

## Development of a strategy to identify the characteristics of babies' rooms associated with volatile organic compounds and with the occurrence of wheezing

*Desenvolvimento de uma estratégia para identificação de características do quarto de bebés associadas a compostos orgânicos voláteis e à ocorrência de sibilância*

**Raquel Rodrigues dos Santos<sup>1,2</sup>; Ana S. Fernandes<sup>1</sup>; Liliana Castanheira<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>CBIOS, Universidade Lusófona Research Center for Biosciences & Health Technologies, Campo Grande 376, 1740-024 Lisboa, Portugal

<sup>2</sup>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, Portugal

<sup>3</sup>Unidade de Saúde Familiar do Dafundo do Agrupamento de Centros de Saúde de Lisboa Ocidental e Oeiras da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, Portugal  
Email: rodriguesdosantosranquel@gmail.com

---

### Abstract

The air quality in residential contexts is still poorly understood. However, it is assumed to be very important in children's health, especially as a contributor to the onset of respiratory disease. Some volatile organic compounds (VOCs) have been associated with the occurrence of asthma and respiratory disease symptoms. The aim of this study was to develop a questionnaire to identify the characteristics of the rooms where babies (0 to 36 months old) sleep, potentially associated with exposure to volatile organic compounds and with the occurrence of wheezing. The design of the questionnaire involved bibliographic research, selection of (research) articles, definition of appropriate variables and pretesting. As a result, we obtained an instrument comprised of 50 questions, suitable for the analysis of the data sought. This questionnaire also serves as a tool that may be useful in other studies in the scope of indoor air quality.

**Keywords:** Questionnaire, Indoor air quality, VOC, Baby room, Wheezing

---

### Resumo

A qualidade do ar em contexto residencial ainda é pouco conhecida, no entanto assume-se que é muito importante na saúde das crianças, especialmente enquanto contributo para o aparecimento de doença respiratória. Alguns compostos orgânicos voláteis (COV) têm sido associados à ocorrência de asma e de sintomas de doença respiratória. Este estudo teve como objetivo desenvolver um questionário que permita identificar as características do quarto de bebés (0 aos 36 meses) potencialmente associadas à exposição a compostos orgânicos voláteis e à ocorrência de sibilância. A sua conceção foi sustentada por pesquisa bibliográfica, seleção de artigos, definição de variáveis e realização de pré-testes. Como resultado obteve-se um instrumento constituído por 50 questões ajustadas à aferição dos dados procurados, que pode constituir uma ferramenta aplicável noutros estudos do mesmo âmbito.

**Palavras-chave:** Questionário, Qualidade do ar interior, Compostos orgânicos voláteis (COV), Quarto de bebé, Sibilância.

## Introduction

Approximately three million children under the age of five die every year due to environmental illnesses. Children are prone to serious health risks due to environmental hazards, which may act synergistically. The harmful effects of these hazards may be enhanced in case of poor socioeconomic conditions (1, 2). The environmental context in which children are found shows that they remain most of the time indoors, especially at home. Modern houses are built to minimize the air exchange between indoor and outdoor environments. However, there are a wide variety of indoor pollutant emission sources (3), from which volatile organic compounds (VOCs) are relevant. The term "organic compound" includes all chemical compounds containing carbon and hydrogen atoms. VOCs are organic compounds that have boiling points in the range of 50-250 °C. (4, 5). VOCs are often found in indoor air and have been associated with increased health risks (6). There is increasing evidence of the association between exposure to high concentrations of VOCs and the occurrence of respiratory diseases, including asthma, allergies and decreased lung function (7; 8; 9). It has also been shown that high concentrations of VOCs are associated with other symptoms, such as headache, eye, nose and throat irritation, fatigue, and mental confusion (6). Although they often are found in the atmosphere outdoors, VOCs are normally higher indoors, and their concentrations are influenced by materials and building characteristics (10).

Considering the relevance of VOCs the present study aims at constructing a questionnaire to characterize the rooms where babies sleep (0-36 months) regarding the aspects that may influence VOCs concentrations, and to assess the occurrence of wheezing in babies.

