que possa ser um contributo para o aumento do conhecimento sobre qualidade do ar e da sua influência na saúde respiratória dos bebés.

## 5 CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio evaluó la calidad del aire en habitaciones de bebés, con el objetivo de contribuir a en el debate de la Salud Ambiental de los Niños. Al reconocer los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) como un contaminante relevante, se buscó la relación de los niveles COV con las características de lo dormitorio y con la aparición de episodios de sibilancia en los 131 bebés que constituyeron la muestra.

Paralelamente, se desarrolló un cuestionario que permitió una caracterización del dormitorio relativa a los aspectos más impactantes de la calidad del aire interior.

Con la puesta en marcha de este estudio fue posible esclarecer las cuestiones de investigación, colocado como hipótesis inicialmente.

¿Los niveles de Compuestos orgánicos volátiles Totales (COVT) en las habitaciones donde los bebés duermen están dentro de los valores de referencia?

En el 39,7% de la muestra, los niveles de COVT medidos en las habitaciones donde los bebés duermen, fueron más altos que el valor de referencia máximo (0,3 mg/m<sup>3</sup>).

Además de los COVT, fueron medidos otros parámetros: Temperatura, Humedad Relativa, CO<sub>2</sub> e CO; habiéndose verificado que con excepción del CO, todos los parámetros medidos, superaron los valores de referencia. Los COVT fueron más altos en el 39,7% de los dormitorios, el CO<sub>2</sub> se superó en el 19,7% de los dormitorios, la Temperatura se encontró fuera del intervalo de referencia en el 77,9% de los dormitorios y la humedad relativa estaba fuera del intervalo de referencia en el 89% de los dormitorios.

En todos los parámetros señalados por encima, se verificó una correlación positiva, aunque en algunos casos moderada, entre los valores observados en el aire interior y en el aire exterior.

Este resultado es compatible con el hecho de que la mayoría (68,9%) de los encuestados han tenido como hábito el tener abierta la ventana de lo dormitorio, entre una y dos veces al día. Aunque este dato interesante pueda contribuir a los

valores encontrados, los resultados también pueden ser indicadores de una elevada permeabilidad de los edificios frente al ambiente exterior, lo que puede llevar a la necesidad de justificar la eficacia de las políticas de eficiencia energética de los edificios de la habitación. Así, debemos destacar la importancia de la contaminación atmosférica en la calidad del aire interior. Es evidente la conveniencia de una visión integradora y una actuación holística, que considere tanto el ambiente interior, como el exterior en la calidad del aire.

La constatación de elevados valores de los COVT, ha dado más consistencia, a la segunda cuestión de la investigación.

¿Hay una correlación entre los niveles de COVT y determinadas características de las habitaciones?

Aunque los niveles de los COVT estén relacionados con algunas características de la habitación, este estudio no ha encontrado una relación estadísticamente significativa en los diferentes elementos, que han servido de soporte a la caracterización de la habitación. Se reconoce que hay una estrecha relación entre una posible causa y el efecto, medida por el tamaño del riesgo relativo, es más probable de ser causal que no una relación débil.

No obstante, el hecho de ser una relación débil no le impide ser causal: la fuerza de una relación depende de la presencia relativa de otras causas posibles. En ocasiones las circunstancias de que esto ocurra no son homogéneas y la variación individual a lo largo del tiempo puede ser más importante que los aspectos a evaluar.

En esta secuencia, una de las conclusiones importantes del estudio - la constatación de pocas situaciones de remodelación de lo dormitorio o de la casa, así como de la escasa adquisición de mobiliario nuevo, cuando hay un bebé. Este hecho viene a demostrar una eventual alteración de una tendencia, hasta entonces verificada en estudios anteriores.

Es importante tener en cuenta que más de la mitad de los bebés expuestos a COVT superiores a los de referencia, están en el intervalo de los 2,6 mg/m<sup>3</sup> a los 17,2

mg/m<sup>3</sup>, que son valores muy elevados. Este dato confiere relevancia a la tercera cuestión de investigación.

¿Los niveles de COVT están relacionados con la aparición de episodios de sibilancia en bebés?
---

Aunque los niveles de COVT pueden ser relacionados con los episodios de sibilancia, este estudio no ha encontrado una relación estadísticamente significativa. Así, los resultados obtenidos no permiten concluir que la sibilancia en la población en estudio se deba a los COVT, Temperatura, Humedad Relativa, CO<sub>2</sub> o CO.

Estas conclusiones, unidas a la escasez de estudios en este ámbito, han justificado la necesidad de ampliar el conocimiento, en especial en lo que se refiere al conforto térmico en espacios para bebés y en la influencia de la mezcla de COV (COVT) en la sibilancia.

La finalización de este estudio abre una “ventana” para una repetición de otros estudios que puedan clarificar los resultados ahora presentados. De esta forma, para superar las limitaciones encontradas, se sugiere la aplicación de estos instrumentos con una muestra mayor; dimensionando a la población para una extensión geográfica de ámbito nacional. Otra contribución que podría resultar útil sería la realización con un mayor carácter de estacionalidad, comparando los resultados de las diferentes estaciones del año y no solo las de otoño/invierno. Por último, se considera que la realización de este estudio con la evaluación de los COV individuales y de las concentraciones individuales en los bebés, podría constituir una contribución relevante.

Aun así, estos resultados constituyen un valor añadido, ya que pueden fomentar la discusión sobre la atención sanitaria primaria en el contexto del Sistema de Salud Portugués. Especialmente en los profesionales de salud que son prestadores de atención, poner los asuntos de salud ambiental, como la calidad del aire, a ser parte de la salud materna, salud infantil y adolescente. Teniendo constancia que la salud infantil en Portugal se ha considerada como una de las mejores del mundo, por las

bajas tasas de mortalidad infantil. Sin embargo, sería importante que además del aumento de la esperanza de vida de los niños portugueses fuese verificado un impacto de las políticas de salud y del medio ambiente en la calidad de vida de los adultos y ancianos en los que se van a convertir.

Finalmente, la importancia de este estudio reside sobre todo en su innovación, dado que constituyó el primer estudio de este género realizado en Portugal en este tipo de población, pero también porque los resultados obtenidos proporcionan el debate de la Salud Ambiental de los Niños. Por eso es de esperar que pueda contribuir para aumentar el conocimiento de la calidad del aire y de su influencia en la salud respiratoria de los bebés.

## 5 CONCLUDING REMARKS

This study evaluated the air quality of the rooms of babies, in order to make a contribution to the knowledge of Children's Environmental Health. Recognizing Volatile Organic Compounds (VOCs) as a prominent pollutant, this study searched for the association of its levels with the room features and with the occurrence of wheezing episodes in the 131 infants who constituted the sample.

Simultaneously, a questionnaire was elaborated. This data collection instrument provided a characterization of the rooms, regarding the most striking aspects of indoor air quality.

With the implementation of this project it was possible to clarify the research questions, initially defined as hypotheses.

<p>Are the Total Volatile Organic Compounds (TVOC) levels in the rooms where babies sleep, within the reference values?</p>
---

In 39.7% of the sample, the TVOC levels measured in the rooms where babies slept exceeded the maximum reference value ( $0.3 \text{ mg/m}^3$ ).

Besides TVOC levels, other parameters such as Temperature, Relative Humidity,  $\text{CO}_2$  and CO, were measured. With the exception of CO, all measured values exceeded the reference values. TVOC levels exceeded in 39.7% of the rooms,  $\text{CO}_2$  exceeded in 19.7% of the rooms, Temperature was found out of the reference range in 77.9% of the rooms and Relative Humidity was found out of the reference range in 89% of the rooms.

In all the parameters referred above, a positive correlation between the values observed in the indoor and in the outdoor air was verified, although sometimes moderate.

This result is compatible with the fact that the majority of the respondents (68.9%) have the routine of opening the bedroom's window, once or twice a day. Although this interesting data may have contributed to the values found, the results

obtained can also be indicators of a high permeability of the building to the external environment, which can be related to the need to evaluate the effectiveness of energy efficiency policies for residential buildings. It is therefore important to highlight the importance of air pollution in the indoor air quality. The relevance of an integrated approach and a holistic approach is evident, considering both the interior and exterior environments to the air quality.

The interior TVOC high values found, have given even more consistency to the second research question.

Is there a correlation between the TVOC levels and the room features?

Even though the TVOC levels are related to some features of the room, this study did not find statistically significant associations between the elements which characterize the baby's room. It is recognized that a strong association between a possible cause and an outcome, as measured by the relative risk size, is more likely to be causal, than a weak association.

However, the fact that an association is weak does not invalidate it from being causal: the strength of an association depends on the relative presence of other possible causes. Sometimes the circumstances of occurrence are not homogeneous and the individual variation over time may be greater than among the aspects to be evaluated.

It is worth mentioning one of the important conclusions of the study - the finding of few situations of remodeling the babies' room or the house, as well as the scarce acquisition of new furniture, when there is a baby living in the house. This fact demonstrates a possible change in a trend that has been observed in previous studies.

It is also important to note that more than half, among the babies exposed to TVOC values higher than the reference level, are in the range of 2.6 mg/m<sup>3</sup> to 17.2 mg/m<sup>3</sup>, which are very high levels. This fact, gives relevance to the third research question.

Are the TVOC levels related to the occurrence of wheezing episodes in infants?

Even if the TVOC levels are related to the occurrence of wheezing episodes, this study could not find a statistically significant association. Thus, the results obtained do not allow to conclude that the wheezing in the population under study is due to TVOC, Temperature, Relative Humidity, CO<sub>2</sub> or CO.

These findings, along with the lack of studies in this topic, suggest the need to increase knowledge, especially regarding the thermal comfort in the babies' room and about the influence of the VOCs mixture (TVOC) on wheezing.

The end of this study opens a "window" to other studies that may clarify the results presented herein. In order to overcome the identified limitations, we suggest the application of these instruments in a larger sample; perhaps sizing the population to a geographical extent of national scope. Another useful contribution is the study of the seasonality, comparing the results in all seasons, and not just Autumn/Winter. Finally, it is considered that its achievement with the evaluation of individual VOCs and individual concentrations in children could be a significant contribution.

However, these conclusions are an added value, because they can stimulate the discussion in the context of Primary Health Care of the Portuguese Health System. In particular, with professionals who are healthcare providers. They can move to integrate issues of environmental health such as air quality, as part of maternal health, child and adolescent health. It is known that children's health in Portugal is one of the world's best, because of the low rates infant mortality. Nevertheless, apart from the increase in life expectancy of children, it's important to check the impact of health and environmental policies in the quality of the life, while adults and the elderly.

In summary, it is relevant to say that the importance of this study lies especially in its innovation, since it is the first study of this kind carried out in Portugal in this type of population, but also because the results obtained warrant the debate on the

Environmental Health of Children. We hope this will contribute to raising knowledge of the quality of the air and its influence on the respiratory health of infants.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNICEF. Convenção sobre os Direitos da Criança . Nova Iorque : Assembleia Geral das Nações Unidas. 1989.
2. Declaração de Banguete. [Online] 2014 [citado 2014 nov 27]. Disponível em: [www.dge.mec.pt/.../data/.../7\\_bangkok\\_nesase.pdf](http://www.dge.mec.pt/.../data/.../7_bangkok_nesase.pdf).
3. WHO, World Health Organization. Global Plan of Action for Children's Health and the Environment (2010-2015). WHO [Online] 2015 [citado 2015 jan 9]. Disponível em: [http://www.who.int/ceh/cehplanaction\\_10\\_15.pdf](http://www.who.int/ceh/cehplanaction_10_15.pdf).
4. Nunes, R. e Rodrigues dos Santos, R. Los niños y la salud ambiental. Revista de Salud Ambiental. Sociedad Española de Sanidad Ambiental, 2013, Vol. XIII.
5. WHO, World Health Organization. Children's environmental health. [Online] 2014 [citado 2014 nov 27]. Disponível em: <http://www.who.int/ceh/indicators/en/callforactionsplow.pdf>.
6. Organization of American States. Declaration Of Mar Del Plata: Fourth Summit of the Americas. [Online] 2015 [citado 2015 jan 5]. Disponível em: <http://www.state.gov/p/wha/rls/56901.htm>.
7. SVS, Secretaria de Vigilância em Saúde. 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental. Brasília : Diretoria de Vigilância em Saúde do Trabalhador e Saúde Ambiental. 2010.
8. CCE, Comissão das Comunidades Europeias. Uma estratégia europeia de ambiente e saúde. Bruxelas : Comissão das Comunidades Europeias, 2003.
9. Lindsey, M. H., et al., Children's Environmental Health at CDC . Revista de Salud Ambiental. Sociedad Española de Salud Ambiental, 2013: Vol. XIII.
10. Franklin, P. J. Indoor air quality and respiratory health of children. Paediatric Respiratory Reviews. 2007, Vols. 8 (4): 281–286.
11. Breyse, P.N., et al., Indoor Air Pollution and Asthma in Children. American Thoracic Society. 2010, Vols. 7(2): 102–106.
12. Emenius, G., et al., Building characteristics, indoor air quality and recurrent wheezing in very young children (BAMSE). International Journal of Indoor Environment and Health. 2004, Vol. 14(1): 34-42.
13. WHO, World Health Organization. WHO Training Package for the Health Sector. [Online] 2014 [citado 2014 dez 18]. Disponível em: [www.who.int/ceh](http://www.who.int/ceh).
14. Levitzky, M.G. Fisiologia Pulmonar. São Paulo : Manole. 2012.
15. Rozov, T. Doenças Pulmonares Em Pediatria. São Paulo : Atheneu. 2012.

