

Caracterização da qualidade do ar interior em Portugal – Estudo HabitAR

Characterization of indoor air quality in Portugal – HabitAR study

Data de receção / Received in: 30/06/2009

Data de aceitação / Accepted for publication in: 31/10/2009

Rev Port Imunoalergologia 2010; 18 (1): 21-38

Mário Morais de Almeida^{1,2}, Isabel Lopes³, Carlos Nunes^{2,4,5}

¹ Unidade de Imunoalergologia / *Immunoallergy Department. Hospital CUF-Descobertas, Lisboa*

² Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica

³ Departamento Médico / *Medical Department UCB-Portugal*

⁴ Centro de Imunoalergologia do Algarve / *Algarve Immunoallergy Center*

⁵ *The UCB Institute of Allergy – International Advisory Board*

Nota: 1.º prémio SPAIC-UCB 2009

RESUMO

Introdução: Para além da contaminação atmosférica no exterior dos edifícios, a exposição a poluentes do interior das habitações contribui substancialmente para a exposição humana global, podendo condicionar a expressão e gravidade das doenças alérgicas. **Objectivos:** Estudar as concentrações do ar interior numa amostra significativa de habitações das cinco regiões de Portugal continental, nomeadamente analisando dióxido de nitrogénio (NO₂), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), partículas inaláveis de matéria com dimensão inferior a 10 µm (PM₁₀), formaldeído (HCHO), compostos orgânicos voláteis (COV), ozono (O₃) e dióxido de enxofre (SO₂), avaliando igualmente o conforto térmico, traduzido pelas variáveis temperatura e humidade relativa. **Metodologia:** Utilizando equipamentos portáteis normalizados, de Dezembro de 2007 até Julho de 2008, recolheram-se amostras do ar interior no quarto principal e na cozinha, de 557 habitações distribuídas por todo o território continental. **Resultados:** Em 60% das casas visitadas identificou-se uma medição em que pelo menos um dos parâmetros CO₂, CO, PM₁₀, COV ou HCHO estava acima do limite definido, salientando-se que 7,6% das medições do CO₂ se encontravam acima desse valor; 50% das casas tinham concentração de COV acima de 0,6mg/m³; 2,3% das medições de PM₁₀ estavam acima do valor limite; apenas três medições de HCHO e duas de CO estavam acima do valor máximo definido pela legislação portuguesa. Nenhuma das

medições de O_3 estava acima do nível máximo definido por lei. No que se refere ao SO_2 , nenhuma das medições esteve acima do limite detectável pelo equipamento. Apenas se detectou NO_2 em 5,1% dos casos. Verificou-se que 47% das casas não tinham um adequado conforto térmico. **Conclusão:** A maioria das casas estudadas tinha razoável qualidade do ar e conforto térmico, embora a concentração de vários poluentes possam indiciar a oportunidade de efectuar intervenções correctivas, nomeadamente reduzindo as fontes emissoras e promovendo maior ventilação.

Palavras-chave: Compostos orgânicos voláteis, conforto térmico, poluição, Portugal, qualidade do ar interior.

ABSTRACT

Background: Beyond the atmospheric contamination in the exterior of the buildings, indoor exposure to pollutants, namely in the home, substantially contributes to global human exposure, which can influence the expression and severity of allergic diseases. **Aims:** To study pollutants' concentrations in the indoor air of a significant sample of homes of the 5 regions of mainland Portugal, namely analyzing nitrogen dioxide (NO_2), carbon dioxide (CO_2), carbon monoxide (CO), particulate matter with dimension less than $10\mu m$ (PM_{10}), formaldehyde (HCHO), volatile organic compounds (VOC), ozone (O_3) and sulphur dioxide (SO_2), evaluating also the thermal comfort, translated from the variables temperature and relative humidity. **Methodology:** Using normalized portable equipment, from December 2007 until July 2008, samples of indoor air were collected, from the master bedroom and the kitchen, of 557 homes distributed throughout mainland Portugal. **Results:** In 60% of the homes, at least one of the measured parameters (CO_2 , CO, PM_{10} , VOC or HCHO) was above the defined limit: 7.6% of the CO_2 measurements were above the defined limit; 50% of the houses had VOC concentrations above $0.6mg/m^3$; 2.3% of the PM_{10} measurements were above the legal limit; only 3 measurements of HCHO and 2 of CO were above the maximum values defined by the Portuguese legislation. None of the measurements of O_3 was above the maximum level defined by law. None of the SO_2 measurements was above the limit detectable by the equipment. NO_2 was detected in only 5.1% of cases. Forty-seven per cent of the homes lacked good thermal comfort. **Conclusion:** The majority of the homes studied had reasonable air quality and thermal comfort, but the concentration of several pollutants should highlight the opportunity to perform corrective interventions, namely reducing the contamination sources and promoting better ventilation.

Key-word: Indoor air quality, pollution, Portugal, thermal comfort, volatile organic compounds.

INTRODUÇÃO

A boa qualidade do ar que respiramos é considerada um requisito básico para a saúde e para o bem-estar humano¹. E as consequências são facilmente compreendidas se nos lembrarmos que cada organismo humano necessita, diariamente, de 10 a 20 m³ de ar respirável.

INTRODUCTION

Good quality of the air we breathe is considered a basic need for human health and well being¹. The consequences of a poor air quality are easily understood if we consider that each human organism needs a daily 10-20m³ of breathable air.

No último século, para além das fontes emissoras naturais, com o advento da era industrial e o desenvolvimento da tecnologia, verificou-se um considerável aumento da poluição atmosférica antropogénica, com a quantidade de poluentes lançados na atmosfera a atingir os mais altos níveis, com concentrações que podem variar de centenas a milhões de toneladas por ano¹. A introdução de várias medidas preventivas suportadas por abrangentes consensos políticos internacionais, aplicadas e adoptadas quer na indústria, quer na produção energética, quer nos transportes, quer nos próprios hábitos dos cidadãos, levou a um declínio significativo da poluição atmosférica, mas que no entanto se mantém como um considerável risco para a saúde, sendo responsável na Europa, em cada década, por centenas de milhares de mortes prematuras¹.

Mas se a contaminação atmosférica justifica lícitos receios, devemos recordar que, actualmente, a maioria da população passa até 90% do seu tempo em edifícios onde os níveis de poluentes podem ser até 100 vezes superiores aos do ar exterior, sendo este facto responsável pelo desenvolvimento e agravamento de um importante número de doenças, nomeadamente respiratórias²⁻⁶. Importa então salientar que a poluição interior contribuirá substancialmente para a exposição humana global, que se poderá considerar como uma combinação entre a exposição atmosférica local e os micro-ambientes a que cada indivíduo está exposto, como na escola, no local de trabalho, em espaços comerciais e, em especial, na habitação, pois corresponde a um período de exposição que, em cada dia, pode ser considerável⁶⁻⁸.

Entre outros exemplos, as concentrações de óxidos de nitrogénio, de óxidos de carbono, de partículas inaláveis de matéria, de formaldeído, de ozono ou de radão, no interior dos edifícios, são frequentemente maiores do que no exterior^{6,9}. Para além da influência dos poluentes do ambiente exterior, como múltiplas fontes emissoras no interior dos edifícios, salientamos o consumo de tabaco, a queima de combustíveis, os materiais utilizados na construção, no mobiliário, na decoração e na manutenção dos espaços, produtos utilizados pelos moradores, entre muitos outros^{1,4,6}.

Over the last century the advent of the industrial age and the development of technology have meant that, in addition to natural emission sources, we have seen a considerable rise in anthropogenic atmospheric pollution, with the quantity of airborne pollutants reaching the highest levels ever, with concentrations ranging from hundreds to millions of tonnes a year¹. Preventative measures have been introduced, supported by wide-ranging international political consensus, and these have been applied and adopted by industry, energy production, transport and homes, leading to a significant drop in airborne pollution. There is still a considerable risk to health, however, with airborne pollution causing hundreds of thousands of premature deaths in Europe each decade¹.