## Material and methods

The questionnaire was constructed based on bibliographic research, articles selection, variable definition and pretest procedures. The literature review was conducted using the Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) database, using the term "indoor air" combined with other terms, specifically, VOC, child, baby, baby's room, wheezing and

## Introdução

Todos os anos morrem cerca de três milhões de crianças com menos de cinco anos de idade devido a doenças relacionadas com o ambiente. As crianças estão expostas a sérios riscos para saúde com origem em perigos ambientais, que atuam de forma concertada e os seus efeitos nefastos são potenciados quando associados a condições socioeconômicas adversas (1; 2). A observação do contexto ambiental em que as crianças se inserem demonstra que estas 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. No entanto, é de referir que há uma grande variedade de fontes de emissão de poluentes no interior (3), de onde se destacam os compostos orgânicos voláteis (COV). 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. (4; 5). Adquirem tal protagonismo pela sua extensa presença no ar interior e por estarem associados ao aumento dos riscos para a saúde (6), sobretudo pela crescente evidência de associações entre a exposição a concentrações elevadas de COV com a ocorrência de doenças respiratórias, incluindo asma, alergias e diminuição da função pulmonar (7; 8; 9). Também se tem verificado que as concentrações elevadas de COV estão associadas a outros sintomas como cefaleias, irritação nos olhos, nariz e garganta, fadiga e confusão mental (6).

Acresce ainda que, embora tenham muitas vezes origem no exterior, os COV são normalmente mais elevados dentro de casa do que ao ar livre e que os materiais e características de construção influenciam as suas concentrações (10).

Tendo em conta estes pressupostos, o presente estudo procura construir um questionário que permita caracterizar os quartos onde dormem os bebês (0-36 meses) relativamente aos aspetos que possam influenciar as concentrações de COV, bem como avaliar a ocorrência de sibilância no bebé.

## Material e Métodos

A construção do instrumento 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*

home. The bibliographic references of the articles were reviewed to search for articles not found in the database. The inclusion criteria defined for article selection were those that indicated evidence of the association of characteristics of rooms or houses with VOCs and / or with the occurrence of wheezing. Although there are no previous questionnaires built for this specific purpose, a similar questionnaire – the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) (11) was analysed and certain questions were adapted from this. The process was also supported by the experience of the researchers, through the discussion of each variable. The questionnaire was written in Portuguese. In parallel, other complementary instruments were constructed, including a guide for recruiting participants, participants' data entry sheet, a guide to schedule appointments with the families, and an informed consent document. The study was approved by the Ethics Committee of the Universidade Lusófona and by the Ethics Committee for Health of Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo.

The construction of the questionnaire also involved pretesting procedures, conducted within families with babies from 0 to 36 months (at the date of the invitation to participate) and whose parents signed the Informed Consent.

With the first version of the questionnaire, a pretest was performed using a convenience sample of five families. The questionnaire was applied by two environmental health technicians of the Public Health Unit of the ACES Northwest, during June 2015. Afterwards, in a meeting with the technicians, the relevance, clarity of the language, and adequacy of the questions regarding the objectives sought, as well as the length and format of the questionnaire, were discussed. Such discussion led to a revision of the questionnaire and to a new process of discussion of the variables carried out by the researchers. Upon modification of the questionnaire, a second pretest was performed in nine families with babies living in the geographic area of Arco Ribeirinho (Alcochete, Barreiro, Moita and Montijo). The sample was obtained from the recruiting of participants by doctors and nurses during the children's health appointments. The pretest was carried out by the team of the Public Health Unit of ACES of Arco Ribeirinho (eight Environmental Health Technicians) and took place from 1st to 15th October 2015.

(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. 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. Embora não se tenham identificado questionários construídos para esta finalidade, foram analisados outros questionários de onde foi possível adaptar algumas questões, como o utilizado no Estudo Internacional sobre a Asma e Alergia na Infância (ISAAC - *International Study of Asthma and Allergies in Childhood*) (11). Este processo foi consubstanciado com a experiência das investigadoras, através da discussão de cada variável. O questionário foi construído em língua Portuguesa. Paralelamente houve a necessidade de construir outros instrumentos complementares: Guião para a Angariação de Participantes, Folha de Registo de Dados dos Participantes, Guião de Abordagem às Famílias para Marcação de Visita e Documento de Consentimento Informado. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Universidade Lusófona e pela Comissão de Ética para a Saúde da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo.

O processo de construção do questionário envolveu também a realização de pré-testes, realizados em famílias com bebés dos 0 aos 36 meses (à data do convite para participação), após assinatura do Consentimento Informado por parte dos pais.