16. Markenson, D.S. Pediatrics, Hospital Administration & Care. New Jersey : Prentice Hall. 2001.
17. Landau, T. Pediatric Respiratory Medicine. Philadelphia : Mosby Elsevier. 2008.
18. Mandy, S. e Val, B. Cardiorespiratório para Fisioterapeutas. London : Editorial Premier. 2004.
19. Oppenshaw, P., Edwards, S. e Helms, P. Changes in rib cage geometry during childhood. Thorax. 1984, Vols. 39: 624-627.
20. Zahraa, J. Pediatric Respiratory System: Basic Anatomy & Physiology. [Online] 2015 [citado 2015 fev 20]. Disponível em: <http://www.mecriticalcare.net/downloads/lectures/PedsBasicAnatomyPhysiology.pdf>.
21. Matsuno, A.K. Insuficiência Respiratória Aguda na Criança. Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. 2012, Vol. 45 (2): 168-84.
22. Piva, J.P., et al., Respiratory failure in the child. J Pediatr (Rio J). 1998, Vol. 74: (Supl.1): S99-S112.
23. Levy, R.J. e Helfaer, M.A. Pediatric airway issues. Crit Care Clin. 2000, Vols. 16(3): 489-504.
24. Adewale, L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. Paediatr Anaesthesia. 2009, Vols. 9 Suppl 1:1-8.
25. Santillanes, G. e Gausche-Hill, M. Pediatric airway management. Emergency Medicine Clinics of North America. 2008, Vols. 26(4): 961-975.
26. Piva, J.P., et al., Asma aguda grave na criança. Jornal de Pediatria. 1998, Vols. 74 (Supl.1): S59-S68.
27. Pinto, J.R. e Silva, I.C. Manual para a abordagem da sibilância em idade pediátrica. Lisboa : Direção Geral da Saúde. 2013.
28. Henry Gong, JR. Wheezing and Asthma - Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. Boston : Emory University School of Medicine, 1990. Cap. 37.
29. Sampaio, I., et al., Fenotipos de sibilância em idade pré-escolar. Factores de risco para persistência, orientações para o diagnóstico e utilidade clínica. Acta Pediátrica Portuguesa. 2010, Vols. 41(5): 222-229.
30. Fernandes, R.M., et al., Abordagem terapêutica da sibilância em idade pré-escolar. Acta Pediátrica Portuguesa - Sociedade Portuguesa de Pediatria. 2010, Vols. 41(6): 266-273.
31. Filho, P.A.T. Asma Brônquica/Asma na Infância. Informações Médicas. [Online]2015 [citado 2015 jan 15] Disponível em: [http://www.asma-bronquica.com.br/PDF/asma\\_infancia.pdf](http://www.asma-bronquica.com.br/PDF/asma_infancia.pdf).

32. Solé, D. Sibilância na Infância. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2008, Vol. 34, número 6.
33. Piippo-Savolainen, E. e Korppi, M. Wheezy babies—wheezy adults? Review on long-term outcome until adulthood after early childhood wheezing. *Acta Paediatrica*. 2008, Vol. 97: 5-11.
34. Mendell, M. J. Indoor residential chemical emissions as risk factors for respiratory and allergic effects in children: a review. *Indoor Air*. 2007, Vol. 17: 259-277.
35. Bousquet, j., et al., Review article: Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) 2008. *Allergy*. 2008, Vol. 63 (Suppl. 86): 8-160.
36. Martinez, F. D. e Godfrey, S. Wheezing Disorders in the Preschool Child: Epidemiology, Diagnosis and Treatment. Martin Dunitz. 2003.
37. Rakes, G.P., et al., Rhinovirus and Respiratory Syncytial Virus in Wheezing Children Requiring Emergency Care, IgE and Eosinophil Analyses. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1999, Vols. 159: 785–790.
38. Rusconi, F., et al., Risk Factors for Early, Persistent, and Late-onset Wheezing in Young Children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1999, Vols. 160: 1617–1622.
39. Bacharier, L.B., et al., Diagnosis and treatment of asthma in childhood: a PRACTALL consensus report. *Allergy*. 2008, Vols. 63(1): 5-34.
40. Weiss, L.N. The Diagnosis of Wheezing in Children. s.l. : American Family Physician, 2008. Vol. 77(8): 1109-1114.
41. Pinto, J. R. e Silva, I. C. Programa Nacional para as Doenças Respiratórias 2012-2016. Manual para Abordagem da Sibilância e Asma Idade Pediátrica. Lisboa : Direção Geral da Saúde. 2014.
42. Martinez, F.D., et al., Asthma and wheezing in the first six years of life. The Group Health Medical Associates. *The New England Journal of Medicine*. 1995, Vols. Jan 19; 332(3): 133-138.
43. Sherriff, A., et al., Risk factor associations with wheezing patterns in children followed longitudinally from birth to 3(1/2) years. *International Journal of Epidemiology*. 2001, Vols. Dec; 30(6): 1473-1484.
44. Carlsen, K.H. What distinguishes the asthmatic amongst the infant wheezers. *Pediatric allergy and immunology*. 1997, Vols. 8: 40-45.
45. Martinez, F. D. Present and future treatment of asthma in infants and young children. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 1999, Vols. 104 (4 Pt 2): 169-174.
46. Schirmer, W.N., et al., Air pollution in internal environments and sick building syndrome. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2011, Vol. 16: 8.

47. Carmo, A.T. e Prado, R.T.A. *Qualidade do Ar Interno*. São Paulo : EPUSP. 1999.
48. Awbi, H.B. Effect of internal partitioning on indoor air quality of rooms with mixing ventilation - Basic study. *Building and Environment* . 2004, Vols. 39(2): 127-141.
49. Brickus, L.S.R. e Neto, F.R.A. A qualidade do ar de interiores e a química. *Química Nova*. 1999, Vol. 22 (1).
50. Mascarenhas, J. *Sistemas de Construção IX - Contributos para o Cumprimento do RCCTE, Detalhes Construtivos sem Pontes Térmicas, Materiais Básicos (6ª parte): o Betão*. Lisboa : Livros Horizonte. 2008.
51. WHO, World Health Organization. *WHO guidelines for indoor air quality*. Copenhagen, Denmark : WHO Regional Office for Europe. 2010.
52. Ramos, C.D., et al., *Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Escritórios e Serviços. Climatização*. 2008, Vols. Set/Out: 62-72.
53. Sundell, J., et al., *Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature*. USA : *Indoor air*, 2004. Vol. 14(2): 51-59.
54. Dales, R., et al., *Quality of indoor residential air and health*. s.l. : *CMAJ*, 2008. Vol. 179 nº.2: 147-152.
55. Martin, W., et al., *Household Air Pollution in Low and Middle-Income Countries: Health Risks and Research Priorities*. *PLoS Med*. 2013, Vol. 10(6): e100-455.
56. WHO, World Health Organization. *Guidelines for indoor air quality: household fuel combustion*. Geneva, Switzerland : WHO Regional Office for Europe. 2014.
57. Josyula, S. L. J., et al., *Household air pollution and cancers other than lung: a meta-analysis*. *Environmental Health*. 2015, Vol. 14: 24.
58. WHO, World Health Organization. *Guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. Copenhagen, Denmark : WHO Regional Office for Europe. 2010.
59. C., Borrego, et al., *A Saúde e o Ar que Respiramos - Um Caso de Estudo em Portugal*. *Textos de Educação*. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 2008. p. 125.
60. Committee on the Effect of Climate Change on Indoor Air Quality, IHPHM, Institute of Health Public Health Medicine health. *Climate Change, the Indoor Environment, and Health*. Washington, D.C. : The National Academies Press. 2011.
61. US-EPA, United States Environmental Protection Agency. *Residential Air Cleaner (Second Editions): A Summary of Available Information*. Washington, D.C. : US-EPA. 2009.
62. EPH, Environmental Public Health. *Environmental public health indoor air: A guide for environmental public health*. Canada : Government of Alberta. 2012.

63. WHO, World Health Organization. Strategic approaches to indoor air policy-making. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe. 1999.
64. US-EPA, United States Environmental Protection Agency. Indoor Air Pollution: An Introduction for Health Professionals. Washington, D.C. : US-EPA. 2014.
65. ALA, American Lung Association. Indoor Air Quality and its Effects on Health. Asthma magazine. 2000, Vols. 5(5): 22-23.
66. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. Manual da Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um guia técnico. Amadora : Agência Portuguesa do Ambiente. 2010.
67. Ole, F. P. What is IAQ?. Indoor Air. 2006, Vols. 16(5): 328-334.
68. OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction. Organisation for Economic Co-operation and Development. 2012. p. 25.
69. Hedge, A., Erickson, W. e Gail, R. Effects of personal and occupational factors on sick building syndrome reports in air conditioned offices In: Work and well-being: assessments and interventions for assessments and interventions for occupational mental health. American Psychological Association, 1992. Vol. 19: 286-98.
70. Hedge, A., Erickson, W. e Rubin, G. Psychosocial correlates of sick building syndrome, Indoor Air. American Psychological Association, 1995. Vol. 15: 10-21.
71. Hedge, A., Erickson, W.A. e Rubin, G. Predicting sick building syndrome at the individual and aggregate levels. Environment International, 1996. Vol. 22 (1): 3-19.
72. Jones, A.P. Indoor air quality and health. Atmospheric Environment. 1999, Vols. 33: 4535-4564.
73. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. APA- Políticas AR. APA. [Online] 2015 [citado 2015 jan 9] Disponível em:  
<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=319&sub3ref=338>.
74. WHO, World Health Organization. Indoor air quality: organic pollutants. Report on a WHO meeting. Copenhagen : EURO Reports and studies. 1989.
75. Quadros, M.E. Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: Parametros físico-químicos e microbiológicos. Universidade Federal de Santa Catarina. [Online] 2015 [citado 2015 jan 8] Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PGEA0317-D.pdf>.
76. Gioda, A. e Aquino Neto, F.R. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. Cad Saúde Pública. 2003, Vols. 19(5): 1389-1397.

77. Hoppe, L.F. Qualidade dos ambientes interiores e o papel da saúde ocupacional. Anais do I Encontro paulista de meio ambiente e controle da qualidade do ar de interiores. Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle de Qualidade do Ar de Interiores. 1999, Vols. 43-51.
78. Moraes, A. P. Qualidade do Ar Interno com Ênfase na concentração de aerodispersóides nos edifícios [Dissertação]. São Paulo : Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2006.
79. WHO, World health Organization. Monitoring ambient air quality. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe. 1999.
80. Martínez, F. J. R. e Callejo, R. C. Edificios saludables para trabajadores sanos. Calidad de ambientes interiores. León : Junta de Castilla y León. 2006.
81. Junker, M., Koller, T. e Monn, C. An assessment of indoor air contaminants in buildings with recreational activity. The Science of the Total Environment. 2000, Vols. 246(2-3): 139-152.
82. Gomes, J. Poluição atmosférica um manual universitário. Porto : Publindústria. 2010.
83. Reitze Jr., A.W. e Sheryl-Lynn, C. The Legal Control of Indoor Air Pollution. Boston College Environmental Affairs Law Review. 1998, Vols. 25, Issue 2: 247-345.
84. ANSI/ASHRAE, American National Standards Institute/American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers Standard. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality 62.1-2010. Atlanta : ANSI/ASHRAE. 2010.
85. ANSI/ASHRAE, American National Standards Institute/American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers Standard. Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings 62.2-2013. Atlanta : ANSI/ASHRA. 2015.
86. US-EPA, United States Environmental Protection Agency. Mold Remediation in Schools and Commercial Buildings. Indoor Air Quality (IAQ). 2008, Vols. EPA 402-K-01-001 .
87. US-EPA, United States Environmental Protection Agency. Building Air Quality: A Guide for Building Owners and Facility Managers. 1991.
88. US-EPA, United States Environmental Protection Agency. The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality. 1995.
89. US-EPA, United States Environmental Protection Agency. Care for Your Air: A Guide to Indoor Air Quality. Indoor Air Quality (IAQ). 2008.
90. WHO, World health Organization. World health Organization - WHO. Indoor air pollution. [Online] 2014 [citado 2014 ago 2] Disponível em: <http://www.who.int/indoorair/en/>.
91. WHO, World Health Organization. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide. Global update. Geneva, Switzerland : WHO Regional Office for Europe. 2005.