While this airborne contamination might justify reasonable fears, we have to remember that the majority of the population currently spends up to 90% of their time in buildings where the levels of pollutants could be up to 100 times greater than those of the outdoor air, this being responsible for the development and exacerbation of a significant number of diseases, particularly respiratory²⁻⁶. It is important to highlight that indoor pollution adds substantially to overall human exposure, which could be considered as a combination of local airborne exposure and the micro-environments to which each individual is exposed, such as the school, the workplace, shops and particularly the home, where a considerable period of daily exposure occurs⁶⁻⁸.

Indoor concentrations of nitrogen oxide, carbon dioxide, particulate matter, formaldehyde, ozone or radon are frequently higher than outdoor^{6,9}. In addition to the role played by outdoor pollutants, we highlight tobacco consumption, the burning of fuel, materials used in construction, furniture making, decoration and maintenance of spaces and products used by households as some of the several multiple emission sources^{1,4,6}.

Several studies have cited the consistent association between contamination by domestic pollutants and health problems, particularly allergies⁴⁻⁶. There are a

Muitos estudos referiram associações consistentes entre contaminação por poluentes domésticos e problemas de saúde, nomeadamente alérgicos^{4,6}, existindo então um número considerável de factores ambientais no interior das casas, muito para além dos alérgenos, como a humidade e a temperatura do ar, os compostos orgânicos voláteis e as partículas em suspensão, que, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, têm significativos efeitos prejudiciais para a nossa saúde^{1,7}.

Considerando as doenças alérgicas, é bem conhecido o efeitos das múltiplas variáveis ambientais, quer como condicionantes primárias, quer como agravantes dos vários quadros clínicos, em especial quando o aparelho respiratório se encontra comprometido^{5,6}. É esta uma das razões essenciais para que a investigação sobre a prevenção primária, secundária e terciária das doenças alérgicas, apoiada na consciência do significativo peso que representa o componente genético, se tenha dirigido nas últimas décadas para o esclarecimento dos factores de risco ambientais a que as populações se encontram expostas, visando a instituição de medidas correctivas¹⁰. Entre as muitas variáveis cujo estudo é recomendado pela *World Allergy Organization*, coloca-se entre as prioridades o aprofundamento do conhecimento sobre os factores ambientais do interior dos edifícios, nomeadamente sobre o efeito dos poluentes, como o dióxido de nitrogénio, o ozono ou as partículas em suspensão, no desenvolvimento de sensibilizações e no agravamento das doenças alérgicas, sabendo-se bem do efeito da exposição ao fumo de tabaco, particularmente na idade pediátrica, ou as consequências de determinadas exposições a poluentes do ar, nomeadamente em casos particulares de patologia ocupacional alérgica¹⁰.

Mas para instituir medidas preventivas e assim minimizar os efeitos da exposição aos poluentes, à semelhança do que fazemos com os alérgenos do interior e/ou do exterior dos edifícios, importa primeiro analisar os contaminantes a que estamos expostos, as suas concentrações e a sua correlação com a ocorrência de doenças^{1,4}. Se somos conhecedores de concentrações de poluentes em espaços públicos, pouco se sabe a nível das habitações¹¹⁻¹³, espaços privados por excelência, não existindo internacionalmente, tanto quanto

considerable number of environmental factors inside homes further to allergens, for instance humidity and air temperature, volatile organic compounds and particulate matter, which, accordingly to the World Health Organization, have harmful effects on health^{1,7}.

In terms of allergic diseases, the effects of several environmental variables are well known, as both primary triggers and exacerbating factors of several clinical pictures, particularly when the respiratory system is compromised^{5,6}. This is one of the crucial reasons why research into the primary, secondary and tertiary prevention of allergic diseases, aided by understanding of the weighty role the genetic component plays, has been directed over the last few decades into clarifying the environmental risk factors to which populations are exposed. This research aims at implementing preventative measures¹⁰. A priority, among the several variables the World Allergy Organization recommends studying, is deepened knowledge of the role of indoor environmental factors, particularly the effect of pollutants such as nitrogen oxide, ozone and particulate matter, on the development of allergen sensitization and exacerbation of allergic diseases. The effect of second hand tobacco smoke, particularly on children, and the consequences of specific exposure to airborne pollutants, namely in cases of specific occupational allergic pathology, is well known¹⁰.

In order to implement preventative measures, thus minimising the effects of exposure to pollutants, as has been done with indoor and/or outdoor allergens, it is important to first analyse the contaminants to which we are exposed, their concentrations and their correlation with disease occurrence^{1,4}. We might know the concentration of pollutants in public spaces, but we know little about homes¹¹⁻¹³, prime private spaces. As far as we know, there are no international broad-based studies characterising environmental exposure, including thermal comfort variables, at the level of a country's housing.

The primary aim of this innovative study was to assess the components of indoor air in a significant sample of

é do nosso conhecimento, estudos alargados que tivessem caracterizado a exposição ambiental, incluindo variáveis de conforto térmico, a nível das habitações de um país.

O objectivo primário deste estudo inovador foi o de determinar os componentes do ar interior numa amostra significativa de habitações das várias regiões de Portugal continental, avaliando as concentrações de dióxido de nitrogénio (NO₂), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), partículas inaláveis de matéria com dimensão inferior a 10µm (PM₁₀), formaldeído (HCHO), compostos orgânicos voláteis (COV), ozono (O₃) e dióxido de enxofre (SO₂), para alguns dos quais estão definidos níveis máximos nas legislações portuguesa e da União Europeia. Sabendo-se que o conforto térmico, determinado pela temperatura ambiental (T) e pela humidade relativa (HR), é fundamental para o bem-estar humano, como objectivo secundário, pretendeu-se caracterizar o ambiente doméstico nacional quanto a estas variáveis.

METODOLOGIA

Foram realizadas medições para avaliação da qualidade do ar em habitações numa amostra composta por 200 pontos de observação, distribuídos por 184 freguesias das cinco regiões de Portugal continental (Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve), considerando-se ainda a quantificação da população de cada região NUTS III, de modo a obter uma representatividade global (responsável pelo desenho da amostra – Professor Doutor Salvador Massano Cardoso, Professor Catedrático do Instituto de Higiene e Medicina Social da Universidade de Coimbra).

Em cada ponto de observação, pretendeu-se avaliar a qualidade do ar em 3 habitações, tendo sido efectuadas medições em duas divisões de cada habitação (quarto principal e cozinha), o que totalizaria uma amostra global contendo 600 habitações e 1200 registos.

Em cada habitação, efectuou-se a compilação de informações sobre caracterização da habitação e dados rela-

homes throughout mainland Portugal, analysing concentrations of nitrogen dioxide (NO₂), carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO), particulate matter under 10µm (PM₁₀), formaldehyde (HCHO), volatile organic compounds (VOC), ozone (O₃) and sulphur dioxide (SO₂). Some of these elements have maximum levels set by Portuguese and European Union legislation. As thermal comfort, determined by environmental temperature (T) and relative humidity (RH), is vital to human well being, a secondary aim of our study was to characterise Portugal's indoor home environment in terms of these variables.

METHODOLOGY

We measured indoor air quality in homes across a sample of 200 observation points throughout 184 parishes in mainland Portugal's five regions: the North, the Midlands, the Lisbon and Tagus Valley, the Alentejo and the Algarve. We further quantified the population of each of these NUTS III regions to get an overall representation. The sample was designed by Professor Doutor Salvador Massano Cardoso, Cathedric Professor of the Instituto de Higiene e Medicina Social of Coimbra University.

We evaluated the indoor air quality at three homes in each observation point, taking samples in two rooms of each home (the master bedroom and the kitchen), to a total overall sample of 600 homes and 1200 measurements.

We compiled information on each home, characterising the dwelling and providing data on the residents' health, including smoking habits.