Com a primeira versão do questionário realizou-se um pré-teste numa amostra de conveniência de 5 famílias. A aplicação do questionário foi efetuada por duas Técnicas de Saúde Ambiental da Unidade de Saúde Pública do Agrupamento de Centros de Saúde (ACES) Oeste Norte durante o mês de junho de 2015. Após a aplicação do questionário, reuniu-se com as técnicas que emitiram a sua opinião acerca da relevância, clareza da linguagem e adequação das questões face aos objetivos pretendidos, bem como extensão e formato do questionário. As suas considerações conduziram a uma revisão, tendo-se realizado alterações no questionário que, após introduzidas, levaram a novo processo de discussão das variáveis, realizado pelas investigadoras. Face ao conjunto de alterações introduzidas optou-se pela realização de novo pré-teste - 9 famílias com bebés, a residir na área geográfica do Arco Ribeirinho (Alcochete, Barreiro, Moita e Montijo). A amostra resultou da angariação de participantes realizada por médicos e enfermeiros, na Consulta de Saúde Infantil da área de residência dos participantes. O pré-teste foi concretizado pela equipa da Unidade de Saúde Pública do ACES do Arco Ribeirinho (8 Técnicos de Saúde Ambiental) e decorreu de 1 a 15 de outubro de 2015.

## Results and discussion

### *Construction of the questionnaire*

The literature search yielded 31 articles, and 16 were manually selected as relevant for the established objective. The bibliographic research allowed us to identify the characteristics of the rooms most relevant to VOC levels, namely the type and location of the dwelling, the materials used in the construction and in the wall coatings, the type / age of the furniture and the presence or absence of fungi. Aspects regarding the use of the room and the habits of the residents with potential impact on VOC levels were also identified, namely the occupancy density of the room, ventilation habits, climatization equipment, smoking habits and hygiene and cleaning procedures. With this research and after consulting other similar data collection instruments, the questionnaire was constructed comprising 40 questions distributed in three dimensions: individual, room environment and measurement environment.

#### Individual Dimension

This section of the questionnaire was comprised of eight questions. To characterize the sample, the following registry and demographic data were selected: date of birth, sex, and number of people living in the house. The questions regarding the occurrence / absence and number of episodes of wheezing were adapted from the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) questionnaire (11). ISAAC is an international study on asthma and childhood allergies, which consists of questions that relate to asthma-related symptoms, their intensity and diagnosis. Considering the context and the way ISAAC questions are written, using simple and understandable language, we considered it appropriate to partially adapt four questions from the Portuguese version to identify the occurrence of wheezing.

#### Room Environment Dimension

The questions within this dimension were carried out with the goal of identifying the characteristics that influence the quality of indoor air in the space where the baby sleeps. For this purpose, the elements were separated into two theoretical distinct environments - the house and the bedroom. Regarding the house (four questions), it was relevant to identify aspects that influence the indoor air pollution, especially those that may contribute to the increase of VOCs concentrations. The characterization of the bedroom was conceptually separated into two groups: structural characteristics (9

## Resultados e Discussão

### *Construção do questionário*

A revisão bibliográfica encontrou 31 artigos, tendo-se selecionado manualmente 16 considerados relevantes para o objetivo estabelecido. A pesquisa bibliográfica permitiu identificar as características dos quartos 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 40 questões distribuídas por três dimensões: Individual, Ambiental Quarto e Ambiental Medição.

#### Dimensão Individual

Esta secção do questionário compreende 8 questões. Para caracterização da amostra, selecionaram-se os seguintes dados de registo e demográficos: data de nascimento, sexo e número de pessoas que constituem o agregado familiar. A formulação das questões relativamente à ocorrência/ausência e número de episódios de sibilância foram adaptadas do questionário do *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC) (11). O ISAAC é um estudo internacional sobre 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.

#### Dimensão Ambiental Quarto

Com esta dimensão pretendeu-se identificar as características que influenciam a qualidade do ar interior no espaço onde o bebé dorme, tendo-se procedido à separação teórica desses elementos em dois ambientes distintos - a casa e o quarto propriamente dito. Relativamente à casa (4 questões) mostrou-se relevante identificar aspetos de influência na poluição do ar interior, em especial as que podem contribuir para o aumento das concentrações de COV. No que concerne ao quarto,

questions) and characteristics of functioning / use of the room (11 questions).

### Measurement Environment

When applying the questionnaire, technicians were also expected to measure certain air quality parameters using appropriate equipment. Therefore, the questionnaire includes a final section with fields for the record of such measurements.