92. WHO, World Health Organization. Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Copenhagen, Denmark : WHO Regional Office for Europe. 2009.
93. WHO, World Health Organization. Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America. Copenhagen, Denmark : WHO Regional Office for Europe. 2015.
94. Pui-Shan, H., Kwok-Wai, M. e Ling-Tim, W. Influence of indoor air quality (IAQ) objectives on air-conditioned offices in Hong Kong. Environmental Monitoring and Assessment. 2008, Vol. 144: 315–322.
95. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. APA. [Online] 2015 [citado 2015 jan 8] Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=883>.
96. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Decreto-Lei n.º78/2006 (04-04-2006) D.R. Série I-A 67. Aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética. Portugal : Diário da República Portuguesa. 2006.
97. CEC, Commission of the European Communities. The European Environment & Health Action Plan 2004-2010. Brussels : Commission of the European Communities. 2004.
98. ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. Observatoire de la Qualité de l'air Intérieur. Observatoire de la Qualité de l'air Intérieur. [Online] 2014 [citado 2014 dez 12] Disponível em: <http://www.oqai.fr/ModernHomePage.aspx>.
99. Presidência do Conselho de Ministros. Resolução do Conselho de Ministros n.º 46/2016 (26-08-2016) D.R.série I- N.º 164. Portugal : Diário da República Portuguesa. 2016.
100. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Decreto-Lei n.º79/2006 (04-04-2006) D.R. Série I-A 67. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios. Portugal : Diário da República Portuguesa. 2006.
101. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Decreto-Lei n.º80/2006 (04-04-2006) D.R. Série I-A 67. Portugal : Diário da República Portuguesa. 2006.
102. UE, Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia. DIRECTIVA 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro. Bruxelas : Jornal Oficial das Comunidades Europeias. 2002.
103. UE, Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia. DIRECTIVA 2010/31/UE do Parlamento Europeu do Conselho de 19 de Maio. Bruxelas : Jornal Oficial da União Europeia. 2010.
104. Ministério da Economia e do Emprego. Decreto-Lei n.º 118/2013 (20-08-2013) D.R. Série I, 159. Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE), Regulamento de Desempenho Energético, Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Portugal : Diário da Republica Portuguesa. 2013.

105. Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social. Portaria n.º 353-A/2013 (4-12-2013) D.R 1.ª série — N.º 235. Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços. Requisitos de Ventilação e Qualidade do Ar Interior. Portugal : Diário da Republica Portuguesa. 2013.
106. APA, Agência Portuguesa do Ambiente em parceria com a Direção-Geral da Saúde. Metodologia de avaliação da qualidade do ar interior em edifícios de comércio e serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013. Lisboa : APA/DGS. 2015.
107. Gonçalves Ferreira, F.A. Moderna Saúde Pública. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian. 1990.
108. Morey, P.R., Crawford, G.N. e Rottersman, R.B. Indoor Air Quality in No Industrial Occupational Environments. Patty's Industrial Hygiene. 2011.
109. Silva, F. M. Ventilação natural de edificios turbulência atmosférica. Lisboa : LNEC. 2004.
110. ADENE, Agência para a Energia. Soluções de eficiencia energética. Sistemas de ventilação. Lisboa : Ministério da Economia, 2016. Vol. 5.
111. Mikola, A., et al., Indoor Climate of Classrooms with Alternative Ventilation Systems. World Scientific and Engineering Academy and Society. 2011.
112. Stavrakakis, G., et al., Natural cross ventilation in buildings: Building-scale experiments, numerical simulation and thermal comfort evaluation. Elsevier, Energy and Buildings. 2008, Vols. 40: 1666-1681.
113. Zuraimi, M.S., et al., The effect of ventilation strategies of child care centers on indoor air quality and respiratory health of children in Singapore. Indoor Air. 2007, Vols. 17(4): 317-27.
114. Indoor Environment Group, LBNL. Ventilation Rates and Health in Homes. EPA Indoor Air Quality. [Online] 2014 [citado 2014 dez 9] Disponível em: <https://www.iaqscience.lbl.gov/vent-home>.
115. ANSI/ASHRAE, American National Standards Institute/American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers Standard 55-2010. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. 2012. Vol. 55: 1041-2336.
116. Frederick, H. e Rohles, Jr. Thermal Comfort and Strategies for Energy Conservation. Journal of Social Issues. 1981, Vol. 37: 132–149.
117. Van Hoof, J. Forty years of Fanger's model of thermal comfort: comfort for all? Indoor Air. 2008, Vol. 18: 182-201.

118. Teli, D., Jentsch, M. F., James, P. A. e Bahaj, A. S. Naturally ventilated classrooms: An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children. *Energy and Buildings*. 2012, Vols. 53: 166-182.
119. Yun, H., et al. A field study of thermal comfort for kindergarten children in Korea: An assessment of existing models and preferences of children. *Building and Environment*. 2014, Vols. 75: 182-189.
120. Kameda, K. I., et al. Study on productivity in the classroom (part 3): nationwide questionnaire survey on the effects of IEQ on learning performance. *Japão : In Proceedings of Clima*, 2007: 11-1608.
121. Wargocki, P. e Wyon, D.P. The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children. *HVAC&R Research*. 2007, Vol. 1257. 13(2): 193-220.
122. Fabbri, K. Thermal comfort evaluation in kindergarten: PMV and PPD measurement through datalogger and questionnaire. *Building and Environment*. 2013, Vols. 68, pp. 202-214.
123. Pegas, P.N., et al., Factores de risco e prevalência de asma e rinite em crianças em idade escolar. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. Sociedade Portuguesa de Pneumologia, maio-junho de 2011, Vols. 17 - n.º 3.
124. Government of Canada. Government of Canada. Guidance for Fine Particulate Matter (PM2.5) in Residential Indoor Air. [Online] 2014 [citado 2014 dez 4] Disponível em: <http://healthycanadians.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/fine-particulate-particule-fine/index-eng.php>.
125. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. COV e fontes dos ambientes interiores. Amadora : Agência Portuguesa do Ambiente. 2009.
126. Martínez, F. J. R e Callejo, R. C. Edificios saludables para trabajadores sanos. *Calidad de ambientes interiores*. León : Junta de Castilla y León. 2006.
127. Tillett, T. Don't Hold Your Breath: Indoor CO2 Exposure and Impaired Decision Making. *Environmental Health Perspectives*. 2012, Vol. 120(12): 1671-1677.
128. Ferreira, A. e Cardoso, M. Indoor air quality and health in schools. *J Bras Pneumol*. 2014, Vols. 40 (3): 259-268.
129. ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile For Carbon Monoxide. [ed.] Servicio de Salud Pública Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. Division of Toxicology and Human Health Sciences. 2009.
130. ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Environmental Triggers of Asthma. *Case Studies in Environmental Medicine (CSEM)*. 2007.

131. Magalhães, A.M.A.T. Avaliação do Contributo na Qualidade do Ar Interior Hospitalar da Humidade e dos Fungos. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2009.
132. MS, Ministero della Salute. Ozono (O3). [www.salute.gov.it] Itália : Direzione generale della prevenzione sanitaria. 2015.
133. Carvalho, F. P. Radão e Edifícios. Qualidade do ar interior. Captar. Ciências e Ambiente para todos. 2010.
134. ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Radon. U.S. Department of health and Human Services, Public Health Service. 2012.
135. WHO, World Health Organization. Indoor air quality: organic pollutants. Berlin : WHO Regional Office for Europe. 1989.
136. Pratt, G.C., et al., An assessment of air toxics in Minnesota. Environ Perspect Health. 2000, Vol. 108(9): 815-825.
137. Sexton, K., et al., Children's exposure to environmental tobacco smoke: using diverse exposure metrics to document ethnic/racial differences. Environ Health Perspect. 2004, Vols. 112(3): 392-397.
138. Wallace, LA. Human exposure to volatile organic pollutants: implications for indoor air studies. Annu Rev Energy Environ. 2001, Vols. 26:269-301.
139. Adgate, J.L., et al., Outdoor, Indoor, and Personal Exposure to VOCs in Children. Environ Health Perspect. 2004, Vols. 112(14): 1386–1392.
140. Jaakkola, J.J., Verkasalo, P.K. e Jaakkola, V. Plastic wall materials in the home and respiratory health in young children. Am. J. Public Health, 2000. Vol. 90: 797-799.
141. Jaakkola, J.J., et al., Interior surface materials in the home and the development of bronchial obstruction in young children in Oslo, Norway. Am. J. Public Health. 1999, Vols. 89: 188–192.
142. Zock, J., et al., The use of household cleaning sprays and adult asthma: an international longitudinal study. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2007, Vols. 176: 735-41.
143. CDC, Centers for Disease Control and Prevention. [Online] 2015 [citado 2015 jan 5] Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/chemicalsodors.html>.
144. Wallace, LA. Volatile organic compounds. In: Indoor Air Pollution: A Health Perspective (Samet JM, Spengler JD, eds). Baltimore : MD:Johns Hopkins University Press. 1991. p.252-272.
145. Wallace, LA. Comparison of risks from outdoor and indoor exposure to toxic chemicals. Environ Health Perspect. 1991, Vols. 95: 7-13.

146. Edwards, R.D., et al., VOC source identification from personal and residential indoor, outdoor, and workplace microenvironmental samples in EXPOLIS-Helsinki, Finland. *Atmos Environ.* 2001, Vols. 35: 4829–4841.
147. Wheeler, A. J., Wong, S. L. e Khoury, C. and Zhu, J. Predictors of indoor BTEX concentrations in Canadian residences. *Health Reports - Statistics Canada Catalogue.* 2013, Vols. 24:(5) 11-17.
148. Department of Environment and Heritage Protection. [Online] 2015 [citado 2015 fev 1] Disponível em: <https://www.ehp.qld.gov.au/management/non-mining/btex-chemicals.html>.
149. Newsience. Indoor Air Quality and Children's Products: Measuring Chemical Emissions from Toys and Other Juvenile Goods. EUA : UL - Underwriters Laboratories. 2012.
150. Awi, H.B. The Future of Indoor Air Quality in UK Homes and Its Health Impact. United Kingdom : Beama. 2015.
151. Paciência, I., et al., A Systematic Review of Evidence and Implications of Spatial and Seasonal Variations of Volatile Organic Compounds (VOC) in Indoor Human Environments. *Journal of toxicology and environmental health Part B.* Taylor & Francis. 2016.
152. Feng-Chiao, S., Mukherjee, B. e Batterman, S. Determinants of personal, indoor and outdoor VOC concentrations: An analysis of the RIOPA data. *Environ Res.* 2013, Vols. 126: 192–203.
153. Byun, H., et al., Socioeconomic and personal behavioral factors affecting children's exposure to VOCs in urban areas in Korea. *Journal of Environmental Monitoring.* 2010, Vols. 12: 524–535.
154. Riederer, A., Bartell, S.M. e Ryan, P.B. Predictors of personal air concentrations of chloroform among US adults in NHANES 1999–2000. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology.* 2009, Vols. 19: 248–259.
155. D'Souza, J.C., et al., Ethnicity, housing and personal factors as determinants of VOC exposures. *Atmospheric Environment.* 2009, Vols. 43: 2884–2892.
156. Delgado-Saborit, J.M., et al., Model development and validation of personal exposure to volatile organic compound concentrations. *Environmental Health Perspectives.* 2009, Vols. 117(10): 1571–1579.
157. Wang, S-W., et al., Characterizing relationships between personal exposures to VOCs and socioeconomic, demographic, behavioral variables. *Atmospheric Environment.* 2009, Vols. 43: 2296–2302.
158. Cruz, A.C. *Análise dos Métodos de auditoria à Qualidade do Ar Interior -RSECE [Dissertação].* Aveiro : Universidade de Aveiro. 2009.

159. DGS, Direcção Geral da Saúde. Planos Locais de Acção em Habitação em Saúde. [Online] 2014 [citado 2014 set 11] disponível em: <http://www.dgs.pt/upload/membro.id/ficheiros/i010511.pdf>.
160. Greenguard. Indoor Air Quality & Sensitive Population Groups. [Online] 2014 [citado 2014 set 11] disponível em: [http://greenguard.org/en/technicalCenter/tech\\_techPapers.aspx](http://greenguard.org/en/technicalCenter/tech_techPapers.aspx).
161. Arif, A.A. e Shah, S.M. Association between personal exposure to volatile organic compounds and asthma among US adult population. [ed.] US National Library of Medicine National Institutes of Health. Int Arch Occup Environ Health, 2007. Vol. 80(8): 711-719.
162. Pappas G.P., Herbert R.J., Henderson W., Koenig J., Stover B., Barnhart S. The respiratory effects of volatile organic compounds. United States : International Journal of Occupational and Environmental Health. 2000.
163. Martins, P.C., et al., Airways changes related to air pollution exposure in wheezing children. European Respiratory Journal, 2012. Vol. 39: 246–253.
164. National Sleep Research Resource. Sleep Data - National Sleep Research Resource. [Online] 2015 [citado 2015 jan 9] disponível em: <https://sleepdata.org/>.
165. ECHA, European Chemicals Agency. General Report 2012. Dublin : ECHA. 2013.
166. ECA, European Collaborative Action - Indoor Air Quality & Its Impact on Man. Total Volatile Organic Compounds (TVOC) Report 19. Luxembourg : European Commission- Joint Research Centre, Environment Institute. 1997.
167. Batterman, S., et al., Personal Exposure to Mixtures of Volatile Organic Compounds: Modeling and Further Analysis of the RIOPA Data. Research Reports Health Effects Institute. 2014, Vols. 181: 3–63.
168. Eurofins. VOC Emissions into indoor air limit values (LCI, NIK, CLI, CREL, ...). Eurofins ConsumerProducts Testing. [Online] 2016 [citado 2016 mai 5] disponível em: <http://www.eurofins.com/consumer-product-testing/services/testing/voc-testing/emissions-into-indoor-air-limit-values/>.
169. Government of Alberta. [Online] 2015 [citado 2015 dez 18] disponível em: <http://environment.gov.ab.ca/info/library/6686.pdf>.
170. Garrett, M.H., Hooper, B.M. e Hooper, M.A. Indoor environmental factors associated with house-dust-mite allergen (Der p1) levels in south-eastern Australian houses. Allergy. 1998, Vols. 53: 1060-1065.
171. Couper, D., Ponsonby, A.-L. e Dwyer, T. Determinants of dust mite allergen concentrations in infant bedrooms in Tasmania. Clinical & Experimental Allergy. 1998, Vols. 28, Issue 6: 715–723.