The study protocol was approved by the National Commission for Data Protection.

Table I shows the number of measurement points, by district, defined in the initial sample along with the number of homes we intended to and those we did study. We found a 93% application rate, which corresponded to 97% of the 200 points initially proposed in the sample design, which validates the nationwide representation of the data.

cionados com a saúde dos moradores, incluindo hábitos tabágicos.

O protocolo do estudo foi aprovado pela Comissão Nacional de Protecção de Dados.

No Quadro I identificam-se, por distrito, o número de pontos de medição definidos na amostra inicial, bem como o número de habitações previstas e as efectivamente estudadas, evidenciando-se uma taxa de aplicação de 93%, correspondente a 97% dos 200 pontos inicialmente propostos no esquema de amostragem, o que valida a representatividade nacional dos dados.

Sample collection

As we needed to select and identify the houses prior to beginning, the majority of the Parish Councils in the target areas played an important part in the process, allowing a reasonable recruitment of homes. When we could not get the assistance of local authorities, we entered into contact with other bodies, particularly town councilors, fire fighter heads and health centre administrators. We increased the study's visibility and facilitated participation in it by carrying out publicity campaigns in the press. Here we had the active help of the press at national, regional and local levels.

Quadro I. Distribuição por distrito do número de pontos de medição, das habitações previstas e das efectivamente estudadas
Table I. Distribution by district of the number of measuring points of the homes we intended to study and those actually studied

Distrito / District	Número de pontos de medição / Number of measuring points	Número de habitações previstas / Number of intended homes to study	Número de habitações estudadas / Number of homes actually studied
Aveiro	11	33	35
Beja	13	39	37
Braga	7	21	21
Bragança	2	6	6
Castelo Branco	2	6	6
Coimbra	10	30	32
Évora	13	39	39
Faro	40	120	92
Guarda	4	12	12
Leiria	13	39	37
Lisboa	21	63	63
Portalegre	8	24	21
Porto	16	48	49
Santarém	8	24	25
Setúbal	14	42	35
Viana do Castelo	7	21	14
Vila Real	2	6	6
Viseu	9	27	27
Total	200	600	557

Recolha de amostras

Dada a necessidade de seleccionar e identificar previamente as casas, a maioria das Juntas de Freguesia das áreas-alvo desempenhou um papel relevante neste processo, permitindo uma evolução razoável do recrutamento de habitações. Quando não foi possível a colaboração das autoridades locais, recorreu-se ao contacto com outras entidades, nomeadamente responsáveis municipais, dos corpos de bombeiros ou dos centros de saúde. Para aumentar a notoriedade do estudo e facilitar a adesão ao mesmo, efectuaram-se paralelamente campanhas de divulgação na imprensa, a qual contou com a participação activa da generalidade dos órgãos de imprensa, quer de âmbito nacional, quer regional e local.

Parâmetros medidos e equipamento utilizado

As casas seleccionadas foram visitadas por técnicos especializados do Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (Director – Professor Doutor Carlos Borrego, Professor Catedrático no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro), com equipamento adequado e homologado para medir os diferentes parâmetros da qualidade do ar interior.

Em cada uma das divisões das casas estudadas mediram-se dez parâmetros: T e HR (para determinação do conforto térmico), CO₂, CO, NO₂, HCHO, O₃, COV, SO₂ e PM₁₀.

Adoptaram-se os limites de normalidade de acordo com a legislação portuguesa (Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril), transcrita da legislação europeia (Directivas 2002/91/CE e 2006/32/CE do Parlamento Europeu), sobre as Condições para a Qualidade do Ar Interior. A legislação portuguesa não estabelece um valor limite para SO₂ e NO₂ dentro dos edifícios; há, no entanto, padrões que definem para o NO₂ os limiares máximos de exposição aplicáveis em contexto laboral (2 mg.m⁻³ – base quinze minutos).

A avaliação da qualidade do ar nos vários locais foi feita por períodos de cerca de 15 minutos. O equipamento foi colocado a 1,5 m do chão em áreas representativas para medição, as quais foram efectuadas quando as divisões não estavam sujeitas a uso intensivo, encontrando-se com as ja-

Measurement parameters and equipment used

The homes selected were visited by specialised technicians from the Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (Director – Professor Doutor Carlos Borrego, Cathartic Professor of the Departamento de Ambiente e Ordenamento of Aveiro University) with suitable and standardised equipment to measure the different indoor air quality parameters.

In each room of the houses studied we measured ten parameters: T and RH (to assess thermal comfort), CO₂, CO, NO₂, HCHO, O₃, VOC, SO₂ and PM₁₀.

The limits for normality on Indoor Air Quality established in Portuguese law (Decree-Law 79/2006 of April 4), transposed from the European legislation (Directives 2002/91/EC and 2006/32/EC of the European Parliament), were adopted for this study. Portuguese legislation does not set a norm for indoor SO₂ and NO₂; there are, however, standards which set maximum NO₂ limits for occupational exposure: 2 mg.m⁻³ – 15 minute base.

Air quality was evaluated at the locations for 15-minute periods. The equipment was placed 1.5m above ground level at the measurement points. Samples were taken when the areas were not being used intensively, with the windows closed and no inhabitants in the rooms. Around 60% of the measurements were made at periods initially considered desirable (10.00-12.00hrs and 16.00-19.00hrs), but this collection period was subsequently widened to allow greater participation.

Aided by a structured questionnaire, we constructed a descriptive evaluation that included questions on inhabitants' state of health and the characteristics of the houses evaluated by the technician. The questionnaire was designed to assess any diagnosis and symptoms of rhinitis and asthma over the past year, if any inhabitants were smokers, age, general conditions and type of house and number of inhabitants.

We used a portable IQ-604 probe (GrayWolf Sensing Solutions, Shelton – CT, USA) to measure T, RH, CO, CO₂,

nelas fechadas e sem habitantes no seu interior; cerca de 60% das medições foram efectuadas nos períodos inicialmente considerados como desejáveis (10-12h e 16-19h), tendo, no entanto, o intervalo sido alargado para permitir uma maior disponibilidade para a participação dos habitantes.

Com a ajuda de um questionário estruturado, foi feita uma avaliação descritiva que incluiu questões sobre o estado de saúde dos residentes, bem como características das habitações, avaliadas pelo técnico. Este questionário tinha o propósito de determinar a existência de diagnóstico e de sintomas no último ano de rinite e asma, a ocorrência de fumadores, idade, condições gerais e tipo da casa, bem como o número de habitantes.

Uma sonda portátil IQ-604 (GrayWolf Sensing Solutions, Shelton – CT, USA) foi usada para medir T, HR, CO, CO₂, COV e O₃. NO₂ e SO₂ foram medidos com a sonda TG-501 (GrayWolf Sensing Solutions, Shelton – CT, USA), portátil, com sensores electroquímicos para medir a concentração de gases.

Para medir as partículas de matéria em suspensão, foi utilizado o equipamento portátil pDR-1200 (Thermo Andersen, Franklin – MA, USA) que, com o uso de um sensor óptico, permite determinar a sua concentração. A selecção da fracção para determinar as PM₁₀ faz-se usando um exaustor e uma bomba para ajustar o fluxo de amostragem.

VOC and O₃. NO₂ and SO₂ were measured using a portable TG-501 probe (GrayWolf Sensing Solutions, Shelton – CT, USA) equipped with electrochemical sensors to measure concentrations of gases.

A portable pDR-1200 (Thermo Andersen, Franklin – MA, USA) aerosol monitor was used to measure particulate matter. This, in tandem with an optical sensor, allows measurement of the concentration of particulate matter. The fraction selection to determine PM₁₀ was carried out using an extractor and a pump to adjust the sampling flow.

Finally, HCHO was measured using a portable FP-30 gas detector (RKI Instruments, Union City – CA, USA) able to measure the concentration of this pollutant using photoelectric photometry.