### Pretesting

Based on the elements described above, a first version of the questionnaire was constructed. A first pretest was performed with this version. As a result of this pretest and of the various moments of construction and discussion of variables made by researchers, the following changes were made:

(A) The question “Outdoor meteorological conditions at the measurement date” was deleted, since the measurements of the parameters “Temperature” and “Relative Humidity” have been added

B) Due to their relevance for the associations under study, four new questions were introduced: 1. “Length of stay of the baby in the room where he / she sleeps” – due to the possible association of the length of stay with the occurrence of wheezing; 2. “Use of the room for personal hygiene” – due to the potential association with VOCs concentrations; 3. Registration number at the time of measurement - to match data with the report generated by the equipment; 4. Record the values obtained by measuring the parameters CO<sub>2</sub>, CO, Temperature and Relative Humidity - for their importance in air quality and its potential relation with VOCs;

C) Because it was referenced by the techniques during the application of the first pretest, the supporting texts of questions for which definitions were not clear were improved: explanations of what is meant by “wheezing / wheezing episodes”; definition of “source of pollution”; definition of “near the house”, “renovated house” and “renovated or prepared room”;

D) The order of the questions within each dimension of the questionnaire was reorganized to make the sequence more rational and the application of the questionnaire faster;

E) The general aspect of the questionnaire was improved so that its use became visually more intuitive. For example, the more descriptive questions were substituted by grid-type questions, which allow multiple choice responses.

After introducing the abovementioned changes a second pretest was conducted, which allowed us to draw

separou-se conceptualmente em dois grupos: características estruturais (9 questões) e características de funcionamento/utilização do quarto (11 questões).

### Dimensão Ambiental Medição

Prevê-se que, aquando da aplicação do questionário, se efetuam também medições de alguns parâmetros indicadores da qualidade do ar, utilizando equipamento apropriado. Neste sentido, o questionário inclui uma última secção com campos para registo destas medições.

### Pré-testes

Com base nos elementos descritos anteriormente, foi construída uma primeira versão do questionário, com a qual se realizou o primeiro pré-teste. Em consequência deste pré-teste e dos diversos momentos de construção/discussão de variáveis efetuados pelas investigadoras, resultaram as seguintes alterações:

a) Foi eliminada uma questão “Condições meteorológicas no exterior na data das medições”, pelo facto de se terem acrescentado as medições dos parâmetros “Temperatura” e “Humidade Relativa”;

b) Por se revestirem de elevada relevância para as associações procuradas, foram introduzidas quatro novas questões: 1. “Tempo de permanência do bebé, no quarto onde dorme” - pela eventual associação da permanência no quarto com a sibilância; 2. “Utilização do quarto para higiene pessoal” - pela potencial associação com concentrações COV; 3. N.º de registo no momento da medição - para corresponder ao relatório gerado pelo equipamento; 4. Registo dos valores obtidos com a medição dos parâmetros CO<sub>2</sub>, CO, Temperatura e Humidade Relativa - pela sua importância na qualidade do ar e na sua potencial relação com os COV;

c) Por ter sido referenciado pelas técnicas durante a aplicação do 1.º pré-teste, foram melhorados os textos de apoio em perguntas cujas definições não estavam claras: explicação do que se entende por “episódio de pieira/sibilância”; definição de “fonte de poluição”; definição do que se entende por “perto da casa”, “casa remodelada” e “quarto renovado ou preparado”;

d) Dentro de cada dimensão do questionário foi reorganizada a ordem de entrada das perguntas para dar mais sentido à sequência de aplicação, tornando-a mais rápida;

e) 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 o preenchimento por escolha múltipla.

Uma vez introduzidas as alterações, realizou-se novo

conclusions about the suitability of the instrument. At the end, the final questionnaire was obtained, comprising 50 questions divided into three dimensions: Individual (13 questions), Room Environment (25 questions), Measurement Environment (12 questions). The final questionnaire can be found in the PhD thesis of Rodrigues dos Santos, R. (12). The application of this questionnaire to the families by an environmental health technician proved to be a feasible procedure, with the duration of approximately 30 minutes.

The development of the questionnaire was a process that involved the study of the various questions from the perspective of feasibility (time) and of the comprehension for respondents. However, the biggest difficulties were related to the fact that the literature on the factors that contribute to VOCs in the indoor environment is scarce and poorly systematized. It should be noted that the construction of the categories of answers to facilitate the completion of the questionnaire was a difficult process, since it was necessary to identify the possible answers and phrase them in a way not to limit the information, so that the foreseen statistical analyses could evaluate the data in the most appropriate way.