172. Chew, G.L., et al., Monthly measurements of indoor allergens and the influence of housing type in a northeastern US city. *Allergy*. 1999, Vols. 54: 1058-1066.
173. Rumchev, K.B., et al., Domestic exposure to formaldehyde significantly increases the risk of asthma in young children. *European Respiratory Journal*, 2002. Vol. 20(2): 403-408.
174. Venn, A.J., et al., Effects of volatile organic compounds, damp, and other environmental exposures in the home on wheezing illness in children. *Thorax*. 2003, Vols. 58(11): 955-960.
175. Adgate, J.L., et al., Personal, Indoor, and Outdoor VOC Exposures in a Probability Sample. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 2004, Vols. 14, S4–S13.
176. Dassonville, C., et al., Assessment and predictor determination of indoor aldehyde levels in Paris newborn babies' homes. *Indoor Air*. 2009, Vols. 19: 314–323.
177. Hulin, M., Caillaud, D. e Annesi-Maesano, I. Indoor air pollution and childhood asthma: variations between. *Indoor Air*. 2010, Vols. 20: 502–514.
178. WECF, Women in Europe for a Common Future. [www.wecf.eu](http://www.wecf.eu). Women in Europe for a Common Future. [Online] 2013 [citado 2014 dez 11] disponível em: <http://www.wecf.eu/english/articles/2010/03/babies-bedroomtyn.php>.
179. Pickett, A. R. e Bell, M. L. Assessment of Indoor Air Pollution in Homes with Infants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011, Vols. 8: 4502-4520.
180. Gennaro, G., et al., Indoor and Outdoor Monitoring of Volatile Organic Compounds in School Buildings: Indicators Based on Health Risk Assessment to Single out Critical Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2013, Vols. 10: 6273-6291.
181. Cakmak, S., et al., Residential exposure to volatile organic compounds and lung function: Results from a population-based cross-sectional survey. *Environ Pollut*. 2014, Vols. 194: 145-15.
182. Franck, U., et al., Prenatal VOC exposure and redecoration are related to wheezing in early infancy. *Environ Int*. 2014, Vols. 73: 393-401.
183. Behbod, B., et al., Asthma & Allergy Development: Contrasting Influences of Yeasts & Other Fungal Exposures. *Clin Exp Allergy*. 2015, Vols. 45(1): 154–163.
184. Almeida, M. M., Lopes, I. e Nunes, C. Caracterização da qualidade do ar interior em Portugal – Estudo HabitAR. *Revista Portuguesa de Imonunoalergologia*. 2010, Vols. 18 (1): 21-38.
185. Madureira, J., et al., Indoor air quality in schools and its relationship with children's respiratory symptoms. *Atmospheric Environment*. 2015, Vols. 118: 145-156.

186. Madureira, J., et al., Indoor air quality in Portuguese schools: levels and sources of pollutants. *Indoor Air*. 2016, Vol Aug;26(4): 526-537.
187. Mendes, A., et al., Environmental and Ventilation Assesement in Child Day Care Centers in Potu: The ENVIRH Project. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2014, Vols. 77: 931–943.
188. Araújo-Martins, J., et al., Environment and Health in Children Day Care Centres (ENVIRH) – Study rationale and protocol. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. 2014, Vols. 20(6): 311-323.
189. Carreiro-Martins, P., et al., Effect of indoor air quality of day care centers in children with different predisposition for asthma. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2016, Vols. 27: 299–306.
190. Carreiro-Martins, P., et al., CO2 concentration in day care centres is related to wheezing in attending children. *European Journal of Pediatrics*. 2014, Vols. 173, Issue 8: 1041–1049.
191. Madureira, J., et al., Home Enviroment and asthma in portuguese school children: a case-controlle study. *Helthy Buildings Europe*. 2015, Vols. 78(13-14): 915-30.
192. Madureira, J., et al., Indoor air risk factors for schoolchildren’s health in Portuguese homes: Results from a case-control survey. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2016, Vols. 79(20):938-53.
193. Madureira, J., et al., Indoor pollutant exposure among children with and without asthma in Porto, Portugal, during the cold season. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016, Vols. 23(20): 20539-20552.
194. INE, Estimativas Anuais da População Residente 2015. INE. [Online] 2016 [citado 2016 ago 8] disponível em: <http://www.ine.pt>.
195. USPAS, Unidade de Saúde Pública Arnaldo Sampaio. PLSAR - Plano Local de Saúde do Arco Ribeirinho. PLSAR - Plano Local de Saúde do Arco Ribeirinho. Barreiro : ARSLVT - ACES AR. 2015.
196. DGS, Direção-Geral da Saúde. Portugal Doenças Respiratórias em números 2015. Lisboa : Direção-Geral da Saúde. 2016.
197. Mendes, M. e Armando, J. Industrialização em Portugal no século XX: o caso do Barreiro. Lisboa : EDIUAL - Universidade Autónoma Editora, S. A. 2010.
198. Nunes da Silva, E. e Ribeiro, H. Ambiente atmosférico urbano e admissão hospitalar de crianças. *Revista de Salud Ambiental*. SESA, 2013, Vol. 13.
199. Quest Technologies, EVM séries. Manual EVM Series-Environmental Monitoring Instrument. Minnesota, EUA : Quest Technologies, a 3M company, 2009. Vols. 074-300.

200. ADENE, Agência para a Energia. Nota Técnica NT-SCE-02. Metodologia para auditorias periódicas de QAI em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE. Lisboa : Agência para a Energia. 2009.
201. ISO, International Standard Organization. ISO 1600-5. Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs). Geneva, Switzerland : International Standard Organization. 2007.
202. ISO, International Standard Organization. ISO 7730. Ergonomics of the thermal environment. Geneva, Switzerland : International Standard Organization. 2005.
203. ISAAC, Steering Committee. Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms:the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). Eur Respir Journal. 1998, Vols. 12: 315-335.
204. ISAAC, Steering Committee. Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. The Lancet. 1998, Vols. 351: 1225-1232.
205. Herbarth, O. e Matysik, S. Decreasing concentrations of volatile organic compounds (VOC) emitted following home renovations. Indoor Air- International Journal of Indoor Environment and Health. 2010, Vols. 20(2): 141-146.
206. Franchi, M., et al., Working towards healthy air in dwellings in Europe. Allergy. 2006, Vols. 61(7): 864-868.
207. Viegas, J., et al., Ventilação, Qualidade do Ar e Saúde em Creches e Infantários. Resultados Preliminares do Projeto ENVIRH. Coimbra : Instituto Nacional de Saúde dr. Ricardo Jorge. 2012.
208. Sharpe, T., et al., Occupant Interactions and Effectiveness of Natural Ventilation Strategies in Contemporary New Housing in Scotland, UK. Int J Environ Res Public Health. 2015, Vols. 12(7): 8480–8497.
209. Wolkoff, P., et al., The Danish Twin Apartment Study; Part I: Formaldehyde and Long-Term VOC Measurements. Indoor air Internacionar Journal of Indoor Environment and Health. 1991, Vols. 1 (2): 478–490.
210. Brown, S.K. Volatile organic pollutants in new and established buildings in Melbourne, Australia. Indoor Air. 2002, Vols. 12(1): 55-63.
211. Boor, B., et al., New and Used CribMattresses as a Source of Volatile Organic Compounds, Phthalate and Alternative Plasticizers, and Other Chemical Species in the Infant Sleep Microenvironment. In:Proceedings of the 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate 2014. 2014, Vol. 431.
212. Hillier, L., Schupp, T. e Carney, I. An investigation into VOC emissions from polyurethane flexible foam mattresses. Cell Polym. 2003, Vols. 22: 237–259.

213. Hillier, K., King, D.A. e Henneuse, C. Study of odours coming out of polyurethane flexible foam mattresses. *Cell Polym.* 2009, Vols. 28: 113–144.
214. Laverge, J. & Janssens A. IAQ exposure of sleeping occupants under different residential ventilation configurations. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Air Distribution in Rooms - Roomvent 2011.* 2011, Vol. 125.
215. Alvarez-Alvare, I., et al., Prevalence and risk factors for wheezing in infants in the region of Pamplona, Spain. *Allergol Immunopathol.* 2016, Vols. 44(5): 415-421.
216. Fogaça, H.R., et al., Aspectos epidemiológicos e fatores de risco para sibilância no primeiro ano de vida. *J Bras Pneumol.* 2014, Vols. 40(6):617-625.
217. Moran, E.F. *Human adaptability: an introduction to ecological anthropology.* Embrapa Meio Ambiente. EDUSP, 1994, Vol. 10.
218. Conlon, K.C., et al., Preventing cold-related morbidity and mortality in a changing climate. *Maturitas.* 2011, Vols. 69(3): 197-202.
219. Andersen, Z.J., et al., Ambient air pollution triggers wheezing symptoms in infants. *Thorax.* 2008, Vols. 63(8): 710-716.
220. Sette, D.M., Ribeiro, H. e Silva, E.N. O Índice de Temperatura Equivalente (PET) Aplicado a Londrina PR e sua relação com as doenças respiratórias. *Revista Geonorte. Edição Especial 2.* 2012, Vols. 1(5): 813-25.
221. D'Aquino Benicio, M.H., et al., Tendência secular da doença respiratória na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). *Revista de Saúde Pública.* 2000, Vols. 34(6): 91-101.
222. Mäkinen, T.M., et al., Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections. *Respiratory Medicine.* 2009, Vols. 103: 456-462.



# **ANEXOS**

**ANEXO 1 – Questionário**

## Questionário Qualidade do Ar em Quartos de Bebés

Estudo das concentrações dos compostos orgânicos voláteis

\*Obrigatório



Universidad  
de Alcalá

### 1. Código do Questionário \*

pré-definido

135

### 2. Número de Código de Questionário Relacionado

Preencher só se há outro bebé a dormir no mesmo quarto

### 3. Data e Hora \*

Da realização da visita

Exemplo: 15 de dezembro 2012 às 11:03

### 4. Área Geográfica \*

Concelho a que pertence a criança  
Marcar apenas uma oval.

- Alcochete
- Barreiro
- Moita
- Montijo
- Outro

## Dimensão Individual

### 5. Data de Nascimento do Bebê \*

Exemplo: 15 de dezembro 2012

**6. Sexo do Bebê \***

Marcar apenas uma oval.

- Feminino  
 Masculino

**7. Agregado Familiar \***

Número de pessoas que vivem em casa,  
incluindo o bebê

**8. O bebê já teve pieira, também conhecida por “apitos ou gatinhos no peito”, em qualquer momento? \***

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não Sabe

**9. O bebê teve pieira/“ apitos ou gatinhos no peito”, nos últimos 12 meses? \***

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não sabe/Não se aplica

**10. Quantos episódios de pieira/“apitos ou gatinhos no peito” teve o seu bebê nos últimos 12 meses? \***

Por episódio entende-se o início da pieira até à sua resolução completa, isto é deixar de ser audível, durante pelo menos 1 semana ou início da Pieira até à resolução completa, apesar de pequenos intervalos, livres de sintomas por causa da resposta a broncodilatadores

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 3 episódios  
 Mais de 3 episódios  
 Não sabe/Não se aplica

**11. Quando ocorreu (ram) esse (s) episódio (s) o bebê dormia no quarto, onde dorme atualmente? \***

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não sabe/Não se aplica

**12. Quanto tempo passa em média o bebê, no quarto onde dorme? \***

Escrever o tempo total por dia incluindo a noite (24 horas)

Exemplo: 4:03:32 (4 horas, 3 minutos e 32 segundos)

**Dimensão Ambiental Quarto**

CASA/EDIFÍCIO

13. O quarto onde o bebé dorme situa-se numa casa implantada numa zona de que tipo? \*

Marcar apenas uma oval.

- Rural  
 Urbana

14. O quarto onde o bebé dorme situa-se numa casa de que tipo? \*

Marcar apenas uma oval.