Table 2 shows information on the main technical characteristics of the equipment used, particularly the measurement range and the detection limit associated with each parameter.

Statistical analysis

The data were characterised descriptively, with mean, median, standard deviation, maximum and minimum va-

Quadro 2. Características do equipamento de medição da qualidade do ar interior

Table 2. Characteristics of the equipment used to measure indoor air quality

Equipamento / Equipment	Parâmetro / Parameter	Gama de medição / Range	Limite de detecção / Detection limit
Sonda IQ-604 (Gray Wolf Sensing Solutions)	CO	0-500 ppm	1 ppm
	CO ₂	0-10000 ppm	---
	COV / VOC	0-20 ppm	0.02 ppm
	O ₃	0-1 ppm	0.02 ppm
Sonda TG-501 (Gray Wolf Sensing Solutions)	NO ₂	0-20 ppm	0.1 ppm
	SO ₂	0-20 ppm	0.2 ppm
FP-30 (RKI Instruments)	HCHO	0-0.4 ppm	0.01 ppm
pDR-1200 (Thermo Andersen)	Partículas / Particulate matter	0.001-400 mg.m ⁻³	0.001 mg.m ⁻³

Por fim, o HCHO foi medido com o equipamento portátil FP-30 (RKI Instruments, Union City – CA, USA), capaz de determinar a concentração deste poluente recorrendo a fotometria fotoelétrica.

No Quadro 2 apresenta-se informação sobre as principais características técnicas dos equipamentos em causa, nomeadamente as gamas de medição e os limites de detecção associados a cada parâmetro.

Análise estatística

Os dados foram caracterizados com medidas descritivas, incluindo média, mediana, desvio-padrão, valores máximo e mínimo quando a variável era contínua e frequências absoluta e relativa quando a variável era categórica. Usou-se a *One-Way ANOVA* para comparação de variáveis contínuas e os testes *t-Student* e qui-quadrado para as variáveis categóricas. Efectuou-se correlação de Pearson entre as variáveis ambientais. Todos os cálculos comparativos foram efectuados considerando-se um nível de significância de 0,05. A análise estatística foi feita com as aplicações JMT 6.0.3 Statistical Discovery – SAS Institute e SPSS, version 15,0.

RESULTADOS

As medições foram efectuadas de 03/12/2007 a 14/07/2008 em 557 habitações, correspondendo a 1112 registos. Em alguns casos, o número de medições dos parâmetros é inferior ao total referido, o que se ficou a dever, quer a algumas anomalias verificadas no registo de dados, quer à eliminação de dados considerados inválidos.

Nas 557 casas visitadas, obtivemos 552 respostas aos questionários de saúde, sendo estes dados apenas sumariamente considerados neste trabalho.

A idade média das casas estudadas foi de $28,1 \pm 24,5$ anos, sendo o número médio de habitantes de 3 ± 1 . Meta-de estas habitações situava-se no rés-do-chão, apresentando estas, com maior frequência, sinais directos de humidade; 19% das habitações tinham garagem. Cerca de 26%

lues for continuous and absolute variables and relative frequencies for categorical. We used one-way ANOVA to compare continuous variables and the students' *t*-test and the chi-squared test for categorical variables. We performed the Pearson correlation between the environmental variables. All the comparative calculations were made setting a 0.05 level of significance. The statistical analysis was carried out using the JMT 6.0.3 Statistical Discovery, SAS Institute and SPSS version 15 applications.

RESULTS

The samples were taken between 03/12/2007 and 14/07/2008 at 557 homes, which corresponds to 1112 records. In some cases, the number of measurements of parameters was lower than the total mentioned, which was due to either anomalies seen as the data were recorded or to the elimination of data considered invalid.

In the 557 homes visited, we obtained 552 responses to the health questionnaires, with these data only summarily considered in the study.

The mean age of the houses studied was 28.1 ± 24.5 years and the mean number of inhabitants 3 ± 1 . Half of these houses were located on the ground floor, frequently showing direct signs of dampness. Nineteen per cent had a garage. Around 26% had at least one inhabitant who smoked. Fifty nine per cent of the homes had a fireplace, with 81% of these frequently used. Only 20% of the houses studied had air conditioning, which was used in 86% of them.

Five per cent of the houses had overall habitation conditions defined by the technician as poor, 49% as regular and 46% as good. We found significant regional differences in this distribution ($p < 0.001$).

Table III shows the number of measurements, the mean, the median and the variation intervals for each

tinham, pelo menos, um residente fumador. Cinquenta e nove por cento das casas tinham lareira, sendo 81% destas frequentemente usadas. Apenas 20% das casas estudadas tinha ar condicionado, que era usado em 86% delas.

Em 5% das habitações, a habitabilidade global foi definida pelo técnico como má, em 49% como regular e em 46% como boa, encontrando-se significativas diferenças regionais quanto a esta distribuição ($p < 0,001$).

O Quadro 3 mostra o número de medições, a média e a mediana, e os intervalos de variação para cada parâmetro. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as determinações efectuadas no quarto ou na cozinha ($p > 0,14$).

Cerca de 7,6% das medições para o CO_2 estavam acima do valor limite, em alguns casos ultrapassando claramente este limiar, sendo este poluente considerado um indicador da qualidade da renovação do ar dentro dos edifícios, onde níveis acima de 1000 ppm (1800 mg.m^{-3}) indicam habitualmente uma insuficiente renovação.

Na maioria dos casos, a concentração de CO era nula ou inferior ao limite detectável pelo equipamento, sendo

parameter. We found no statistically significant differences in the measurements made in the bedroom and kitchen ($p > 0.14$).

Around 7.6% of the CO_2 measurements were above the set limit, in some cases, clearly above this limit. This pollutant is considered an indicator of the quality of circulating indoor air; levels above 1000ppm (1800 mg.m^{-3}) usually indicate insufficient air renewal.

In the majority of cases, the CO concentration was nil or below the limit detectable by the sensor. This was not seen in only 7.1% of the evaluations, although only two measurements were above the norm set by national legislation (12.5 mg.m^{-3}).

The national legislation mentioned above sets a maximum concentration of PM_{10} admissible inside buildings of 0.15 mg.m^{-3} or 150 $\mu\text{g.m}^{-3}$, with Decree-Law 112/2002 of April 16 also limiting outdoor levels: 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (24h base) and 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (annual base). Of the houses studied, 2.3% of the measurements were over 150 $\mu\text{g.m}^{-3}$; 23.5% over 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ and 32.8% over 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$, taking into account in these two last cases the limits set for outdoor environments.

Quadro 3. Número de medições por parâmetro, média e mediana, intervalos de variação, e limites legais para a qualidade do ar interior
Table 3. Number of measurements per parameter, mean and median, variation intervals and legal limits for indoor air quality

Parâmetro / Parameter	Nº de medições (n) / No. of measurements (n)	Média/Mediana / Mean/Median	Mínimo – Máximo / Minimum – Maximum	Unidade / Unit	Limites legais/ mg.m^{-3} / Legal limits mg.m^{-3}	Limites legais/ppm / Legal limits/ppm
T	1091	21.6 / 21.6	11.5 - 29.8	°C	–	–
HR / RH	1110	55.1 / 55.8	21.0 - 95.5	%	–	–
CO_2	1110	1159 / 1050	633 - 4795	mg.m^{-3}	1800	1000
CO	1110	1.2 / 1.1	<1.1 - 23.3	mg.m^{-3}	12.5	11
O_3	1110	0.04 / 0.03	<0.03 - 0.18	mg.m^{-3}	0.2	0.1
PM_{10}	1111	0.04 / 0.02	0.001 - 0.934	mg.m^{-3}	0.15	–
COV / VOC	1085	0.77 / 0.60	0.03 - 4.28	mg.m^{-3}	0.6	–
HCHO	1111	0.01 / 0.01	<0.01 - 0.25	mg.m^{-3}	0.1	0.08
SO_2	1110	0.5 / 0.5	<0.5 - <0.5	mg.m^{-3}	–	–
NO_2	1110	0.2 / 0.2	<0.02 - 2.5	mg.m^{-3}	–	–

que esta situação não se verificou apenas em 7,1% das avaliações, embora apenas duas medições estivessem acima do valor definido pela legislação nacional ($12,5 \text{ mg.m}^{-3}$).