## Conclusions

With the construction of this questionnaire we have obtained a data collection instrument that allows a detailed characterization of the characteristics and habits of use of the rooms, regarding the aspects most likely to contribute to VOC levels. This tool can be useful in other investigations within the scope of indoor air quality, thus contributing to a better understanding of this topic, whose impact on public health and investment needs are widely recognized.

## Acknowledgments

The authors thank the Coordinators of the Public Health Units of ACES Oeste Norte and ACES Arco Ribeirinho for the availability of human and material resources. The support of the physicians and nurses who collected the samples and of the environmental health technicians who applied the questionnaire during the pretest phases is also acknowledged.

## Conflict of Interests

The authors declare there are no financial and/or personal relationships that could present a potential conflict of interest.

pré-teste que permitiu tirar conclusões sobre a adequabilidade do instrumento. No final obteve-se o questionário, com 50 questões distribuídas pelas três dimensões: Individual (13 questões), Ambiental Quarto (25 questões), Ambiental Medição (12 questões). O questionário pode ser verificado na tese de doutoramento de Rodrigues dos Santos, R. (12). A aplicação deste questionário às famílias por um técnico de saúde ambiental mostrou-se um procedimento exequível, tendo uma duração aproximada de 30 minutos.

O desenvolvimento do questionário foi um processo que implicou o estudo das várias questões da perspectiva da exequibilidade (tempo) e da compreensão para quem responde. No entanto, as maiores dificuldades prenderam-se com o facto da bibliografia sobre os factores que contribuem para os COV no ambiente interior ser escassa e pouco sistematizada. É de referir que a construção das categorias das respostas foi um processo difícil. Visto que, para garantir que a análise estatística pudesse avaliar os dados da forma mais adequada, foi necessário identificar as possíveis respostas, colocando as questões de forma a não limitar a informação.

## Conclusões

Com a construção deste questionário obteve-se um instrumento de recolha de dados que possibilita uma caracterização detalhada e exaustiva das características e hábitos de utilização dos quartos, relativamente aos aspectos mais susceptíveis de contribuir para os níveis de COV. Esta ferramenta poderá ser aplicada noutras investigações no âmbito do estudo da qualidade do ar interior, contribuindo assim para um maior conhecimento deste tema, cujo impacto na saúde pública e necessidades de investimento são amplamente reconhecidos.

## Agradecimentos

Agradece-se a disponibilidade de recursos humanos e materiais aos Coordenadores das Unidades de Saúde Pública do ACES Oeste Norte e do ACES Arco Ribeirinho, bem aos médicos e enfermeiros que angariaram a amostra e aos Técnicos de Saúde Ambiental que aceitaram constituir a equipa de recolha de dados na aplicação dos pré-testes.

## Conflito de Interesses

Os autores declaram que não há relações financeiras e/ou pessoais que possam representar um potencial conflito de interesses.

## References/Referências

1. WHO, World Health Organization. Global Plan of Action for Children's Health and the Environment (2010 - 2015). 2010. in [http://www.who.int/ceh/cehplanaction\\_10\\_15.pdf](http://www.who.int/ceh/cehplanaction_10_15.pdf).
2. Nunes R, Rodrigues dos Santos R. Saúde ambiental das crianças. *Revista de Salud Ambiental* 2013; 13:3-4.
3. Franklin PJ. Indoor air quality and respiratory health of children. *Paediatric Respiratory Reviews* 2007; 8: 281-6.
4. WHO, World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality. 2010.
5. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. Manual da Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um guia técnico. 2010. in [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt).
6. Jones AP. Indoor air quality and health. *Atmospheric Environ.* 1999; 33: 4535-64.
7. 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.
8. Pappas GP, Herbert RJ, et al. The respiratory effects of volatile organic compounds. *Int J Occup Environ Health.* 2000; 6:1-8.
9. Martins PC, Valente J, et al. Airways changes related to air pollution exposure in wheezing children. *Eur Resp J.* 2012; 39: 246-53.
10. Adgate JL, Church TR, et al. Outdoor, Indoor, and Personal Exposure to VOCs in Children. *Environ Health Perspect.* 2004; 112: 1386-92.
11. 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; 12:315-35.
12. Rodrigues dos Santos, R. Qualidade do Ar Interior em Quartos de bebés. Universidad Alcalá [dissertação]. 2017.