- Apartamento  
 Moradia  
 Outra:

15. A casa situa-se perto de alguma fonte de poluição? (auto-estrada ou via principal, paragem de autocarro, posto de abastecimento, etc.) \*

Por "perto" entende-se visível à distância do campo visual de quem está no interior da casa ou à entrada do edifício ou, Incómodo sentido no interior da casa, e considerado desagradável pelo respondente, por exemplo, podem existir maus cheiros oriundos de vacaria/fábrica, ruído frequente, etc. que não sendo visível constitui um incómodo frequente para a família  
Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

16. A casa é nova (1 ano ou menos) ou foi remodelada no último ano? \*

Por remodelada entende-se a introdução de novos materiais como pintura e/ou aplicação de piso novo

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não sabe/Não responde

## Dimensão Ambiental Quarto

### CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO QUARTO

17. O quarto onde o bebé dorme situa-se em que piso? \*

Marcar apenas uma oval.

- Cave  
 R/c ou Térreo  
 1º andar  
 2º andar ou mais

18. Quando se preparou o quarto onde o bebé dorme? \*

Por preparação entende-se pintura, alterações/adaptações do espaço existente, com introdução de mobiliário, elementos decorativos, etc.

Marcar apenas uma oval.

- Não houve preparação (por exemplo quando o bebé dorme no quarto dos pais e a única alteração é a colocação do berço)
- Há 1 ano ou menos
- Há 2 anos
- Há 3 anos
- Há mais de 3 anos
- Não Sabe/Não responde

19. Área do quarto \*

Escrever em m<sup>2</sup> com uma casa decimal no máximo

20. O quarto onde o bebé dorme tem janela (s)? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Sim mas não abre (m)
- Não

21. Características de construção do quarto onde o bebé dorme \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Alvenaria	Gesso Cartonado	Estuque	Madeira Natural	Madeira Prensada (p.ex. flutuante)	Cerâmica	Outro
Tecto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Paredes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Chão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				

22. Revestimentos decorativos das PAREDES e TECTO \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Pintura	Papel	Pintura e papel	Outro	Não sabe/Não responde
Paredes	<input type="radio"/>				
Tecto	<input type="radio"/>				

23. Outros elementos que poderão contribuir para o aumento dos níveis de COV \*

Com base na perceção do técnico, verificar se existem elementos que se destaquem

Marcar apenas uma oval.

- Nenhum elemento contribui significativamente
- Outra: \_\_\_\_\_

**24. Mobiliário no interior do quarto onde o bebé dorme e a sua antiguidade \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	Menos de 1 ano	Mais de 1 ano	Não sabe	Não se aplica
Cama ou berço do bebé	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roupeiro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estante ou prateleiras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sofá	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cadeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outra Cama	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro (por exemplo, fraldário, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**25. De que material é feito o mobiliário existente no quarto \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	Madeira Natural	Madeira Prensada (exemplo contraplacado ou MDF)	Metal	Plástico	Pele ou Napa	Tecido	Não se aplica
Cama ou berço do bebé	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roupeiro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estante ou prateleiras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sofá	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cadeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outra Cama	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Dimensão Ambiental Quarto**

**FUNCIONAMENTO E UTILIZAÇÃO DO QUARTO**

**26. Quantas pessoas dormem no quarto onde o bebé dorme? \***

Escrever o nº de pessoas que dormem no quarto, incluindo o bebé

**27. O quarto onde o bebé dorme fica perto/ligado a uma garagem ou fonte de contaminação idêntica? \***

Por idêntica entende-se uma fonte que tal como a garagem, promova o aumento dos COV  
Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

**28. Existem fungos ou bolores visíveis no quarto onde o bebé dorme? \***

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

29. Um ou mais fumadores vivem nesta casa? \*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

30. Alguém fumou no interior da casa nas últimas 48 horas? \*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Não Sabe/Não responde

31. O quarto é utilizado habitualmente para higiene pessoal, ou complemento da mesma como banho do bebé, colocação de cremes, perfumes, lacas, etc.? \*

A higiene pessoal pode ser do bebé ou qualquer outra pessoa que o faça. Possível de ocorrer em casos em que o bebé dorme no quarto dos pais.

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Não Sabe/Não responde

32. Sistema de Climatização do quarto \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim mas NÃO nas últimas 48 horas	Sim nas últimas 48 horas	Não sabe	Não se aplica
Unidade Individual de Ar condicionado ou ventilador mecânico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aquecedor a óleo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33. Limpeza do quarto \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim mas NÃO nas últimas 48 horas	Sim nas últimas 48 horas	Não sabe	Não se aplica
Detergente e/ou desinfectante para o chão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Detergente ou óleos para mobiliário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Multi-usos (limpa-vidros, limpa-superfícies, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. Ambientadores no quarto \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim mas NÃO nas últimas 48 horas	Sim nas últimas 48 horas	Não sabe	Não se aplica
Elétrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incenso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vela(s), Plantas perfumadas, grinaldas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**35. Higiene da Roupa Guardada/Colocada no quarto \***

Por exemplo vestuário, lençóis e outra roupa de cama, cortinados, etc.  
Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim mas NÃO nas últimas 48 horas	Sim nas últimas 48 horas	Não sabe	Não se aplica
Limpeza comum (detergente e/ou amaciador, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Limpeza a seco ou produtos de lavandaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**36. Outros produtos/equipamentos/situação utilizado(s), ou presente(s) no quarto \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim mas NÃO nas últimas 48 horas	Sim nas últimas 48 horas	Não sabe	Não se aplica
Desumificadores ou purificadores do ar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produto (s) químico (s) de combate a pragas (anti traças, outros inseticidas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tintas ou diluentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipamentos de gás	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suplementos de lazer (colas, tintas, químicos usados em fotografia, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pinturas ou envernizamentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**37. Em média, quantas vezes são abertas as janelas do quarto onde o bebé dorme? \***

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma
- 1 vez por ANO
- 1 vez por MÊS
- 2 ou mais vezes por MÊS
- 1 vez por SEMANA
- 2 ou mais vezes por SEMANA
- 1 vez por DIA
- 2 ou mais vezes por DIA
- Não sabe/não responde

**Dimensão Ambiental Medição INTERIOR**

**38. Número de identificação EMV- 7 Interior \***

Nº de registo estabelecido pelo equipamento de amostragem para corresponder ao relatório que o equipamento vai gerar

**39. Temperatura Média do Ar no Interior \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho em °C

---

Humidade Relativa do Ar Interior

**40. Humidade Relativa do Ar Interior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho em %

---

COV Interior

**41. Valor COV Interior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho mg/m<sup>3</sup>

---

CO<sub>2</sub> Interior

**42. Valor CO<sub>2</sub> Interior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho mg/m<sup>3</sup>

---

CO Interior

**43. Valor CO Interior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho mg/m<sup>3</sup>

---

**Dimensão Ambiental Medição**

Exterior

**44. Número de identificação EMV- 7 Exterior \***

Nº de registo estabelecido pelo equipamento de amostragem para corresponder ao relatório que o equipamento vai gerar

---

**45. Temperatura Média do Ar no Exterior \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho em °C

---

Humidade Relativa do Ar

**46. Humidade Relativa do Ar Exterior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho em %

.....

---

COV Exterior

**47. Valor COV Exterior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho em mg/m<sup>3</sup>

.....

---

CO<sub>2</sub> Exterior

**48. Valor CO<sub>2</sub> Exterior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho mg/m<sup>3</sup>

.....

---

CO Exterior

**49. Valor CO Exterior MÉDIA \***

Escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho em mg/m<sup>3</sup>

.....

**50. OBSERVAÇÕES**

Qualquer situação que o Técnico Considere importante relatar, acrescentar, esclarecer...

.....

.....

.....

**ANEXO 2 – Parecer da Comissão de Ética da Universidade Lusófona**



**PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA DA ESCOLA de CIÊNCIAS  
e TECNOLOGIAS DA SAÚDE DA ULHT**

A Comissão de Ética da ULHT emite o seguinte parecer sobre o protocolo de investigação submetido em 09 de Junho de 2015 e registado com o nº4/2015 pela investigadora administradora do projecto Senhora Professora Doutora Ana Sofia Fernandes:

1. O protocolo agora presente à CE intitulado "Qualidade do ar interior em quartos de bebés - Estudo das concentrações de Compostos Orgânicos Voláteis (COV)".
2. Confirma-se o protocolo submetido a parecer como respeitador das regras de Ética exigidas para a sua execução pelo que se aprova desde que executado no estrito respeito das condições apresentadas.

**Lisboa, 17 de Junho de 2015**

**O Presidente da Comissão de Ética**

(Amílcar Elizeu Rato da Silva Roberto)

**ANEXO 3 - Parecer da Comissão de Ética Para a saúde da ARSLVT**



Exma. Senhora

Dr.ª Raquel Maria Rodrigues dos Santos

[rodriguesdosantosraquel@gmail.com](mailto:rodriguesdosantosraquel@gmail.com)

C/C:

Sua Referência	Sua Comunicação de	Nossa Referência	Data
		11386/CES/2015	10-07-2015

**Assunto: "Qualidade do ar interior em quartos de bebés: estudo das concentrações de compostos orgânicos voláteis".**

A Comissão de Ética para a Saúde da ARSLVT apreciou na sua reunião da Secção de Investigação do dia 10-07-2015, o projecto mencionado em epígrafe, tendo deliberado um parecer favorável.

Declaração de conflito de interesses: Nada a declarar

O Conselho Directivo, atento ao teor do parecer emitido por aquela Comissão, entende estarem reunidas as condições para a sua concretização.

Com os melhores cumprimentos,

O Vice - Presidente do Conselho Directivo

Luis Pisco

Av. Estados Unidos da América nº75-77, 1749-096 Lisboa  
Tel. +351 218 424 800 | Fax. +351 218 499 723  
[geral@arslvt.min-saude.pt](mailto:geral@arslvt.min-saude.pt) | [www.arslvt.min-saude.pt](http://www.arslvt.min-saude.pt)

## **ANEXO 4 - Guião para participantes no estudo**

## Guião para participantes no estudo

O presente documento tem como objetivo a explicação do estudo - Qualidade do Ar em Quartos de Bebés para a participação voluntária de famílias com bebés (0-36 meses) no mesmo.

**O nome do estudo:** Qualidade do Ar em Quartos de Bebés

**Quem o vai realizar:** O centro de saúde da área de residência do participante (Alcochete, Barreiro, Moita ou Montijo) através da Unidade de Saúde Pública Arnaldo Sampaio (USPAS) onde está inserida a investigadora responsável, Raquel Rodrigues dos Santos, aluna de Doutoramento em Ciências da Saúde das Universidades de Alcalá e Lusófona, sob orientação das Professoras Doutoradas, Ana Fernandes e Liliana Mendes.

**Porquê:**

Porque vários estudos têm indicado que existe uma importante influência da qualidade do ar na saúde das crianças. A equipa de investigação gostaria de aumentar o conhecimento nessa matéria para poder entender quais as melhores estratégias de proteção e promoção da saúde. A Direção Executiva do Agrupamento de Centros de Saúde do Arco Ribeirinho (ACES AR) considerou uma boa forma de contribuir para a saúde da população que serve.

**O que irá avaliar:**

- Através de um breve questionário (preenchido pelo técnico), questões demográficas e de saúde respiratória do bebé bem como alguns aspetos de “funcionamento”/utilização da casa e do quarto onde o bebé dorme.
- Através de avaliação direta do técnico que se desloca ao local, alguns aspetos que caracterizam o quarto do bebé e que podem potenciar a presença/ausência dos poluentes em estudo.
- Através de recolha de amostra de ar, os poluentes em estudo (a quantidade de Compostos Orgânicos Voláteis Totais) presentes no quarto onde o bebé dorme.

### **Custos e obrigações:**

Não existem despesas da parte dos voluntários, apenas a sua boa vontade e disponibilidade de tempo. As deslocações e materiais envolvidos no estudo são da responsabilidade do Agrupamento de Centros de Saúde do Arco Ribeirinho (ACES AR) e da investigadora responsável.

O resultado da análise efetuada ao ar pode ser apresentado e explicado no momento da sua realização de forma completamente gratuita.

Não existe obrigatoriedade por parte dos participantes, podendo recusar participar no estudo em qualquer altura sem qualquer tipo de consequência.

### **Confidencialidade e garantias éticas:**

O questionário está formulado de modo a que possam ser evitadas identificações, de qualquer forma os dados obtidos são anónimos e os resultados tratados de forma agregada, para impedir que se relacionemos com as pessoas. Para a sua aplicação o estudo mereceu o parecer favorável da Comissão de Ética para a Saúde da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo e Comissão de Ética da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

### **Se aceitar colaborar no estudo seguir-se-á o seguinte procedimento:**

1. Será contactada(o) telefonicamente para marcação da data de deslocação da equipa de saúde pública à habitação. A data será marcada de acordo com a disponibilidade da família em articulação com a equipa.
2. No dia combinado o(a) Técnico(a) de Saúde Ambiental desloca-se à habitação para uma breve conversa com um elemento da família que possa receber.
3. O (A) profissional coloca o aparelho de medição da qualidade do ar no quarto onde o bebé dorme, para realização da colheita de ar.
4. Enquanto o aparelho mede, são efetuadas algumas perguntas que constam de um breve questionário.