Para o parâmetro PM_{10} , a legislação nacional referida estabelece a concentração máxima admissível dentro dos edifícios ($0,15 \text{ mg.m}^{-3}$ ou $150 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$), sendo igualmente regulados, de acordo com o decreto-lei 112/2002 de 16 de Abril, os valores limites para o ambiente exterior em $50 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ (base de 24h) e de $40 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ (base anual). Entre as casas avaliadas, 2,3% das medições acima de $150 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$; 23,5% acima de $50 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ e 32,8% estavam acima de $40 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$, nestes dois últimos casos valorizando os limiares definidos para o ambiente exterior.

As medições dos COV efectuadas em ppb foram convertidas para mg.m^{-3} de isobutileno ($T=25^\circ\text{C}, P=760\text{mmHg}$).

VOC measurements made in ppb were converted into mg.m^{-3} of isobutylene ($T = 25^\circ\text{C}, P = 760\text{mmHg}$). Around 50% of homes had VOC concentrations above 0.6 mg.m^{-3} . Regarding the other reference limits, only 5.6% of the measurements were below 0.2 mg.m^{-3} (considered a comfortable level not conducive to irritation), while around 1% had levels over 3 mg.m^{-3} (levels conducive to the inhabitants experiencing discomfort, irritation and headaches). Toxic levels ($\geq 25 \text{ mg.m}^{-3}$) were not detected in any home (Figure 1).

The HCHO concentration was below the limit detectable by the equipment in 87% of homes, with only three measurements (0.3%) above the maximum level set by Portuguese legislation.

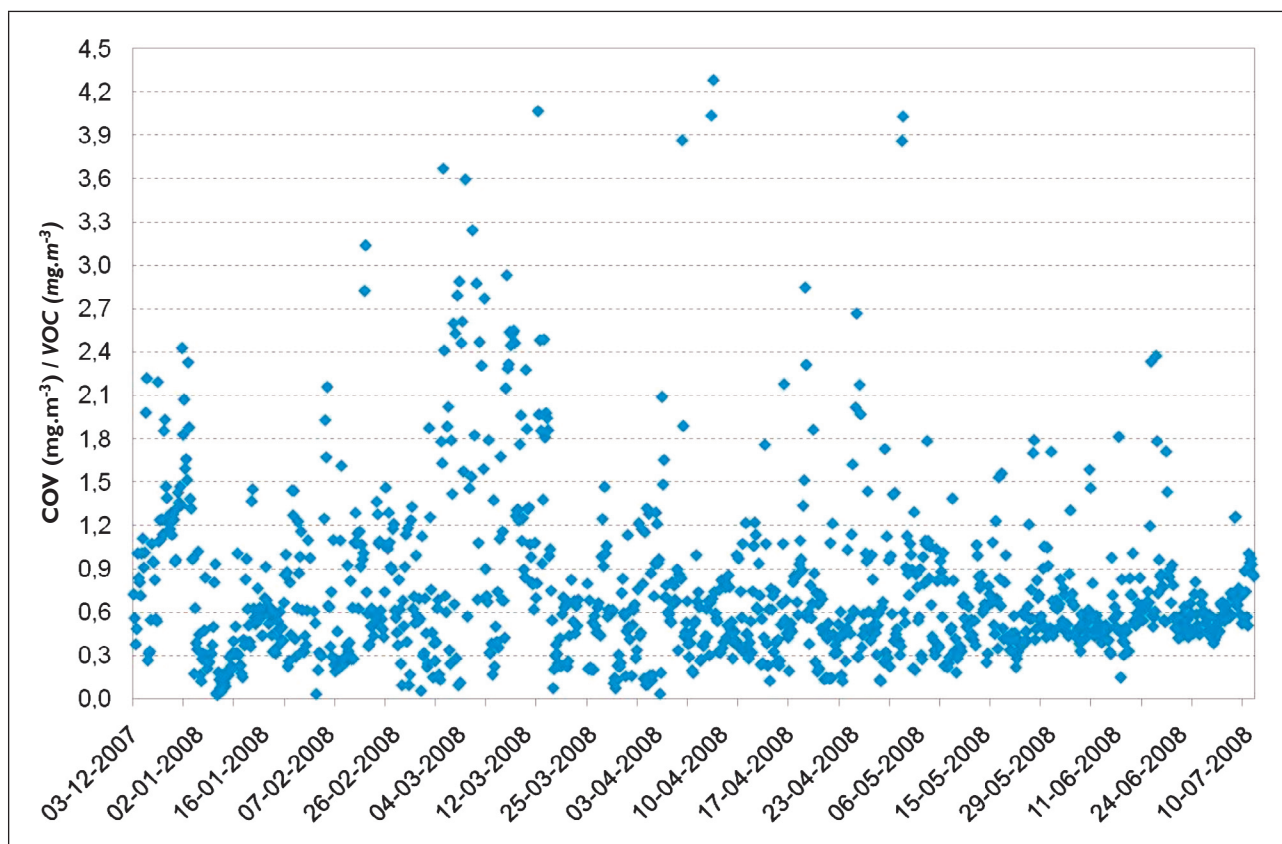


Figura 1. Representação gráfica da concentração de COV registada nas habitações
Figure 1. Graph showing VOC concentrations recorded in the homes

Cerca de 50% das casas tinham concentração de COV acima de $0,6 \text{ mg.m}^{-3}$. Quanto a outros valores de referência, em apenas 5,6% as avaliações foram inferiores a $0,2 \text{ mg.m}^{-3}$ (considerado um nível de conforto em que não é previsível a ocorrência de efeitos irritativos), enquanto cerca de 1% tinham valores acima de 3 mg.m^{-3} (valores para os quais é expectável a ocorrência nos residentes de sensações de desconforto, irritação e cefaleias). Em nenhuma habitação foram detectados níveis considerados tóxicos ($\geq 25 \text{ mg.m}^{-3}$) (Figura 1).

A concentração de HCHO era inferior ao limite detectável pelo equipamento em 87% dos casos; apenas em 3 medições (0,3%) se encontraram valores acima do máximo definido pela legislação portuguesa.

Nenhuma das medições de O_3 estava acima do nível máximo definido por lei; em 82% encontrava-se mesmo abaixo do limite de detecção do equipamento.

No que se refere ao SO_2 , nenhuma das medições esteve acima do limite detectável pelo equipamento.

Apenas se detectou NO_2 em 5,1% dos casos. Se considerarmos os níveis máximos aplicados em exposição laboral (2 mg.m^{-3} – base de 15 minutos), em duas casas foram detectados valores acima deste limite.

Tendo em consideração o grupo de resultados de CO_2 , CO, partículas em suspensão, compostos orgânicos voláteis, formaldeído e ozono (parâmetros para os quais existem limites máximos admissíveis na legislação nacional), verifica-se que 60% das casas visitadas tiveram, pelo menos, uma medição que estava acima do limite definido. Os parâmetros que, na maioria dos casos, eram responsáveis pela ultrapassagem desses limites foram os COV, o CO_2 e as PM_{10} , embora tenha sido predominante o efeito da exposição aos COV.

Quando existia, pelo menos, um residente fumador, encontrou-se uma associação positiva com a concentração aumentada de COV ($p=0,009$) e de PM_{10} ($p<0,001$). Estas associações não foram determinadas nas casas em que se utilizava lareira, existindo no entanto maiores concentrações de COV nas habitações em que se recorria a dispositivos de ar condicionado ($p=0,029$).

No O_3 measurements were above the maximum level set by law and 82% were below the limit detectable by the equipment.

No SO_2 measurement was above the limit detectable by the equipment.

NO_2 was only detected in 5.1% of cases. If we consider the maximum levels of occupational exposure (2 mg.m^{-3} – 15 minute base), a level above the limit defined was detected in two houses.

Taking into consideration the group of results of CO_2 , CO, particulate matter, VOC, formaldehyde and ozone, parameters for which a maximum level is established in Portuguese legislation, 60% of the houses visited had at least one measurement above the set limit. The parameters, which, in the majority of cases, were responsible for exceeding these limits were VOC, CO_2 and PM_{10} , being VOC exposure predominant.

When there was at least one smoker, there was a positive correlation with higher VOC ($p = 0.009$) and PM_{10} ($p < 0.001$) concentrations. These associations were not seen in houses in which a fireplace was used, although there was a higher concentration of VOC in homes that used air conditioners ($p = 0.029$).

Approximately 47% of houses (263/557) had at least one measurement of T and/or RH which fell outside the recommended range. In what concerns temperature, the preponderant thermal comfort parameter, it is recommended between 20 and 24 °C in winter and 23-26 °C in summer. It is recommended that RH in homes is 30-70%. In around 32% of the measurements, T was under 20 °C and it was over 26 °C in almost 9% of homes. The RH of the air in the homes was below 30% in 1.3% of the assessments and over 70% in 2.6% of homes. There was a significant number of homes with RH over 50% (Figure 2).

Analysis of the correlations between the environmental variables studied only allowed the determination of a negative correlation between T and RH ($r = -0.307$, $p < 0.001$) and a positive correlation between RH and CO_2 concentrations ($r = 0.255$, $p < 0.001$).

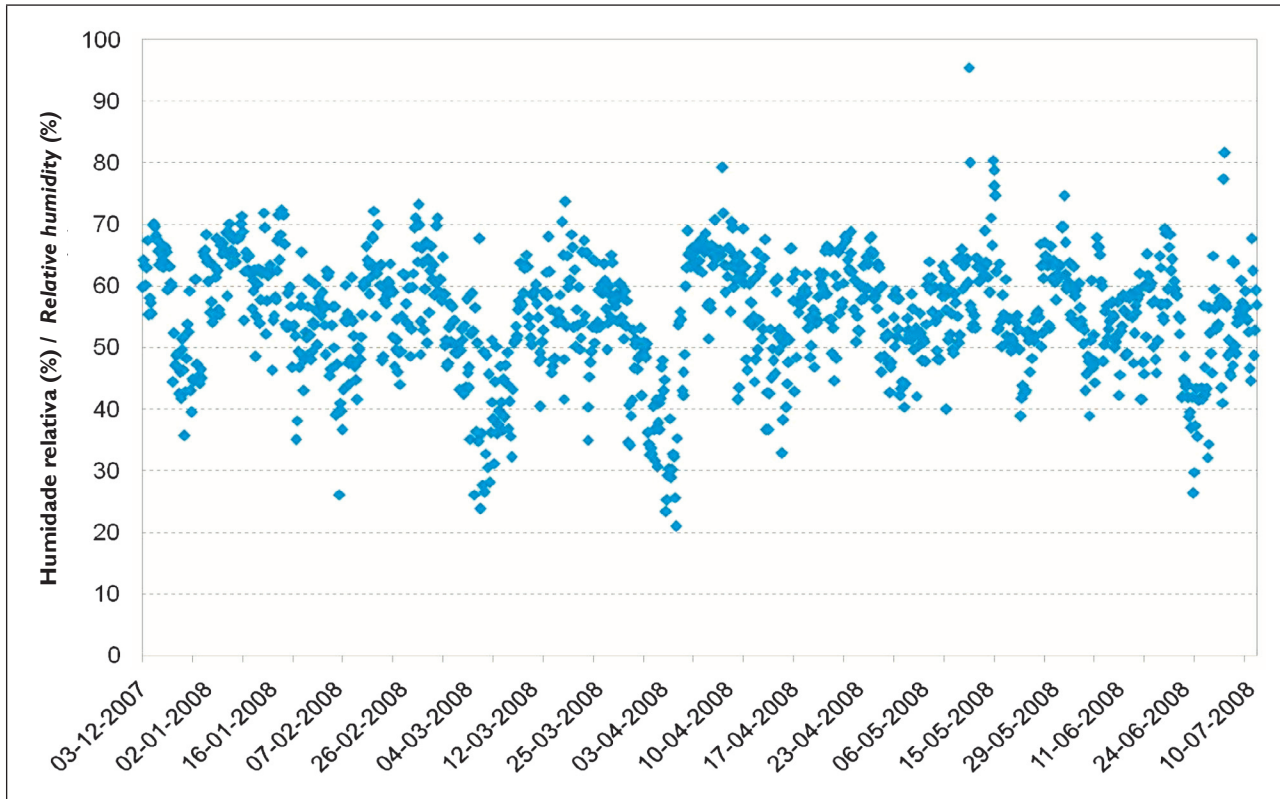


Figura 2. Representação gráfica da humidade relativa do ar registada nas habitações
Figure 2. Graph showing relative humidity recorded in the homes

Aproximadamente 47% das casas (263 em 557) tinham, pelo menos, uma medição de T e/ou de HR cujo resultado estava fora do intervalo recomendado; a temperatura, parâmetro preponderante quanto à percepção do conforto térmico, é recomendável que no Inverno a temperatura interior seja mantida entre os 20 e os 24°C, enquanto durante o Verão esteja entre os 23 e os 26°C, sendo recomendável que a HR nas casas se situe entre 30 e 70%. A temperatura estava abaixo dos 20°C em cerca de 32% das avaliações e era superior a 26°C em quase 9% das casas. A HR do ar das casas era inferior a 30% em 1,3% das avaliações e superior a 70% em 2,6% dos casos, sendo muito significativo o número de residências com HR superior aos 50% (Figura 2).

O estudo das correlações entre as variáveis ambientais estudadas apenas permitiu determinar uma correlação negativa

Houses with poor overall habitation conditions had significantly higher PM_{10} concentrations ($p < 0.001$) and lower temperatures ($p < 0.001$),

Although neither a primary nor secondary aim of this study, we note that we found no correlation between evaluation of the pollutants and cumulative diagnosis of asthma and/or rhinitis ($p > 0.216$). There was, however, a positive association between asthma and rhinitis symptoms over the past year and exposure in homes with higher concentrations of pollutants ($p < 0.01$).

DISCUSSION

While the majority of homes studied had environmental habitation conditions which could be considered re-

entre a T e a HR ($r=-0,307, p<0,001$) e uma correlação positiva entre a HR e as concentrações de CO_2 ($r=0,255, p<0,001$).

As casas com más condições globais de habitabilidade apresentavam concentrações significativamente superiores de PM_{10} ($p<0,001$) e temperaturas inferiores ($p<0,001$).

Apesar de sair do âmbito dos objectivos primário e secundário do presente trabalho, é de referir que não se encontrou relação entre a avaliação dos poluentes e a ocorrência de diagnóstico cumulativo de asma e/ou rinite ($p>0,216$), existindo no entanto uma associação positiva entre a ocorrência de sintomas de asma e de rinite no último ano e a exposição que ocorria nas habitações com concentrações mais elevadas de poluentes ($p<0,01$).

DISCUSSÃO

Apesar de na maioria das casas estudadas se terem identificado condições de habitabilidade ambientais que se podiam considerar regulares ou mesmo boas, em 60% identificou-se, pelo menos, uma medição com um ou vários parâmetros acima dos limites definidos, sendo os COV, o CO_2 e as PM_{10} maioritariamente responsáveis pela elevada concentração de contaminantes, evidenciando quer a existência de fontes emisoras, quer problemas na renovação de ar. Foi particularmente relevante e preocupante a exposição aos COV, semelhante à situação recentemente publicada por Guo *et al*, avaliando ambientes domésticos em Hong Kong¹¹. Todos os outros parâmetros estudados estiveram genericamente abaixo dos limites considerados e, na maior parte dos casos, eram mesmo inferiores ao limite de detecção dos equipamentos.

A origem dos compostos orgânicos voláteis pode ser diversificada, podendo ter origem na poluição exterior, mas indiscutivelmente as principais fontes dos COV encontram-se no interior das habitações, sendo exemplo os produtos da construção, mobiliário e decoração, actividades de manutenção e relacionadas com lazer^{5,13}. Exposições prolongadas, mesmo a concentrações baixas, podem ser responsáveis por uma grande diversidade e gravidade de sintomas^{5,6,11,13,14}. A

regular or even good, 60% had at least one measurement with one or more parameters above the limits set, with the VOC, CO_2 and PM_{10} mainly responsible for the high concentration of contaminants, demonstrating the presence of emission sources and problems in air circulation. Exposure to VOC was particularly relevant and worrying, similar to the situation recently described by Guo *et al*. in Hong Kong domestic environments¹¹. All other parameters studied were overall below the set limits and, in the majority of cases, they were even below the limit detectable by the equipment.

VOC have diverse origins, such as outdoor pollution, but it is indisputable that the main sources of VOC are found inside buildings, for example, construction, furniture, decoration and maintenance activity products, and leisure related^{5,13}. Prolonged exposure, even to low concentrations, can cause a great variety and severity of symptoms^{5,6,11,13,14}. Irritation of the skin and mucosae, namely of the airways, can be experienced as an exacerbation of underlying allergic disease, as we found in this study. Malaise, nausea, fatigue, sleepiness and headaches are also often cited¹³, although these latter symptoms were not investigated as part of the current study.

We also confirmed that the harmful effects of tobacco smoke are not limited to current smoking, having found a strong correlation between smoking habits and VOC and PM_{10} concentrations, even when there were no current smokers at the moment of evaluation. There are several studies evaluating the health risks of second hand smoke, and it is known that children are particularly vulnerable and at increased risk of developing allergic disease of the airways, namely bronchial asthma, increasing its severity^{6,15}.

We highlight that the limits set for the parameters studied, adopted in line with Portuguese legislation, are defined for non-residential public buildings and, as such, we could consider that inhabitants of residential spaces should be exposed to lesser amounts of all

irritação da pele e das mucosas, nomeadamente das vias aéreas, pode ser sentida como agravamento da doença alérgica subjacente, tal como encontramos neste estudo. São também frequentemente referidas a sensação de mal-estar, náuseas, fadiga, sonolência e cefaleias¹³, embora estas últimas queixas não tivessem sido inquiridas nesta investigação.

Confirmámos também que os efeitos nocivos do tabaco não estão limitados ao tabagismo activo, evidenciando-se uma forte associação entre hábitos tabágicos e a concentração de COV e PM₁₀, apesar de não existir tabagismo activo no momento das avaliações. As consequências para a saúde da exposição passiva ao fumo do tabaco têm sido objecto de múltipla investigação, sabendo-se que as crianças são particularmente susceptíveis, aumentando-se o risco de desenvolvimento de doença alérgica das vias aéreas, nomeadamente de asma brônquica, e acentuando-se a gravidade da mesma^{1,6,15}.

Porém, devemos reforçar que os limites considerados para os parâmetros em estudo, adoptados de acordo com a legislação portuguesa, são definidos para edifícios públicos não residenciais, pelo que poderemos considerar que, em espaços residenciais, será desejável que os cidadãos estejam expostos a valores ainda inferiores de todos esses contaminantes⁴. Por outro lado, não há qualquer limite legalmente estabelecido para os espaços públicos para poluentes como o SO₂ e o NO₂, o que também causa algumas restrições a estas avaliações.

Outro aspecto estudado foi o conforto térmico associado à temperatura e humidade dentro das habitações. Da análise conjunta da temperatura e da humidade relativa, verifica-se que um número considerável das casas visitadas (47%) tinha problemas de conforto térmico. Em aproximadamente 30% das casas estudadas os valores da temperatura estavam abaixo dos 20°C recomendados, o que representa uma diminuição significativa do conforto térmico. Evans *et al.*¹⁶ mostraram que o aquecimento insuficiente das habitações no Inverno está associado a importantes problemas de saúde.

Quanto à relação entre a poluição interior e o diagnóstico cumulativo de asma e/ou rinite alérgica nos habitantes, o presente estudo não encontrou correlação significativa, podendo este facto estar relacionado com algumas limitações,

these contaminants⁴. Equally, there is no legally established limit for pollutants such as SO₂ and NO₂ in public spaces, something which also somewhat restricts these evaluations.

Another aspect studied was thermal comfort, associated with temperature and relative humidity inside homes. Joint T and RH analysis showed that a considerable number of houses visited (47%) had thermal comfort problems. Approximately 30% of houses studied had T measurements below the 20°C recommended, which represents a significant drop in thermal comfort. Evans *et al.*¹⁶ showed that inadequate heating in homes in winter is associated with significant health problems.

We found no significant correlation between indoor pollution and cumulative diagnosis of asthma and/or allergic rhinitis in the inhabitants. This fact could be related to some limitations in sample selection, measurements and definitions of the limits. We found an increased risk of symptoms suggestive of asthma and rhinitis over the last year. Ma *et al.*¹⁷ assessed the acute effects of exposure to inhaled particulate matter in the peak expiratory flow (PEF) and wheeze in children, finding that indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations were associated with reduced PEF and wheeze in asthmatic children. Further, indoor PM_{2.5} concentrations had a more marked effect than outdoor PM_{2.5}. There are no comparable studies in Portugal and we cite the work of Fraga *et al.*¹⁸, who studied air samples in Oporto schools. They found that markers of poor indoor air quality were correlated with respiratory symptoms, findings which are in line with those of other recent studies conducted in school environments⁸.

Although our study had a high participation rate, translating into a high application rate, we had some difficulties in recruiting homes. Parish Councils played an important part in the process, but still a high number of residents declined to take part. Lack of understanding as to these projects' use and practical application is another significant barrier. As mentioned above, these

quer da escolha da amostra, quer das medições e das definições dos limites. Identificámos no entanto um aumento do risco para a ocorrência de sintomas sugestivos de asma e de rinite no último ano. Ma *et al.*¹⁷ avaliaram os efeitos agudos da exposição a partículas inaláveis de matéria no débito expiratório instantâneo (DEMI) e a existência de sibilância em crianças, referindo que as concentrações de $PM_{2,5}$ no interior e no exterior dos edifícios estavam associadas a redução do DEMI e à ocorrência de sibilância em crianças asmáticas. Além disso, a concentração de $PM_{2,5}$ no interior teve um efeito mais acentuado do que as $PM_{2,5}$ do exterior. Não existindo estudos semelhantes em Portugal, referenciamos o trabalho de Fraga *et al.*¹⁸ que estudaram amostras de ar em escolas do Porto, verificando igualmente que piores indicadores da qualidade do ar interior estavam relacionados com a ocorrência de sintomas respiratórios, em concordância com outros estudos recentes efectuados em estabelecimentos escolares⁸.

Embora o presente estudo tenha tido um elevado índice de colaboração, traduzido na elevada taxa de aplicação, enfrentámos algumas dificuldades no recrutamento das habitações. Apesar das Juntas de Freguesia terem desempenhado um papel importante neste processo, um considerável número de residentes declinaram participar. A falta de conhecimento sobre a utilidade e aplicabilidade prática destes projectos constituiu outra dificuldade importante. Como referido, estas limitações, que certamente influenciaram a amostra estudada e o seu carácter aleatório, podem ter comprometido parcialmente os resultados.

Os nossos dados sugerem a necessidade dum incremento substancial da investigação nesta área do conhecimento, dado o importante aumento de prevalência e gravidade das doenças respiratórias que podem estar relacionadas com grandes quantidades de agentes que influenciam a qualidade do ar interior^{4,19}. De acordo com a revisão de Mendell²⁰, analisando 21 estudos epidemiológicos, identificam-se numerosas correlações entre factores de risco ambientais do interior e efeitos na saúde, pelo que a investigação futura não se deve limitar a avaliar alergénios, endotoxinas ou produtos de combustão, devendo também valorizar as emissões químicas que se encontram no

limitations, which certainly impacted on the sample studied and its randomness, may have partially compromised the results.

Our data suggest the need for substantially increased research in this area, given the significant rise in the rate and severity of respiratory diseases, which could be related to the great amount of agents influencing indoor air quality^{4,19}. The Mendell²⁰ review, analysing 21 epidemiological studies, found several correlations between indoor environmental risk factors and effects on health, meaning future research should not be limited to evaluating allergens, endotoxins or combustion products, but should also assess the chemical emissions found inside homes, as our study clearly identified. Mounting evidence is associating these chemical emissions with the risk of asthma, allergies and pulmonary infections, in addition to cardiovascular or neoplastic diseases^{1,7}.

This was a wide-ranging pioneer study that analysed indoor air quality in a representative sample of Portuguese homes. We found that the majority of the houses studied had regular or good habitation conditions and, in general, reasonable air quality, while the concentrations of various pollutants could indicate the opportunity to implement programmes to improve air quality by controlling pollutant sources, namely avoiding smoking inside houses, and by promoting better ventilation¹⁰.

As this is the first study of its kind in Portugal, it could serve as a benchmark and beacon in deepening knowledge of air quality inside homes and its impact on multiple pathologies.

ACKNOWLEDGMENTS

Thanks are due to all who helped and took part in the study, in particular the citizens of mainland Portugal who participated in the HabitAR Study, allowing us into their

interior das habitações, como foi claramente identificado neste estudo. Evidência crescente vem associando essas emissões químicas ao risco de asma, alergias e infecções pulmonares, bem como a patologia cardiovascular ou neoplásica^{1,7}.

Este foi um estudo pioneiro de grande envergadura que analisou a qualidade do ar interior numa amostra representativa de habitações portuguesas. Verificou-se que a maioria das casas estudadas tinha condições habitacionais regulares ou boas e, em geral, razoável qualidade do ar, embora a concentração de vários poluentes possam indicar a oportunidade de efectuar intervenções que melhorem a sua qualidade, quer controlando as fontes poluentes, nomeadamente evitando o consumo tabágico no interior das habitações, quer promovendo uma maior ventilação¹⁰.

Sendo este o primeiro estudo do género em Portugal, poderá servir de referência e inspiração ao aprofundar do conhecimento sobre a qualidade do ar interior das habitações, bem como da sua relevante influência em múltiplas patologias.

AGRADECIMENTOS

A todos os colaboradores e participantes no estudo, em particular aos muitos cidadãos que por todo o território continental viabilizaram a realização do Estudo HabitAR, disponibilizando o acesso às suas habitações, participando ainda de um modo empenhado na colheita de dados adicionais, na forma de resposta a um inquérito estruturado.

Aos vários órgãos de comunicação social que permitiram uma ampla divulgação e consequente notoriedade do estudo.

Por fim, um agradecimento muito especial ao Dr. Ferro Costa.

Declaração de conflitos de interesse: nenhum.

Financiamento: O estudo HabitAR só foi possível através de uma generosa bolsa de investigação, totalmente independente, disponibilizada pela UCB-Pharma e pelo *The UCB Institute of Allergy*.

homes and also taking part in additional data collection by answering a structured questionnaire.

Thanks are also due to the media who allowed us to widely publicise and make the study known.

Finally, special thanks go to Dr. Ferro Costa.

Conflict of interest disclosure: none.

Funding: The HabitAR study was possible thanks to a generous investigation grant, totally independent, provided by UCB-Pharma and by *The UCB Institute of Allergy*.

Contacto / Contact:

Mário Morais de Almeida
Unidade de Imunoalergologia
Hospital CUF-Descobertas
Rua Mário Botas
1998-018 Lisboa
Email: mmoraisalmeida@netcabo.pt

REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications. European Series. 2nd Edition 2000, n.º91.
2. Graudenz GS, Latorre MR, Tribess A, Oliveira CH, Kalil J. Persistent allergic rhinitis and indoor air quality perception – an experimental approach. *Indoor Air* 2006;16:313-9.
3. Platts-Mills TA, Vaughan JW, Carter MC, Woodfolk JA. The role of intervention in established allergy: avoidance of indoor allergens in the treatment of chronic allergic diseases. *J Allergy Clin Immunol* 2000;106:787-804.
4. Koistinen K, Kotzias D, Kephelopoulos S, Schlitt C, Carrer P, Jantunen M, et al. EU Forum: The INDEX project: executive summary of a European Union project on indoor air pollutants. *Allergy* 2008;63:810-9.
5. Kim H, Bernstein JA. Air pollution and allergic disease. *Curr Allergy Asthma Rep* 2009;9:128-33.
6. Bernstein JA, Alexis N, Bacchus H, Bernstein IL, Fritz P, Horner E, et al. The health effects of non-industrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immunol* 2008;121:585-91.
7. WHO European Centre For Environment And Health. Concern for Europe's tomorrow. Health and the environment in the WHO European Region. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1995.
8. Stranger M, Portgieter-Vermaak SS, van Grieken R. Characterization of indoor air quality in primary schools in Antwerp, Belgium. *Indoor Air* 2008;18:454-63.
9. Stranger M, Potgieter-Vermaak SS, Van Grieken. Particulate matter and gaseous pollutants in residences in Antwerp, Belgium. *Sci Total Environ* 2009;407:1182-92.
10. World Allergy Organization guidelines for prevention of allergy and allergic asthma. *Int Arch Allergy Immunol* 2004;135:83-92.
11. Guo H, Kwok NH, Cheng HR, Lee SC, Hung WT, Li YS. Formaldehyde and volatile organic compounds in Hong Kong homes: concentrations and impact factors. *Indoor Air* 2009;19:206-17.
12. Dales R, Liu L, Wheeler AJ, Gilbert NL. Quality of indoor residential air and health. *CMAJ* 2008;179:147-52.
13. Casset A, de Blay F. Health effects of domestic volatile organic compounds. *Rev Mal Respir* 2008;25:475-85.
14. Arif AA, Shah SM. Association between personal exposure to volatile organic compounds and asthma among US adult population. *Int Arch Occup Environ Health* 2007;80:711-9.
15. Morais-Almeida M, Marinho S, Gaspar A, Piedade S, Romeira A, Rosado-Pinto J. Reflexão sobre riscos, asma e tabagismo. *Rev Port Imunoalergologia* 2006;14:219-36.
16. Evans J, Hyndman S, Stewart-Brown S, Smith D, Petersen S. An epidemiological study of the relative importance of damp housing in relation to adult health. *J Epidemiol Community Health* 2000;54:677-86.
17. Ma L, Shima M, Yoda Y. Effects of airborne particulate matter on respiratory morbidity in asthmatic children. *J Epidemiol* 2008;18:97-110.
18. Fraga S, Ramos E, Martins A, Samúdio MJ, Silva G, Guedes J, et al. Indoor air quality and respiratory symptoms in Porto schools. *Rev Port Pneumol* 2008;14:487-507.
19. Nielsen GD, Larsen ST, Olsen O, Løvik M, Poulsen LK, Glue C, et al. Do indoor chemicals promote development of airway allergy? *Indoor Air* 2007;17:236-55.
20. Mendell MJ. Indoor residential chemical emissions as risk factors for respiratory and allergic effects in children: a review. *Indoor Air* 2007;17:259-77.