5. Este procedimento (colocação do aparelho e conversa com o elemento familiar) demorará no máximo cerca de 30 minutos e acontece apenas 1 vez.
6. Não interfere com o normal funcionamento da família, não incomoda, nem tem qualquer contra-indicação uma vez que o método não é invasivo.
7. É também efetuada uma medição no exterior da casa (na rua), mas esta já não carece da presença de qualquer elemento da família.

**ANEXO 5 – Folha de Registo de Dados**

**Dados necessários no ato da angariação para colaborar no estudo:**

\*Preenchimento obrigatório

**Data de nascimento do bebé\*** Formato dd/mm/aaaa. Para sabermos a idade do bebé

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Nome e apelido\*** Pessoa que será contactada para marcação da visita

**Telefone\*** Contato mais direto da pessoa que será contactada para marcação da visita

**Freguesia da residência\*** Para simplificar a organização/distribuição das marcações

**Unidade de Saúde Familiar ou Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados\***

Selecionar com X a Unidade de Saúde onde o bebé está inscrito a partir da lista

USF Lavradio	<input type="checkbox"/>
USF Eça	<input type="checkbox"/>
USF Ribeirinha	<input type="checkbox"/>
USF Stº António da Charneca	<input type="checkbox"/>
UCSP Barreiro	<input type="checkbox"/>
UCSP Baixa da Banheira	<input type="checkbox"/>
USF Querer Mais	<input type="checkbox"/>
UCSP Moita	<input type="checkbox"/>
UCSP Alhos Vedros	<input type="checkbox"/>
UCSP Montijo	<input type="checkbox"/>
UCSP Montijo Rural	<input type="checkbox"/>
USF Afonsoeiro	<input type="checkbox"/>
UCSP Alcochete	<input type="checkbox"/>

Nome do profissional que fez a abordagem à família

## **ANEXO 6 - Guião de Abordagem à Família para Marcação de Visita**

## Guião de abordagem à família para marcação de visita

O presente documento constitui um protocolo para a abordagem à família na marcação da deslocação da equipa de saúde pública, de modo a harmonizar e simplificar o procedimento de contato.

### Saudação inicial:

1. Bom dia, boa tarde, conforme o caso...
2. Identificação do familiar abordado:
  - a. Confirmar que fala com a pessoa verbalizando o nome, por exemplo, “estou a falar com a Senhora Dona/Senhor...nome?”
  - b. A partir daqui tratar a pessoa pelo nome, sempre
3. Apresentar-se:
  - a. Nome do técnico que contacta
  - b. Unidade de Saúde Pública do seu Centro de Saúde
  - c. Dizer que obteve o contato da pessoa através do Profissional X (ver folha de contacto) do Centro de Saúde, para integrar um estudo sobre Qualidade do Ar em Quartos de Bebés
  - d. Explicar que é um dos elementos da equipa que fará a colheita de ar

### Objetivo do Contato:

1. Explicar que o objetivo é a marcação da deslocação à habitação e para isso...
2. Propor uma data e hora, deixando claro que trata-se apenas de uma proposta sendo possível ajustar a outra alternativa comum
3. Solicitar a **morada com exatidão**

### Orientações preparativas:

1. A única medida de alteração vinculativa à rotina da família é a garantia de que a janela deverá estar fechada pelo menos **uma hora** antes da hora marcada para a visita

2. Em tudo o resto deve manter-se a rotina da família sem alterações de hábitos.
3. Importante deixar claro que **não deve ser realizada qualquer limpeza ou arrumação por causa da visita** pois, se sair do habitual irá interferir com os resultados.

## **ANEXO 7 – Questionário Aplicado no Pré-teste**

Código do Questionário N.º 001

Numeração sequencial pré-  
definida pelo investigador

### QUESTIONÁRIO COM ORIENTAÇÕES DE PREENCHIMENTO

Aplicar um questionário por bebé no intervalo dos 0-36 meses

Se existir outro (s) bebé, neste ou noutro (s) quarto (s) repetir todo o procedimento com novo questionário

**NÚMERO DE CÓDIGO DE QUESTIONÁRIO (S) RELACIONADO(S):** Preencher apenas se existir outro (s) bebé (s) dormir (em) no mesmo quarto.

Se há outro bebé na mesma casa, mas dorme noutro quarto não preencher este campo. Escrever o (s) código(s) do(s) questionário(s) relacionado(s) em todos os questionários de bebé(s) que dorme (m) no mesmo quarto

**DATA:** a da colocação do aparelho/questionário  
dd/mm/aaaa

**HORA:** a da colocação do aparelho/questionário  
hh/mm

#### ÁREA GEOGRÁFICA

Escolher o conselho correspondente (**apenas uma opção**)

ALCOCHETE

BARREIRO

MONTIJO

MOITA

**Local de**

**aplicação/amostragem**

Escrever apenas a freguesia ou localidade

#### DIMENSÃO INDIVIDUAL

1. Data de Nascimento do bebé escrever mês e ano  
mm/aaaa

2. Sexo do bebé Escolher a opção correspondente (**apenas uma opção**)

Feminino

Masculino

3. Agregado Familiar

Escrever o número de pessoas que vivem na casa

4. O seu bebé já teve pieira, também conhecida por “apitos ou gatinhos no peito”, em qualquer momento? Escolher a opção correspondente (**apenas uma opção**)

Sim

Não

5. O seu bebé teve pieira/“ apitos ou gatinhos no peito”, nos últimos 12 meses? Escolher a opção correspondente (**apenas uma opção**)  
NS/NA – Não Sabe/Não se Aplica

Sim

Não

NS/NA

<p>6. Quantos episódios de pieira/“ apitos ou gatinhos no peito” teve o seu bebé nos últimos 12 meses? Por episódio entende-se o início da pieira até à sua resolução completa, isto é deixar de ser audível. ou Início da Pieira até à resolução completa, apesar de pequenos intervalos, livres de sintomas por causa da resposta a broncodilatadores NS/NA – Não Sabe/Não se Aplica</p>	<p>Escrever o número de episódios</p>		<p>NS/NA</p>
<p>7. Quando ocorreu (ram) esse (s) episódio (s) o bebé dormia no quarto, onde dorme atualmente? Escolher a opção correspondente <b>(apenas uma opção)</b> NS/NA – Não Sabe/Não se Aplica</p>	<p>Sim</p>	<p>Não</p>	<p>NS/NA</p>

#### DIMENSÃO AMBIENTAL QUARTO (CASA/EDIFÍCIO)

<p>8. O quarto onde o bebé dorme situa-se numa casa implantada numa zona de que tipo? Escolher a opção correspondente <b>(apenas uma opção)</b></p>	<p>Rural</p>	<p>Urbana</p>
<p>9. O quarto onde o bebé dorme situa-se numa casa de que tipo? Escolher a opção correspondente <b>(apenas uma opção)</b></p>	<p>Apartamento</p>	<p>Moradia</p>
<p>10. A casa situa-se perto de alguma fonte de poluição? (auto-estrada ou via principal, paragem de autocarro, posto de abastecimento, etc.) Por “perto” entende-se visível à distância do campo visual de quem está no interior da casa ou à entrada do edifício ou, Incómodo sentido no interior da casa, e considerado desagradável pelo respondente, por exemplo, podem existir maus cheiros oriundos de vacaria/fábrica, ruído frequente, etc. que não sendo visível constitui um incómodo frequente para a família Escolher a opção correspondente <b>(apenas uma opção)</b></p>	<p>Sim*</p>	<p>Não</p>
<p>11. Qual o ano de construção da casa? Escolher a opção correspondente <b>(apenas uma opção)</b> NS/NR – Não Sabe/Não Responde</p>	<p>*Qual?  Ano escrever      NS/NR</p>	

#### DIMENSÃO AMBIENTAL QUARTO (CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS)

<p>12. O quarto onde o bebé dorme situa-se em que piso?</p>	<p>Escrever o piso onde se situa o quarto, por exemplo piso térreo, 1º andar, etc.</p>
<p>13. Data da montagem/preparação do quarto para o bebé Por preparação entende-se pintura,</p>	<p>Mês (espaço) ano Escrever mm aaaa</p>

<p>alterações/adaptações do espaço existente, com introdução de mobiliário, elementos decorativos, etc. Escolher a opção correspondente (<b>apenas uma opção</b>) NS/NR – Não Sabe/Não Responde Não se Aplica – quando não existe qualquer preparação, por exemplo quando o bebé dorme no quarto dos pais e a única alteração é a colocação do berço</p>	NS/NR	Não se Aplica
<p>14. Área do quarto O técnico mede</p>	Escrever em m <sup>2</sup> com uma casa decimal no máximo	
<p>15. Janelas sem abertura controlável? Por Janelas sem abertura controlável entende-se aquelas que só deixam entrar a luz mas não abrem Se existem janelas possíveis de abrir, escolher a opção <b>Não</b> <b>Não se Aplica</b> - quando o quarto não tem qualquer tipo de janela Escolher a opção correspondente (<b>apenas uma opção</b>)</p>	Sim	Não
Não se Aplica		
<p>16. Características do teto Escolher a opção correspondente (<b>apenas uma opção</b>)</p>	Alvenaria	
	Gesso cartonado	
	Estuque	
	Madeira	
	Outro. Qual?	
<p>17. Características das paredes Escolher a opção correspondente (<b>apenas uma opção</b>)</p>	Alvenaria	
	Gesso cartonado	
	Estuque	
	Madeira	
	Outro. Qual?	
<p>18. Características do Chão Escolher a opção correspondente (<b>apenas uma opção</b>)</p>	Cerâmica	
	Madeira Natural	
	Madeira prensada	
	Outro. Qual?	
<p>19. Revestimentos decorativos das paredes e teto Escolher a opção correspondente (<b>apenas uma opção</b>)</p>	Pintadas	
	Com papel	
	Ambas (tinta e papel)	
	Outro. Qual?	
<p>20. Da percepção enquanto Técnico, que outros elementos decorativos poderão estar a contribuir para o aumento dos níveis de COV? Observar os elementos existentes, as suas características e as quantidades no interior do quarto. Escolher as opções correspondentes</p>	Tapete (s)	
	Brinquedo(s)	
	Quadro(s)	
	Cortinado(s)	
	Outro(s). Qual?	

21. Antiguidade do Mobiliário no interior do quarto Escolher a opção correspondente a cada mobiliário tendo em conta o significado das iniciais: A – Antigo, significa que é reutilizado ou comprado em 2ª mão R – Recente, significa que é comprado em 1ª mão e/ou com “cheiro a novo” perceptível NA – Não se aplica, significa que não existe	Cama/Berço		A	R	NA		
	Roupeiro		A	R	NA		
	Estante/prateleiras		A	R	NA		
	Sofá		A	R	NA		
	Cadeira		A	R	NA		
	Outro. Qual?		A	R			
22. Material de que é feito o mobiliário no interior do quarto Face ao mobiliário existente, escolher a opção de acordo com o material de que é feito. M: Madeira natural Mp: Madeira prensada, Mt: Metal P: plástico T: tecido Pn: pele ou napa	Cama/Berço	M	Mp	Mt	P	T	Pn
	Roupeiro	M	Mp	Mt	P	T	Pn
	Estante/Praateleiras	M	Mp	Mt	P	T	Pn
	Sofá	M	Mp	Mt	P	T	Pn
	Cadeira	M	Mp	Mt	P	T	Pn
	Outro definido antes	M	Mp	Mt	P	T	Pn

#### DIMENSÃO AMBIENTAL QUARTO (FUNCIONAMENTO/UTILIZAÇÃO)

23. Quantas pessoas dormem no quarto onde o bebé dorme?	Escrever o nº de pessoas que dormem no quarto, incluindo o bebé		
24. O quarto onde o bebé dorme fica perto/ligado a uma garagem ou fonte de contaminação idêntica? Por idêntica entende-se uma fonte que tal como a garagem, promova o aumento dos COV Escolher a opção correspondente ( <b>apenas uma opção</b> )	Sim		Não
25. Existem fungos ou bolores visíveis no quarto onde o bebé dorme? Escolher a opção correspondente ( <b>apenas uma opção</b> )	Sim		Não
26. Um ou mais fumadores vivem nesta casa? Escolher a opção correspondente ( <b>apenas uma opção</b> )	Sim		Não
27. Alguém fumou no interior da casa nas últimas 48 horas? Escolher a opção correspondente ( <b>apenas uma opção</b> )	Sim	Não	NS/NR
28. Qual destes produtos/equipamentos/situação é utilizado, está presente ou ocorreu no quarto onde o bebé dorme? Escolher o que sejam encontrados/verificadas/relatado como ocorrido de acordo com opção correspondente A ausência de registo significa não existe/não se verifica ou não aconteceu	Sim e usado nas Últimas 48h		Sim mas não nas Últimas 48h
a. Sistema de climatização			
i. Ar condicionado central			
ii. Unidade individual de ar			

condicionado		
iii. Ventilador mecânico		
iv. Aquecedor a óleo		
v. Outro. Qual?		
b. Ambientador perfumado		
c. Tintas ou diluentes		
d. Equipamentos a gás		
e. Purificadores do ar		
f. Lacas		
g. Detergente, para o chão, mobiliário e/ou paredes, etc.		
h. Perfumes/águas-de-colónia		
i. Suplementos de lazer (como tintas, colas, químicos usados em fotografia, etc.)		
j. Plantas perfumadas, grinaldas, velas, etc.		
k. Produto químico de combate a pragas (anti traças, outros inseticidas, etc.)		
l. Produtos de lavandaria e limpeza a seco		
m. Pinturas ou envernizamentos		
n. Limpeza do quarto		
o. Outro. Qual?		
29. Em média, quantas vezes são abertas as janelas do quarto onde o bebé dorme? Escolher a opção correspondente ( <b>apenas uma opção</b> )	Nenhuma	
	1 X por ano	
	1 X por mês	
	2 ou + X mês	
	1 X por semana	
	2 ou + X semana	
	1 X por dia	
	2 ou + X por dia	
	Não sabe/não responde	

### DIMENSÃO AMBIENTAL MEDIÇÃO

#### Exterior

30. Condições meteorológicas na data da amostragem no exterior Escolher a opção correspondente ( <b>apenas uma opção</b> )	Céu Limpo
	Muito Nublado
	Pouco Nublado
31. Temperatura do ar no exterior escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	
32. Valor de COVT no exterior escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	
33. Valor de COVT no exterior escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	
34. Valor de CO <sub>2</sub> no exterior escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	
35. Valor de CO <sub>2</sub> no exterior escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	

#### Interior

36. Temperatura °C no interior do quarto escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	
37. Valor de COVT no interior escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	
38. Valor de CO <sub>2</sub> no interior escrever o resultado obtido com a leitura do aparelho	

---

---

**OBSERVAÇÕES:** Algum aspeto que o técnico considere importante  
relatar/acrescentar/esclarecer

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **ANEXO 8 – Certificado de Calibração do Equipamento de Medição**



Assinatura válida

Digitally signed by  
LABMETRO ONLINE  
Date: 2015.08.27  
12:08:35 +0100  
Reason: Documento  
aprovado  
electronicamente

Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física



Instalações Deinas **Certificado de calibração**  
Data de emissão: 2015.08.24 Certificado N.º: CGAS791/15 Página 1 de 2

**Equipamento** ANEMÓMETRO  
Marca: Quest Technologies Indicação: Digital  
Modelo: AIR PROBE-9 Intervalo de Indicação: 2 m/s a 10 m/s  
Nº Ident.: 1000123046 Resolução: 0,1 m/s  
Nº Série: WPJ20015 (do dispositivo afixador)

**Cliente** UNIDADE DE SAÚDE PÚBLICA ARNALDO SAMPAIO  
ACES ARCO RIBEIRINHO, RUA D. JOSÉ CARGAMO LOBO  
2835 LAVRADIO

**Data de Calibração** 2015.08.21

**Condições Ambientais** Temperatura: (20 ± 1)°C Humidade relativa: 61,7 %hr

**Procedimento** PO.M-DM/GÁS 010 Ed.D / GÁS 015 Ed.C

**Rastreabilidade** Túnel de Vento com Micromanómetro, N.º ID LG 034, rastreado à Furness Controls Limited (UKAS).  
Túnel de Vento com Sonda de Velocidade, N.º ID LG 078, rastreado à Testo (DKD Alemanha).

**Estado do equipamento** Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

**Resultados** Encontram-se apresentados na folha em anexo.  
*"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA 4/02."*

DN/064-2/07

Calibrado por

Carlos Marques

Responsável pela Validação

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

**instituto de soldadura  
e qualificação**

Liisboa: Av. Prof. Cerveco 640, 93 • Taguspark • 2740-100 Ceiras • Portugal  
Tels: +351 21 422 90 34/31 66/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Marante, 25B • 4415-481 Górgo • Portugal  
Tels: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 10/745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do LAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA NLA and LAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido no íntegro, exceto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



*M*



Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física

## Certificado de calibração

Certificado N.º: CGAS791/15

Página 2 de 2

Valores obtidos:

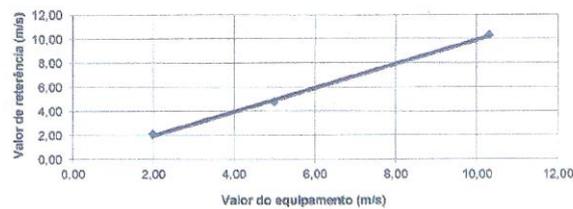
Ponto de teste do valor residual de zero do equipamento:

Valor do Equipamento (m/s)	Valor de Referência (m/s)	Erro Absoluto (m/s)
0,00	0,00	0,00

Pontos de calibração do equipamento:

Valores Lidos Médios	Erro	Erro	Incerteza	Factor de	
Valor do Equipamento (m/s)	Valor de Referência (m/s)	Absoluto (m/s)	Relativo (%)	Expandida (m/s)	Expansão k
2,1	1,99	0,1	5,00	± 0,059	2,00
4,8	4,99	-0,2	-4,00	± 0,11	2,37
10,3	10,30	0,0	0,00	± 0,29	2,00

Resposta do Equipamento



Curva Característica da resposta do equipamento:

$$y = -0,018 x^2 + 1,233 x + -0,5234$$

Observações: Unidade de Leitura, marca Quest Technologies, modelo EVM-7, nº de série EMJ020015, ID 1000129046.

Calibrado por

*CM*

Carlos Marques

Responsável pela Validação

*Tânia Farinha*

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

DM/054.2/07

Instituto de Soldadura  
e Qualidade

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 35 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal  
Tels: +351 21 422 60 34/ 81 86/ 90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 256 • 4415-491 Grijó • Portugal  
Tels: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 19/745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA, ILAC and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



Assinatura válida

Digitally signed by  
LABMETRO ONLINE  
Date: 2015.08.28  
11:23:44 +0100  
Reason: Documento  
aprovado  
electronicamente

Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física



**Certificado de Calibração**

Instalações Deiras Página 1 de 2

Data de emissão: 2015.08.27 Certificado N.º : CGA5752/16

Equipamento:	Caudalímetro	Indicação:	Análogica
Marca:	Quest Technologies	Nº ident.:	1000123046
Modelo:	EVM-7	Nº série:	EMJ020016
Intervalo de medição:	1,67 l/min	Resolução:	0,01 l/min
		(do dispositivo afexador)	

Cliete: UNIDADE DE SAÚDE PÚBLICA ARNALDO SAMPAIO  
ACES ARCO RIBEIRINHO, RUA D. JOSÉ CARCAMO LOBO  
2835 LAVRADIO

Data de Calibração: 2015.08.21

Condições Ambientais: Temperatura: ( 20,4 ± 0,5 ) °C Humidade Relativa: 50,1 %hr

Procedimento: PO.M-DM/GÁS - 001 Ed.G / GÁS 004 Ed.E

Rastreabilidade: Gasómetro 500 dm³ N° ID LG 002, rastreado ao IPQ - Instituto Português da Qualidade.  
Cronómetro N° LG 017, rastreado ao ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade.

Estado do Equipamento: Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados: Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.  
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=XX, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-402."

DM/064.2/07

Calibrado por

Carlos Marques

Responsável pela Validação

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

**Instituto de soldadura  
e qualidade**

Liège: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Tégoupari • 3740 120 Deiras • Portugal  
Tels.: +351 21 422 50 34/51 86/90 20 • Fax: +351 21 422 51 02

[labmetro@isq.pt](mailto:labmetro@isq.pt)

<http://metrologia.isq.pt>

Porto: Rua do Mirante, 259 • 4415-481 Gijó • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 15/745 57 28

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo de EA e de ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA-MLA and ILAC-MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



*M*  
Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física



Continuação do Certificado

Registo de dados: (Ensaio realizado com ar)

Certificado N.º: CGAS792/15

Página 2 de 2

Valor do Equipamento l/min	Valor de Referência l/min	Erro de Medição l/min	Erro Relativo %	Incerteza Expandida l/min	Factor de Expansão k
1,07	1,040	0,02	1,21	± 0,047	3,01

DM/064-2/07

Calibrado por

*CM*

Carlos Marques

Responsável pela Validação

*Tânia Farinha*

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo de EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC, ISQ, EA, ILAC e ILAC-MEA são siglas para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC, ISQ, EA, ILAC e ILAC-MEA são siglas para ensaios, calibrações e inspeções. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

**instituto de soldadura  
e qualidade**

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 35 • Torres de Vasco • 2740-120 Oeiras • Portugal  
Tels: +351 21 482 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 482 81 02

leometro@isq.pt

<http://metrologia.isq.pt>

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-481 Góia • Portugal  
Tels: +351 22 747 19 10/80 • Fax: +351 22 747 19 16/745 57 78



Assinatura válida

Digitally signed by  
LABMETRO ONLINE  
Date: 2015.08.21  
15:52:03 +0100  
Reason: Documento  
aprovado  
electronicamente

Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física



instalações de  
Oeiras

## Certificado de Calibração

Data 2015-08-20

Certificado nº CHUM2292/15

Página 1 de 2

Equipamento	Termohigrómetro Marca: Quest Technologies Modelo: EVM-7 Nº Ident.: 1000123048 Nº série: EMJ020015	Indicação: Digital Intervalo de indicação: --- Resolução: 0,1 °C / 0,1 %/hr
Ciente	UNIDADE DE SAÚDE PÚBLICA ARNALDO SAMPAIO ACES ARCO RIBEIRINHO, RUA D. JOSÉ CÁRCAMO LOBO 2835 LAVRADIO	
Data de Calibração	2015-08-19	
Condições Ambientais	Temperatura: 19,2 °C	Humidade relativa: 56,3 %/hr
Procedimento	LABMETRO PO.M - DM / TEMP-04 (Ed.G; Rev.02)	
Rastreabilidade	Ponte de resistência padrão LT112, rastreado ao Laboratório de Calibração Electro-Física do ISQ (Portugal). Termómetro de resistência de platina padrão LT234, rastreado ao IPQ (Portugal). Medidor de ponto de orvalho LT239, rastreado ao CETIAT (França).	
Estado do Equipamento	Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.	
Resultados	"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=XX, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."	

DH/06A-2/07

Calibrado por

Bárbara Marques

Responsável pela Validação

Januário da Torre (Responsável Técnico)

**instituto de soldadura  
a qualidade**

lisboa: Av. Prof. Cesário Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Derris • Portugal  
Tels.: +351 21 402 80 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 03

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mesmo, 258 • 4415-491 São • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 18/745 67 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



*M*



Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física

## Continuação de Certificado

Data 2015-08-20

Certificado nº: CHUM2292/15

Página 2 de 2

### Temperatura (°C)

Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida	Factor de expansão k=xx
20,05	18,9	-3,1	± 0,27	2,00
30,08	28,7	-3,4	± 0,27	2,00
40,05	38,2	-3,9	± 0,27	2,00

### Humidade (%hr)

Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida	Factor de expansão k=xx	
(a 23 °C)	30,59	45,0	14,4	± 0,8	2,00
	60,03	70,0	10,0	± 1,1	2,00
	90,19	93,9	3,7	± 1,4	2,00

Calibrado por

*Bll*

Bárbara Marques

Responsável pela Validação

*Januário da Torre*

Januário da Torre (Responsável Técnico)

DM/064-2/07

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC é signatário da EA, NLA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC é signatário da EA, NLA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. Este documento só pode ser reproduzido ou copiado integralmente, exceto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced or copied in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

**instituto de soldadura  
e qualidade**

União: Av. Prof. Cavaco Silva, 83 • Taguspark • 2740-120 Odivelas • Portugal  
Tels.: +351 21 422 92 34/31 86/92 20 • Fax: +351 21 422 61 12

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Moinho, 25B • 4415-691 Grijó • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10/30 • Fax: +351 22 747 19 10/745 57 73



Assinatura válida

Digitally signed by  
LABMETRO ONLINE  
Date: 2015.08.27  
12:17:22 +0200  
Reason: Documento  
aprovado  
electronicamente

Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física



Instalações de Oeiras

## Certificado de Calibração

Data de emissão: 2015-08-24 Certificado N.º: CANL518/15 Página 1 de 4

**Equipamento**  
Analisador de CO, CO<sub>2</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>  
Marca: Quest Technologies Indicação: Digital  
Modelo: EVM-7 N.º série: EMJ020015  
N.º ident.: 1000123046

**Cliente**  
UNIDADE DE SAÚDE PÚBLICA ARNALDO SAMPAIO  
ACES ARCO RIBEIRINHO, RUA D. JOSÉ CÁRCAMO LOBO  
2835 LAVRADIO

**Data de Calibração**  
2015-08-24

**Condições Ambientais**  
Temperatura: 20,3 °C Humidade relativa: 65,4 %hr  
Densidade do ar: (1,18 ± 0,002) kg/m<sup>3</sup> Pressão Atmosférica: 998,6 mbar

**Procedimento**  
P.O.M - DM/GÁS 014, Ed. B Rev.03

**Restreabilidade**  
Mistura gasosa n.º CRM049259, com o certificado n.º 702.01/1340745, rastreada à IPQ  
Mistura gasosa n.º CRM079533, com o certificado n.º 702.02/1340746, rastreada à IPQ  
Mistura gasosa n.º 4030272, rastreada à Gasin  
Diluidor Sonimix 2106-1024, com o certificado n.º 1105, rastreado à LN Industries S.A.  
Termohigrómetro LA014, com o certificado n.º CHUM3654/14, rastreado ao Labmetro -Temp.

**Estado do equipamento**  
Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

**Resultados**  
Encontram-se apresentados na(s) folhas em anexo.  
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

DN/064.2/07

Calibrado por

José Fernandes

Responsável pela Validação

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

instituto de soldadura  
e qualidade

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-180 Oeiras • Portugal  
Tels: +351 21 422 50 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 09

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 236 • 4415-491 G-joia • Portugal  
Tels: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 16/746 57 78

C IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo de EA e do TLAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and TLAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrita do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



*M*



Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física

Continuação de Certificado

Certificado N.º : CANL518/15

Página 2 de 4

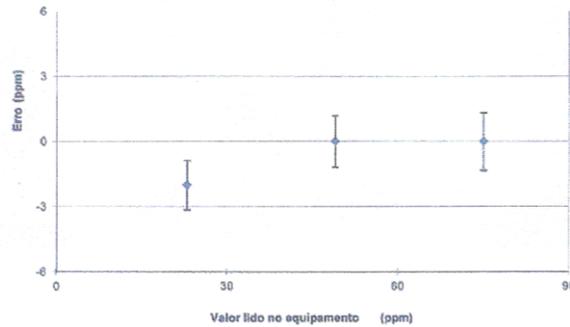
Valores Intervalo de indicação: ( 0 a 1000 ) ppm Resolução: 1 ppm  
(do dispositivo afixador)

Valores Lidos ( gás: CO )

(ppm =  $\times 10^{-6}$  mol/mol)

Valor do Equipamento (ppm)	Valor de Referência (ppm)	Erro de medição (ppm)	Incerteza Expandida (ppm)	Factor de Expansão k
23	25,0	-2	$\pm 1,1$	2,43
49	49,0	0	$\pm 1,2$	2,23
75	74,9	0	$\pm 1,3$	2,13

Gráficos:



Calibrado por

*José Fernandes*

José Fernandes

Responsável pela Validação

*Tânia Farinha*

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

DM/0054.2/07

instituto de soldadura  
e qualidade

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal  
Tels.: +351 21 499 6034/81 86/9030 • Fax: +351 21 422 91 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Góvil • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 18/745 07 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo de EA's do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA, MSA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física

### Continuação de Certificado

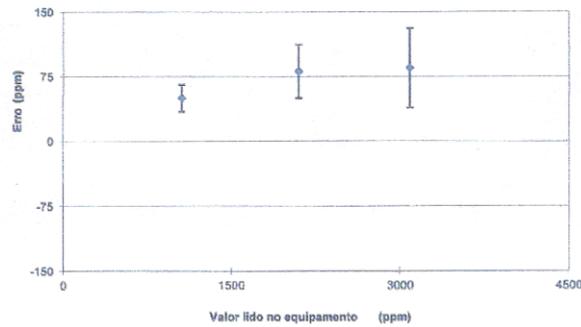
Certificado N.º : CANL518/15

Página 3 de 4

Valores Intervalo de indicação: ( 0 a 5000 ) ppm Resolução: 1 ppm  
(do dispositivo afixador)

Valores Lidos ( gás: CO <sub>2</sub> )		( ppm = × 10 <sup>-6</sup> mol/mol )		
Valor do Equipamento (ppm)	Valor de Referência (ppm)	Erro de medição (ppm)	Incerteza Expandida (ppm)	Factor de Expansão k
1060	1009	50	± 16	2,05
2099	2018	81	± 31	2,05
3087	3002	85	± 46	2,05

Graficamente:



Calibrado por

*José Fernandes*

José Fernandes

Responsável pela Validação

*Tânia Farinha*

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

DM/064-2/07

**instituto de soldadura  
e qualidade**

União: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-190 Oeiras • Portugal  
Tels.: +351 21 429 90 94/91 96/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

[labmetro@isq.pt](mailto:labmetro@isq.pt)

<http://metrologia.isq.pt>

Portas: Rua do Minho, 238 • 4415-431 Góia • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 19/745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MRA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorizada por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



*M*  
Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física



Continuação de Certificado

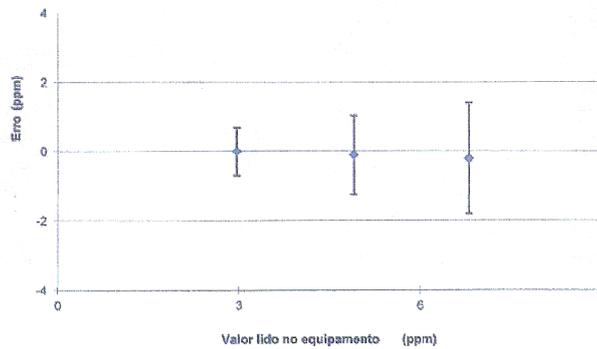
Certificado N.º : CANL513/15

Página 4 de 4

Valores Intervalo de indicação: ( 0 a 2000 ) ppm Resolução: 0,1 ppm  
(do dispositivo afixador)

Valor do Equipamento (%)	Valor de Referência (ppm)	Erro de medição (ppm)	Valores Lidos ( gás: C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) (ppm = × 10 <sup>-6</sup> mol/mol)	
			Incerteza Expandida (ppm)	Factor de Expansão k
3,0	3,00	0,0	± 0,68	2,05 (*)
4,9	5,0	-0,1	± 1,1	2,05 (*)
6,8	7,0	-0,2	± 1,6	2,05 (*)

Graficamente:



Observações: Os itens assinalados com (\*) encontram-se fora do âmbito de acreditação.

Calibrado por

*José Fernandes*

José Fernandes

Responsável pela Validação

*Tânia Farinha*

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

DM/064-2/07

**instituto de soldadura  
e qualidade**

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Denes • Portugal  
Tels.: +351 21 422 92 34/31 86/30 20 • Fax: +351 21 422 91 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-451 Grijó • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10/20 • Fax: +351 22 747 19 18/745 97 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

## **ANEXO 9 - Guião de Procedimentos de Medição**

## Guião de Procedimentos de Medição

O presente documento constitui um protocolo na amostragem de ar a efetuar no âmbito do estudo para as concentrações de COV na qualidade do ar em quartos onde os bebés dormem.

### Antes da medição:

Confirmar que tem todo o material necessário, em especial

1. Questionário para preenchimento *in loco*,
2. Morada exata para deslocação ao local e contacto da pessoa (nome e telefone)
3. Equipamento de medição EVM7 da qualidade do ar
  - a. Verificação do funcionamento do equipamento, nomeadamente realização de teste de despiste de funcionamento do sensor de COVT com registo nos questionários (campo assinalado)
  - b. Verificação da existência de bateria suficiente para realização das medições previstas
  - c. Verificação da existência de memória suficiente no equipamento para realização das medições
4. Equipamento de medição da área do quarto
5. Documento de consentimento informado em duplicado
6. Lembrar que no dia da medição, os elementos da equipa de medição **não devem** colocar perfume, álcool, acetonas, ou outros produtos que possam influenciar a análise

### Durante a medição:

Interior

1. Caso o quarto tenha janela, confirmar que se encontra encerrada. Se estiver aberta registar no campo de observações do questionário.
2. Colocar o aparelho no **centro do quarto** (na medida do possível) e a cerca de **1,5 m do chão**
3. Dar início à medição com a duração - **15 minutos, fechar ou encostar a porta** até que a medição tenha terminado
4. Procurar que no momento da medição **não se encontrem pessoas no espaço** a monitorizar. No entanto se o bebé ou outra pessoa estiver no seu interior, registar no campo de observações do questionário.
5. Caso os resultados pareçam estranhos, ou sempre que se considere necessário, repetir o procedimento
6. Registrar os resultados obtidos

Exterior

1. Procurar um **ponto exterior, o mais próximo possível da casa** e/ou quarto, por exemplo, parapeito da janela ou porta da casa.
2. Garantir que o **local é seguro** para a colocação do equipamento. Caso seja necessário afastar-se para dar segurança à medição, é preferível do que colocar o equipamento em risco.

3. Dar início à medição com a duração - **15 minutos**, evitando situações que confinem o espaço da mesma.
4. Registrar os resultados obtidos

Valores de referência, para os parâmetros estudados e de acordo com o objetivo do estudo - para quartos onde dormem bebés:

Parâmetro	Valor de referência	Unidade	Fonte
Temperatura interior	20-24 Inverno	°C	ISO 7730:2005 (1)
Humidade Relativa	30-70	%	ISO 7730:2005 (1)
Compostos Orgânicos Voláteis Totais	<0,3	mg/m <sup>3</sup>	APA (2)
Dióxido de Carbono	<1800	mg/m <sup>3</sup>	APA (2)
Monóxido de Carbono	<5,8	mg/m <sup>3</sup>	WHO, 2010 (3)

#### Após a medição:

Registrar no formulário *on-line*, com todos os dados recolhidos *in-loco*.

#### Fontes

1. **Ergonomics of the thermal environment, ISO 7730:2005.** *Analytical determination and interpretation of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.* s.l. : ISO, 2005.
2. **APA, Agência Portuguesa do Ambiente.** *Manual da Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um guia técnico.* Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, 2010.
3. **WHO, World Health Organization.** *Guidelines for indoor air quality: selected pollutants.* Copenhagen, Denmark : World Health Organization, 2010.

## **ANEXO 10 - Documento de Consentimento Informado**

CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM INVESTIGAÇÃO

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorrecto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

**Título do estudo:** Qualidade do ar interior em quartos de bebés - Estudo das concentrações de Compostos Orgânicos Voláteis (COV)

**Enquadramento:** O estudo surgiu da necessidade de aumentar o conhecimento científico acerca da influência da qualidade do ar na saúde dos bebés e crianças. Com essa informação a equipa de investigação procura entender quais as melhores estratégias de proteção e promoção da saúde dos bebés. A Direção Executiva do Agrupamento de Centros de saúde do Arco Ribeirinho considerou que este estudo seria uma boa forma de contribuir para a saúde da população que serve.

O estudo será realizado pelo Centro de Saúde da sua área de residência, através da Unidade de Saúde Pública Arnaldo Sampaio (USPAS), onde está inserida a investigadora Raquel Rodrigues dos Santos e no âmbito do seu Doutoramento em Ciências da Saúde pelas das Universidades de Alcalá e Lusófona, sob orientação das Professoras Doutoradas Ana Fernandes e Liliana Mendes.

**Explicação do estudo:**

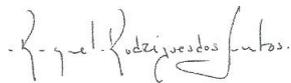
O estudo consiste na investigação dos fatores e características dos quartos que interferem com a qualidade do ar e com a saúde dos bebés. Para tal é efectuado um breve questionário (preenchido pelo técnico) e uma recolha de amostra de ar no quarto onde o bebé dorme. Após este procedimento (questionário e recolha de amostra de ar) que dura no máximo 30 minutos, os dados são introduzidos numa base de dados onde, através de uma análise estatística se vai apurar o objeto da investigação. No final, com base nos resultados é construído um documento de recomendações que contribuam para a melhoria da qualidade do ar e da saúde dos bebés.

**Condições e financiamento:** Não existem despesas da parte do participante, apenas a sua boa vontade e disponibilidade de tempo. As deslocações e materiais envolvidos no estudo são da responsabilidade do Agrupamento de Centros de Saúde do Arco Ribeirinho e da investigadora responsável. Para a sua aplicação o estudo mereceu o parecer favorável da Comissão de Ética da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias e foi subtido à Comissão de Ética para a Saúde da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo.

**Confidencialidade e anonimato:** O questionário está formulado de modo a que possam ser evitadas identificações. De qualquer forma os dados obtidos são anónimos e os resultados tratados de forma agregada, para impedir que se relacionem com as pessoas. Para além da confidencialidade é garantido o uso exclusivo dos dados recolhidos para o presente estudo.

A investigadora\* agradece desde já o seu contributo, encontrando-se disponível para qualquer esclarecimento que considere necessário, através do telefone número 962 829 716 e/ou do correio electrónico: rodriguesdosantosaquel@gmail.com

\*Raquel Rodrigues dos Santos - Técnica de Saúde Ambiental da Unidade de Saúde Pública Arnaldo Sampaio do Agrupamento de Centros de Saúde do Arco Ribeirinho, da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo. Aluna de Doutoramento em Ciências da Saúde pelas Universidades de Alcalá e Lusófona.



-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela pessoa que acima assina. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pela investigadora.

Nome: .....

Assinatura: .....

Data: ..... / ..... / .....

ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 1 PÁGINA E FEITO EM DUPLICADO:  
UMA VIA PARA A INVESTIGADORA, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE