

Rede Portuguesa de Aerobiologia: Resultados da monitorização do pólen atmosférico (2002-2006)

The Portuguese Aerobiology Network: Airborne pollen results (2002-2006)

Rev Port Imunoalergologia 2007; 15 (3): 235-250

Elsa Caeiro¹, Rui Brandão², Salomé Carmo³, Luísa Lopes⁴, Mário Morais de Almeida⁵, Ângela Gaspar⁶, José Ferraz Oliveira⁷, Ana Todo-Bom⁸, Teresa Leitão⁹, Carlos Nunes¹⁰

¹ Investigadora da Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica, Doutoranda da Universidade de Évora / Researcher, Portuguese Society of Aerobiology and Clinical Immunology, Doctoral candidate, Universidade de Évora

² Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Évora / Assistant Professor, Biology Department, Universidade de Évora

³ Mestranda da Universidade de Évora / Masters candidate, Universidade de Évora

⁴ Assistente Graduada de Imunoalergologia do Hospital de Santa Luzia, Elvas / Consultant, Immunoallergology, Hospital de Santa Luzia, Elvas

⁵ Coordenador da Unidade de Imunoalergologia do Hospital CUF-Descobertas, Lisboa / Coordinator, Immunoallergology Unit, Hospital CUF-Descobertas, Lisbon

⁶ Assistente de Imunoalergologia do Hospital de Dona Estefânia, Lisboa / Consultant, Immunoallergology, Hospital de Dona Estefânia, Lisbon

⁷ Assistente Graduado de Imunoalergologia do Hospital de São João, Porto / Consultant, Immunoallergology, Hospital de São João, Oporto

⁸ Assistente Graduada de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra / Consultant, Immunoallergology, Hospitais da Universidade de Coimbra

⁹ Investigadora do Instituto Botânico da Universidade de Coimbra / Researcher, Botanical Institute, Universidade de Coimbra

¹⁰ Centro de Imunoalergologia do Algarve / Algarve Immunoallergology Centre

RESUMO

Introdução: Desde 2002 que a Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA) efectua monitorizações polínicas contínuas da atmosfera do Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão. Toda a informação polínica e previsões são divulgadas via web (www.spaic.pt) e pelos media (Rádio TSF, jornal *Diário de Notícias* e RTP1). Parte da informação é igualmente disponibilizada para o *European Pollen Data Bank*. **Objectivo:** Analisar e caracterizar o conteúdo polínico da atmosfera de 5 estações de monitorização que constituem a RPA do continente: Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão. **Material e métodos:** Utilizaram-se os dados polínicos dos meses de Primavera dos vários anos de monitorização de cada uma das estações.

Para as estações de Lisboa, Évora e Portimão utilizaram-se os dados dos anos 2002 a 2006, e para Coimbra e Porto dos anos de 2003 a 2006. A metodologia utilizada foi a padronizada pela RPA. **Resultados:** As contagens polínicas totais mais elevadas registaram-se no Sul do país e de uma forma mais acentuada na região de Évora. Os tipos polínicos mais importantes presentes na atmosfera das 5 estações de monitorização nos anos referidos foram: i) Porto: Urticaceae (17,2%), Pinaceae (16,7%), Poaceae (16,6%), *Quercus* sp. (16,4%), *Olea europaea* (6,4%) e *Platanus hispanica* (6,0%); ii) Coimbra: *Olea europaea* (22,7%), Pinaceae (21,8%), Poaceae (12,6%), Urticaceae (12,1%), Cupressaceae (8,0%) e *Quercus* sp. (7,6%); iii) Lisboa: Urticaceae (34,8%), *Olea europaea* (14,7%), Poaceae (11,0%), *Quercus* sp. (10,3%), Cupressaceae (7,9%) e *P. hispanica* (6,7%); iv) Évora: *Quercus* sp. (27,9%), Poaceae (26,2%), *Olea europaea* (11,2%), Urticaceae (9,2%), *P. hispanica* (9,1%) e Cupressaceae (4,2%) e v) Portimão: *Olea europaea* (40,8%), Poaceae (15,2%), *Quercus* sp. (14,4%), Urticaceae (9,9%), *Plantago* sp. (4,8%) e Chenopodiaceae-Amaranthaceae (3,0%). O mês de Maio foi o que apresentou os valores polínicos absolutos mais elevados, quer na estação de Coimbra quer nas estações do Sul: Évora e Portimão, devido à polinização das Poaceae e *Olea europaea* e, no caso das 2 últimas cidades, também do *Quercus suber*. Nas estações do Norte e Centro Sul, Porto e Lisboa, os valores polínicos mais elevados registaram-se respectivamente nos meses de Abril e Março; no Porto, os valores observados foram devidos à polinização das Pinaceae, *P. hispanica* e *Quercus* sp., e em Lisboa foram devidos à polinização das Urticaceae, *P. hispanica*, Cupressaceae e *Quercus* sp. **Conclusões:** Este estudo permitiu-nos identificar os principais tipos polínicos presentes na atmosfera de cada um dos centros continentais da RPA, dando-nos uma indicação dos pólenes alergénicos mais frequentes em cada uma das 5 regiões estudadas.

Palavras-chave: Rede Portuguesa de Aerobiologia, aerobiologia, monitorização polínica, pólen atmosférico.

ABSTRACT

Introduction: The Portuguese Aerobiology Network (Rede Portuguesa de Aerobiologia – RPA) has undertaken continuous airborne pollen monitoring in Oporto, Coimbra, Lisbon, Évora and Portimão since 2002. Pollen information and forecasts are given out on the internet (www.spaic.pt) and via the media (TSF radio, Diário de Notícias newspaper and RTP1 television channel). Information is also given to the European Pollen Data Bank. **Aim:** To analyse and characterise the airborne pollen content of RPA's five mainland monitoring stations of Oporto, Coimbra, Lisbon, Évora and Portimão. **Material and methods:** We included pollen counts recorded throughout the spring months of each year from the five monitoring stations. Data from the period 2002 to 2006 were used for Lisbon, Évora and Portimão stations, and 2003 to 2006, for Coimbra and Oporto stations, using standard RPA methodology. **Results:** The higher total pollen counts were recorded in the south of the country, with the highest in Évora. The most prevalent airborne pollen types registered at the 5 stations during these years were as follows. i) Oporto: Urticaceae (17.2%), Pinaceae (16.7%), Poaceae (16.6%), *Quercus* sp. (16.4%), *Olea europaea* (6.4%) and *Platanus hispanica* (6.0%); ii) Coimbra: *Olea europaea* (22.7%), Pinaceae (21.8%), Poaceae (12.6%), Urticaceae (12.1%), Cupressaceae (8.0%) and *Quercus* sp. (7.6%); iii) Lisbon: Urticaceae (34.8%), *Olea europaea* (14.7%), Poaceae (11.0%), *Quercus* sp. (10.3%), Cupressaceae (7.9%) and *P. hispanica* (6.7%); iv) Évora: *Quercus* sp. (27.9%), Poaceae (26.2%), *Olea europaea* (11.2%), Urticaceae (9.2%), *P. hispanica* (9.1%) and Cupressaceae (4.2%) and v) Portimão: *Olea europaea* (40.8%), Poaceae (15.2%), *Quercus* sp. (14.4%), Urticaceae (9.9%), *Plantago* sp. (4.8%) and Chenopodiaceae-Amaranthaceae (3.0%). The month of May had the highest absolute pollen levels at the Coimbra station and at those in the south – Évora and Portimão –

due to *Poaceae* and *Olea europaea* pollination. *Quercus suber* was also pollinating in this month in the latter two cities. In the northern and south midlands stations – Oporto and Lisbon – the highest pollen counts were registered in April and March, respectively. The levels observed in Oporto were due to the pollination of *Pinaceae*, *P. hispanica* and *Quercus sp.* and in Lisbon they were due to *Urticaceae*, *P. hispanica*, *Cupressaceae* and *Quercus sp.* pollinating. **Conclusions:** Our study identified the main airborne pollen types at each continental RPA station and indicated the most prevalent allergenic pollens in each of the 5 regions.

Key-words: Portuguese Aerobiology Network, aerobiology, airborne pollen monitoring, airborne pollen.

INTRODUÇÃO

Os grãos de pólen (do latim *pollen-inis*, que significa pó muito fino) são estruturas indispensáveis à reprodução das plantas *Spermatophyta* e representam, no ciclo de vida das plantas, o gametófito masculino, cuja função é transportar os gametas masculinos e fertilizar os óvulos.

Os grãos de pólen contêm proteínas específicas, entre as quais enzimas, associadas à parede ou mesmo presentes no protoplasto, que intervêm no processo de reconhecimento e aceitação destes por parte de receptores específicos existente nos pistilos das plantas,¹ que por vezes se comportam como alergénios, desencadeando reacções alérgicas em indivíduos geneticamente susceptíveis.² Porém, nem todos os grãos de pólen causam polinose, isto é, não são todos igualmente alergénicos, pois só determinadas espécies de plantas produzem grãos de pólen com propriedades alergénicas¹. Geralmente, são plantas anemófilas, embora as entomófilas, mais raramente, também possam causar sensibilizações alergénicas, visto que contêm, igualmente, proteínas com potencial antigénico.^{1,3}

Muitos são os investigadores que têm relacionado a ocorrência de sintomas alérgicos respiratórios com a presença de grãos de pólen no ar, estando bem documentado que a inalação de pólen de espécies específicas causa sintomas clínicos de alergia respiratória.⁴

Na actualidade, o conteúdo polínico da atmosfera por si só e/ou juntamente com outros factores, como a poluição, tem

INTRODUCTION

Pollen grains (from the Latin *pollen-inis* meaning fine powder) are necessary structures in *Spermatophyta* plant reproduction. They are the male gametophyte in the cycle of life, whose role is to transport the male gametes and fertilise the ova.

Pollen grains contain specific proteins, among which are enzymes, associated to the wall or even present in the protoplast. Enzymes play a part in the receptors' recognition and acceptance of the proteins. These specific receptors are located on the plants' pistils¹ and sometimes behave like allergens, triggering allergic reactions in genetically susceptible individuals². However, not all pollens cause pollinosis, that is, they are not all equally allergenic, as only certain plant species produce pollen grains with allergenic properties¹. These are normally anemophilous plants, but entomophilous can occasionally cause allergenic sensitisation, as they also contain proteins with antigenic potential.^{1,3}

Many researchers have correlated the appearance of allergic respiratory symptoms with the presence of airborne pollen grains and it is well documented that the inhalation of specific species of pollen causes clinical symptoms of respiratory allergy.⁴

The current airborne pollen content in itself and/or taken with other factors, such as pollution, is impacting more and more on human health and affecting quality

cada vez mais repercussões sobre a saúde humana, afectando, de forma muito importante, a qualidade de vida das populações. De acordo com o relatório da Organização Mundial de Saúde de 2003⁵ e alguns investigadores,⁶⁻⁸ a sensibilização aos alérgenos contidos no pólen aumentou em muitas áreas na Europa, sendo de salientar que na região mediterrânica aumentou a sensibilização ao pólen de *Olea europaea* L. e, de uma maneira geral, nas áreas urbanas aumentou a sensibilização ao pólen de *Platanus hispanica* e ao de Cupressaceae/ Taxaceae. De acordo com este mesmo relatório, prevê-se que a incidência de pólen alérgico venha a aumentar na Europa nos próximos 10 anos devido a múltiplos factores (poluição atmosférica, aumento da exposição doméstica e profissional a alérgenos, uso indiscriminado de produtos sintéticos, etc.), sem que, no entanto, se preveja uma mudança das medidas de prevenção primárias em tão curto espaço de tempo. É, também, importante referir que devido ao aquecimento global se tem verificado uma tendência para inícios e picos de floração mais precoces e para períodos de polinização mais longos e, consequentemente, observam-se longas estações de floração e aumento dos totais anuais de pólen.⁹⁻¹⁵

Actualmente, extensas redes internacionais fornecem regularmente informação acerca das concentrações de pólen atmosférico e respectivas previsões. É neste contexto que, em 2002, surge a Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA). Trata-se de uma estrutura no âmbito da qual se procede à análise do conteúdo do ar em partículas biológicas com potenciais repercussões negativas sobre a saúde humana. Actualmente, as principais partículas estudadas são os pólenes e os esporos fúngicos. A RPA resulta da colaboração entre biólogos das Universidades de Évora, Coimbra, Madeira e Açores, e imunoalergologistas do Hospital de São João, do Porto, dos Hospitais da Universidade de Coimbra, do Hospital de Dona Estefânia, de Lisboa, do Hospital do Espírito Santo, de Évora, do Centro de Imunoalergologia do Algarve, do Hospital Central do Funchal e do Hospital de Ponta Delgada, nos Açores. É promovida pela Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica (SPAIC) e conta com o apoio da empresa farmacêutica Schering-Plough. Actualmente, a RPA é constituída por 7 estações ou centros

of life. The World Health Organization's 2003 report⁵ and several researchers⁶⁻⁸ say that sensitisation to pollen allergens has increased in several European areas and stress that sensitisation to *Olea europaea* L. pollen has increased in the Mediterranean region and sensitisation to *Platanus hispanica* and Cupressaceae/ Taxaceae pollen has generally risen in urban areas. This report forecasts that several factors (atmospheric pollution, increased domestic and professional exposure to allergens, overuse of synthetic products, etc.,) will lead to the rate of allergenic pollen rising in Europe over the next 10 years unless there is a rapid change in primary prevention measures. It is important to state as well that global warming is causing the pollen season to start and peak earlier and last longer. This brings longer pollen seasons and higher annual pollen counts.⁹⁻¹⁵

Extensive international networks currently supply regular airborne pollen concentration information and forecasts, and the Portuguese Aerobiology Network (RPA) was created as a part of these networks in 2002. Its aim is to analyse those air particles that may impact negatively on human health. RPA is currently mainly studying pollen and fungal spores. RPA was born of a shared endeavour between biologists from the universities of Évora, Coimbra, Madeira and Azores and immunoallergists from the Hospital de São João in Oporto, the Hospitais da Universidade in Coimbra, the Hospital de Dona Estefânia in Lisbon, the Hospital do Espírito Santo, in Évora, the Centro de Imunoalergologia, in the Algarve, the Hospital Central, in Funchal and the Hospital de Ponta Delgada, in the Azores. The project is promoted by the Portuguese Society of Allergy and Clinical Immunology (S.P.A.I.C.) and receives financial support from the pharmaceutical company Schering-Plough.

RPA currently has 7 stations/monitoring centres: Oporto (north), Lisbon and Coimbra (centre), Évora and Portimão (south), Funchal (in Madeira) and Ponta Delgada (in São Miguel, the Azores). RPA is part of a European

de monitorização: Porto (a norte), Lisboa e Coimbra (no centro), Évora e Portimão (a sul), Funchal (na ilha da Madeira) e Ponta Delgada (na ilha de São Miguel, Açores). A RPA encontra-se integrada numa rede europeia – *European Aeroallergen Network* (EAN) – e transfere mensalmente do respectivo centro de coordenação uma parte dos dados polínicos das várias estações para o Banco de Dados de Pólen Europeu (*European Pollen Data Bank*) sediado actualmente na Universidade de Viena, Áustria.

Os objectivos da RPA são semelhantes aos das outras redes nacionais e internacionais, e são:

- Monitorizar, a nível nacional e de uma forma contínua, os níveis polínicos e de esporos fúngicos diários dos principais tipos morfológicos com relevância alergológica, e proceder à sua previsão;
- Criar uma base de dados com a informação aerobiológica nacional que sirva de suporte à investigação aerobiológica e alergológica;
- Divulgar, a nível local e nacional, a informação sobre os alérgenos polínicos mais comuns, através dos órgãos de comunicação.

Neste momento, a informação polínica da RPA é divulgada, de uma forma contínua, através do portal da SPAIC – <http://www.spaic.pt> ou <http://www.rpaerobiologia.com> – e, durante a Primavera, é difundido um “boletim polínico” através dos *media* (ex.: Rádio TSF, jornal *Diário de Notícias* e RTP1).

Este trabalho teve como objectivo analisar e caracterizar o conteúdo polínico da atmosfera de 5 estações de monitorização que constituem a RPA: Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo utilizaram-se os dados polínicos dos meses de Primavera dos vários anos de monitorização de cada uma das estações. Para as estações de Lisboa, Évora e Portimão

network, the European Aeroallergen Network (EAN) and transfers from the coordination centre a part of the pollen data from the Portuguese stations to the European Pollen Data Bank in the University of Vienna, in Austria, every month.

RPA has the same aims as other national and international aerobiology networks:

- To monitor daily, nationally and continuously pollen and fungal spore levels of the main morphological types with allergological relevance and make forecasts about these;
- To create a national aerobiology data base which will support aerobiological and allergological research, and;
- To divulge information on the most prevalent pollinic allergens through the local and national media.

RPA's pollen information is currently available round the clock on the SPAIC site www.spaic.pt or from www.rpaerobiologia.com, and is given out in a 'pollen bulletin' in the Spring over the media (e.g. TSF Rádio, “Diário de Notícias” newspaper and RTP1 television channel).

This study aims to analyse and map the atmospheric pollen concentrations at the RPA's 5 monitoring stations at Oporto, Coimbra, Lisbon, Évora and Portimão.

MATERIAL AND METHODS

This study uses pollen data from the Spring months of the years during which each station monitored the pollen count and concentrations. The Lisbon, Évora and Portimão stations provide data from 2002 to 2006 and the Coimbra and Oporto stations from 2003 – 2006. We did not include Coimbra and Oporto data from 2002 as this year saw the occurrence of a series of technical glitches, which made it difficult to use the

utilizaram-se os dados dos anos 2002 a 2006 e, para Coimbra e Porto, dos anos 2003 a 2006. Nestas últimas estações não se utilizaram os dados do ano de 2002, uma vez que, ao longo desse ano, ocorreram problemas técnicos que não viabilizaram a sua utilização. As 5 estações de monitorização analisadas utilizam a mesma metodologia, o método volumétrico de *Hirst* (Figura 1), segundo um protocolo normalizado e conforme às recomendações da Associação Internacional de Aerobiologia.¹⁶

Todas as amostras foram processadas e analisadas no laboratório de Palinologia do Departamento de Biologia da Universidade de Évora.

Na estação do Porto, o colector situa-se no Hospital de São João, a uma altura superior a 25 metros (m) do solo (41° 08' N; 8° 36' W, altitude média de 80 m acima do nível do mar), na de Coimbra no Instituto de Geofísica da Universidade de Coimbra, a 10 m de altura do solo (40° 12' 25" N; 8° 25' 30" W, altitude média de 139,61 m acima do nível do mar), na de Lisboa no Hospital de Dona Estefânia, a 20 m de altura do solo (38° 43' N; 9° 08' W, altitude média de 55 m acima do nível do mar), na de Évora na Estação de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, a 17 m de altura do solo (38° 34' N; 7° 54' E, altitude média de 300 m acima do nível do mar) e na estação de Portimão no Centro de Imunoalergologia do Algarve, a 4 m de altura do solo (37° 08' N; 8° 32' W, altitude média de 34 m acima do nível do mar).

RESULTADOS

Nas diversas estações de monitorização identificaram-se cerca de 52 tipos polínicos diferentes, sendo que, na sua maioria, incluíam-se em apenas 14 tipos morfológicos (Figura 2). Dada a pouca frequência de alguns tipos polínicos, englobaram-se estes numa única categoria, denominada por “outros pólenes”. Os grãos de pólen que não se conseguiram identificar foram colocados na categoria dos indeterminados (categoria representada por “NI”).

Os resultados das 5 estações de monitorização dos anos de 2003 a 2006 foram analisados através da ANOVA

data. All 5 monitoring stations perform analysis using the same methodology, the Hirst volumetric method (Figure 1), following a standardised protocol and according to the guidelines of the International Association of Aerobiology¹⁶.

All the samples were processed and analysed at the Palinology Laboratory of the Universidade de Évora's Biology Department.

The Oporto station spore trap is located at the Hospital de S. João, over 25 metres (m) above ground, 41° 08' N; 8° 36' W, mean altitude 80 m above sea level. The Coimbra spore trap is located at the University's Institute of Geophysics, 10 m above ground, 40° 12' 25" N; 8° 25' 30" W, mean altitude 139.61 m above sea level. The Lisbon spore trap is located at the Hospital de Dona Estefânia, 20 m above ground, 38° 43' N; 9° 08' W, mean altitude 55 m above sea level. The Évora spore trap is located at the Meteorology Station of the National Institute of Meteorology and Geophysics, 17 m above ground, 38° 34' N; 7° 54' E, mean altitude 300m above sea level and the Portimão station at the Algarve Clinical Immunoallergy Centre, 4 m above ground, 37° 08' N; 8° 32' W, mean altitude 34 m above sea level.



Figura 1. Burkard Seven Day Volumetric Spore-trap®. Método volumétrico de Hirst.

Figure 1. Burkard Seven Day Volumetric Spore-trap®. Hirst Volumetric Method.

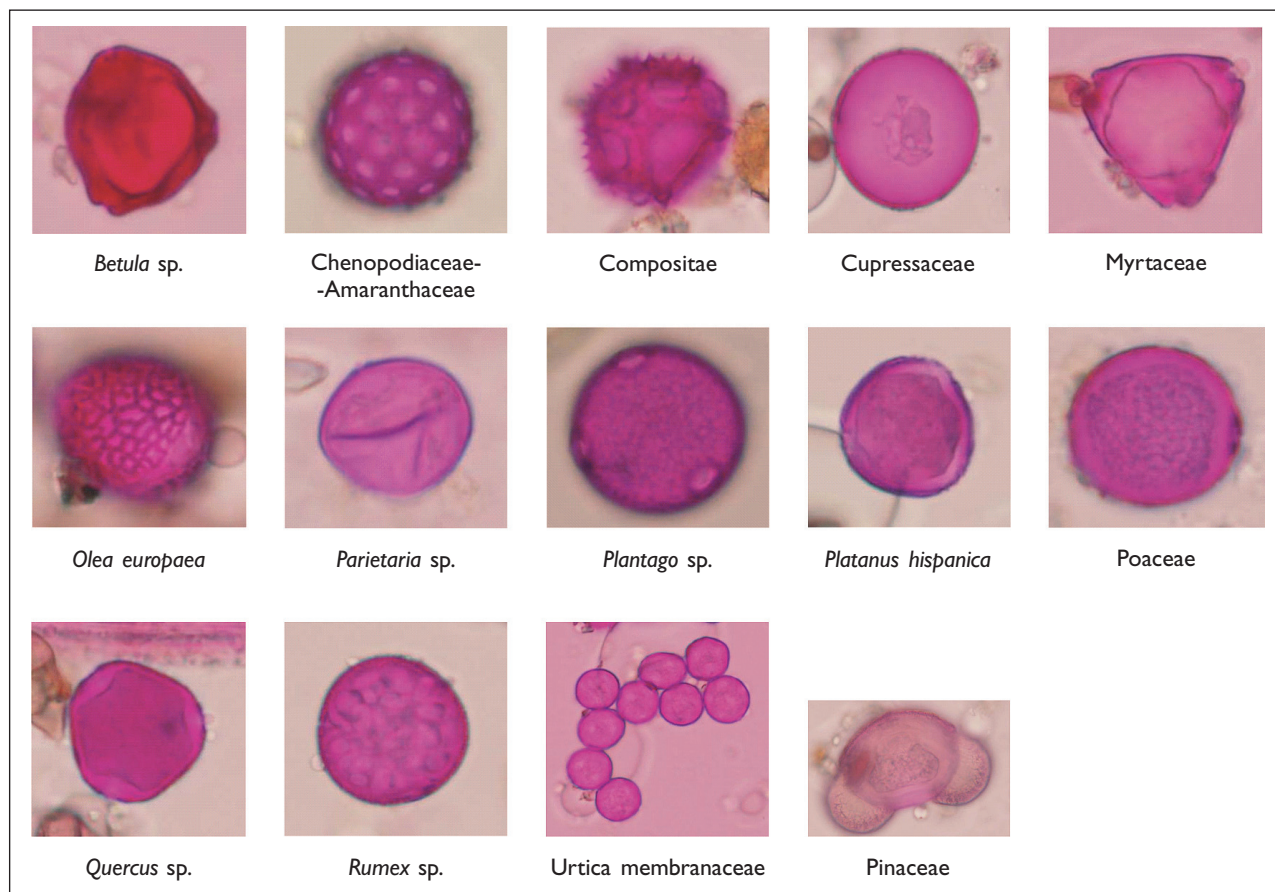


Figura 2. Principais tipos polínicos identificados nas diversas estações de monitorização.

Figure 2. Main pollen types identified at the monitoring stations.

não paramétrica de Kruskal-Wallis, tendo-se verificado que existiam diferenças estatisticamente significativas entre elas ($p < 0,01$). As contagens polínicas mais elevadas registaram-se nas estações situadas a sul do país e, de uma forma mais acentuada, na cidade de Évora (Quadro 1 e Figura 3).

AEROBIOLOGIA POLÍNICA DO PORTO

A Primavera de 2006, na cidade do Porto foi aquela em que se registaram as mais elevadas concentrações polínicas totais, 11 362 grãos de pólen, enquanto a de 2003

RESULTS

The monitoring stations identified around 52 different pollen types which are largely of only 14 morphological types (Figure 2). As some pollens are rather infrequent, they were grouped into a single category we called 'other pollens'. Pollen grains we could not identify were grouped in an undetermined category represented as 'NI'.

We used Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA to analyse the results of the 5 monitoring stations from 2003 to 2006, and found that they presented statistically significant differences ($p < 0.01$). The higher pollen counts were

Quadro I. Totais polínicos das diversas estações de monitorização registados nos vários anos de monitorização durante a Primavera (1 de Março a 30 de Junho).

Table I. Spring (March 1st-June 30th) pollen totals of the monitoring stations 2002-2006

Anos de monitorização / / Monitoring years	Estações de monitorização / Monitoring stations				
	Porto Oporto	Coimbra	Lisboa Lisbon	Évora	Portimão
2002	—	—	13 862	43 974	20 519
2003	8 639	9 082	36 392	68 792	30 285
2004	8 879	8 626	41 063	46 226	33 149
2005	9 121	5 157	31 720	49 411	28 029
2006	11 362	8 501	30 534	63 429	42 961

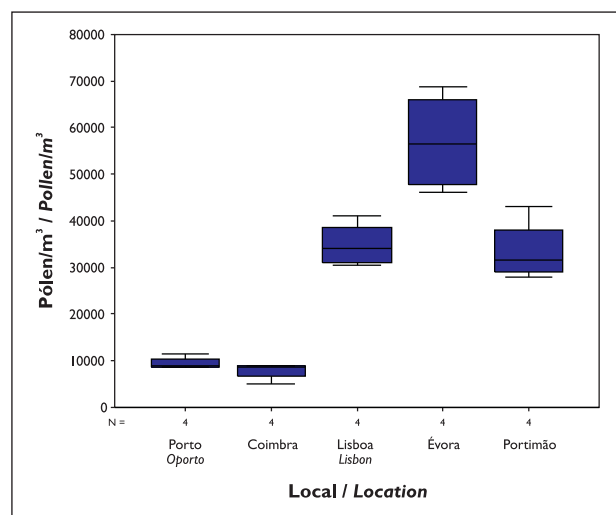


Figura 3. Totais polínicos registados de Março a Junho nas 5 estações de monitorização durante 4 anos (2003 a 2006).

Figure 3. Pollen totals registered March-June for 4 years (2003-2006) at the 5 monitoring stations

foi aquela em que se registaram as mais baixas concentrações, 8639 grãos de pólen (Quadro I).

O mês em que a concentração polínica foi mais elevada foi o de Abril, com uma média de 3073 grãos de pólen (Figura 4), devido fundamentalmente à polinização de *Quercus* spp., Pinaceae e *Urtica membranaceae*

observed in the south stations and were highest in the city of Évora (Table I and Figure 3).

POLLEN AEROBIOLOGY – OPORTO

In the city of Oporto the highest total pollen concentrations were registered in the Spring of 2006, with 11 362 pollen grains, while the lowest concentrations -8639 pollen grains- were recorded in 2003 (Table I).

In this city, April had the highest pollen concentration with a mean of 3 073 pollen grains (Figure 4). This was fundamentally due to the pollination of *Quercus* spp., Pinaceae and *Urtica membranaceae*

The most prevalent pollens were, in order of importance, Urticaceae (17.2%), Pinaceae (16.7%), Poaceae (16.6%), *Quercus* spp. (16.4%), *Olea europaea* (6.4%) and *Platanus hispanica* (6.0%) (Figure 5).

POLLEN AEROBIOLOGY – COIMBRA

Coimbra registered the highest total pollen concentrations in the Spring of 2003, 9 082 pollen grains, while the Spring of 2005 registered the lowest, 5 157 pollen grains (Table I).

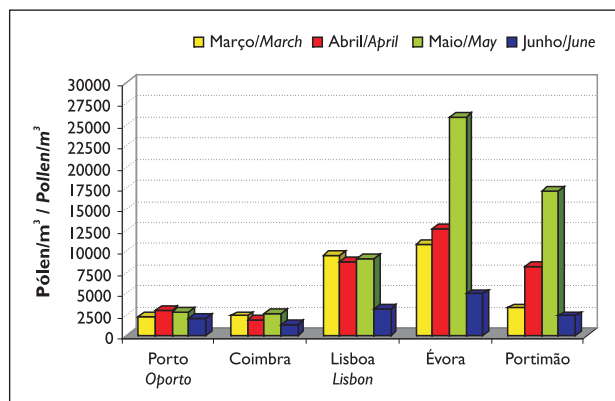


Figura 4. Totais polínicos mensais de cada uma das estações analisadas (2003/2006).

Figure 4. Monthly pollen totals from each station analysed (2003/2006).

Os tipos polínicos mais representativos do espectro polínico, por ordem de importância, foram: Urticaceae (17,2%), Pinaceae (16,7%), Poaceae (16,6%), *Quercus* spp. (16,4%), *Olea europaea* (6,4%) e *Platanus hispanica* (6,0%) (Figura 5).

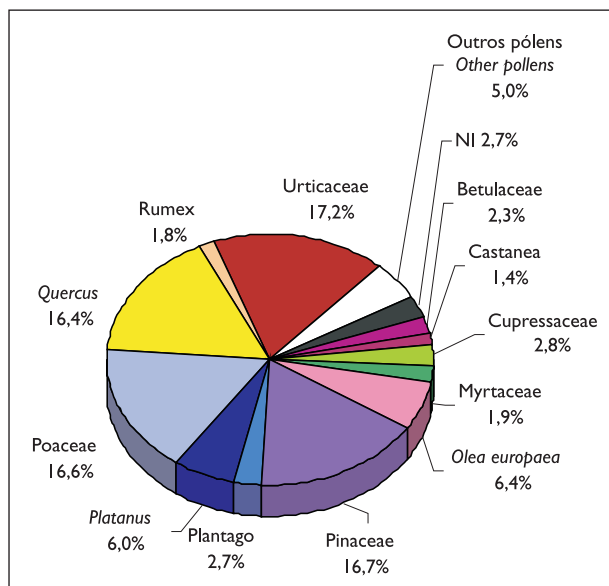


Figura 5. Tipos polínicos mais frequentes na atmosfera da cidade do Porto (percentagem em relação aos totais polínicos).

Figure 5. Most frequent airborne pollen types in Oporto (percentage in relation to pollen totals).

AEROBIOLOGIA POLÍNICA DE COIMBRA

Na cidade de Coimbra, na Primavera de 2003, observaram-se as concentrações polínicas totais mais elevadas, 9082 grãos de pólen, enquanto na de 2005 se observaram as mais baixas, 5157 grãos de pólen (Quadro 1).

O mês de Maio foi o que apresentou os valores polínicos absolutos mais elevados, 2675 grãos de pólen (Figura 4), e deveu-se principalmente à polinização de *Olea europaea*, com menor contribuição de Poaceae e *Quercus* spp..

Os tipos polínicos mais frequentes encontrados foram: *Olea europaea* (22,7%), Pinaceae (21,8%), Poaceae (12,6%), Urticaceae (12,1%), Cupressaceae (8,0%) e *Quercus* spp. (7,6%) (Figura 6).

AEROBIOLOGIA POLÍNICA DE LISBOA

Na cidade de Lisboa, as concentrações polínicas totais primaveris mais elevadas verificaram-se no ano de 2004,

May was the month with the highest absolute pollen values – 2 675 pollen grains (Figure 4), mainly due to the pollination of *Olea europaea* and, to a lesser extent, Poaceae and *Quercus* spp.

The most frequent pollen types found were *Olea europaea* (22.7%), Pinaceae (21.8%), Poaceae (12.6%), Urticaceae (12.1%), Cupressaceae (8.0%) and *Quercus* spp. (7.6%) (Figure 6).

POLLEN AEROBIOLOGY – LISBON

Lisbon's highest total pollen concentration was in the Spring of 2004, 41 063 pollen grains, with the lowest observed in 2002, 13 862 pollen grains (Table 1).

In Lisbon the highest absolute pollen counts were registered in March, 9 541 pollen grains (Figure 4), due particularly to the pollination of Urticaceae (*Urtica*

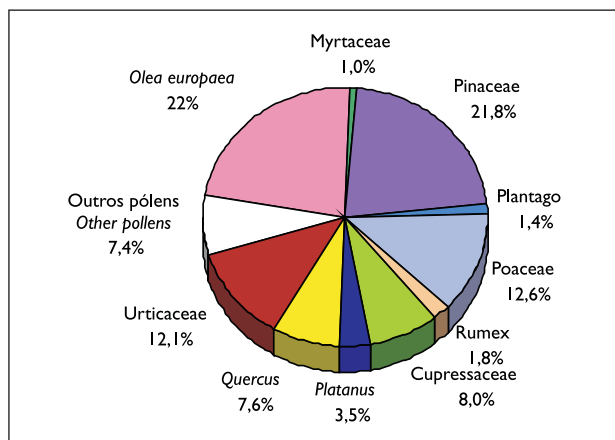


Figura 6. Tipos polínicos mais frequentes na atmosfera da cidade de Coimbra (percentagem em relação aos totais polínicos).

Figure 6. Most frequent airborne pollen types in Coimbra (percentage in relation to pollen totals).

41 063 grãos de pólen, enquanto as mais baixas se verificaram no ano de 2002, 13 862 grãos de pólen (Quadro 1).

Os valores polínicos absolutos mais elevados registaram-se no mês de Março, 9541 grãos de pólen (Figura 4), devendo-se particularmente à polinização das Urticaceae (*Urtica membranacea*, sobretudo), Cupressaceae e *Platanus hispanica*.

Os pólenes mais frequentes identificados pertenceram aos tipos polínicos Urticaceae (34,8%), *Olea europaea* (14,7%), Poaceae (11,0%), *Quercus* sp. (10,3%), Cupressaceae (7,9%) e *Platanus hispanica* (6,7%) (Figura 7).

AEROBIOLOGIA POLÍNICA DE ÉVORA

Na cidade de Évora, a Primavera de 2003 foi aquela em que se encontraram as concentrações polínicas totais mais elevadas, 68 792 grãos de pólen, enquanto na de 2002 se encontraram as mais baixas concentrações, 43 974 grãos de pólen (Quadro 1).

O mês de Maio foi aquele em que se registaram as concentrações polínicas absolutas mais elevadas, 25 880 grãos de pólen (Figura 4), as quais se deveram fundamen-

membranacea especialmente), Cupressaceae and *Platanus hispanica*.

The most frequently found pollens were those of the Urticaceae (34.8%), *Olea europaea* (14.7%), Poaceae (11.0%), *Quercus* sp. (10.3%), Cupressaceae (7.9%) and *Platanus hispanica* types (6.7%) (Figure 7).

POLLEN AEROBIOLOGY – ÉVORA

The Spring of 2003 had the highest total pollen concentrations in this city, with 68 792 pollen grains, while the Spring of 2002 had the lowest, 43 974 pollen grains (Table 1).

May had the highest absolute pollen concentrations, 25 880 pollen grains (Figure 4), due fundamentally to the pollination of Poaceae and, to a lesser extent, *Olea europaea* and *Quercus suber*.

The most prevalent pollen types were, in decreasing order, *Quercus* sp. (27.9%), Poaceae (26.2%), *Olea europaea* (11.2%), Urticaceae (9.2%), *Platanus hispanica* (9.1%) and Cupressaceae (4.2%) (Figure 8).

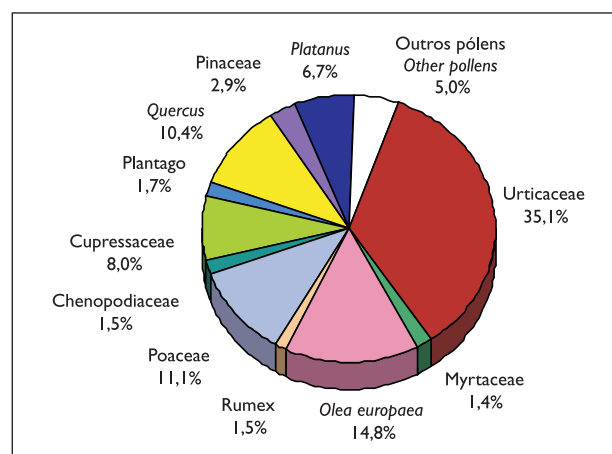


Figura 7. Tipos polínicos mais frequentes na atmosfera da cidade de Lisboa (percentagem em relação aos totais polínicos).

Figure 7. Most frequent airborne pollen types in Lisbon (percentage in relation to pollen totals).

talmente à polinização de Poaceae e, em menor proporção, a *Olea europaea* e *Quercus suber*.

Os tipos polínicos mais representativos, por ordem decrescente, foram: *Quercus* sp. (27,9%), Poaceae (26,2%), *Olea europaea* (11,2%), Urticaceae (9,2%), *Platanus hispanica* (9,1%) e Cupressaceae (4,2%) (Figura 8).

AEROBIOLOGIA POLÍNICA DE PORTIMÃO

Na cidade de Portimão, os valores polínicos totais mais elevados observaram-se em 2006, 42 961 grãos de pólen, enquanto os valores mais baixos se observaram em 2002, 20 519 grãos de pólen (Quadro 1).

As concentrações polínicas absolutas mais elevadas verificaram-se no mês de Maio, 17 081 grãos de pólen (Figura 4), e deveram-se sobretudo à polinização de *Olea europaea*, bem como de Poaceae e *Quercus suber*.

Os tipos polínicos mais frequentes, por ordem de importância, foram: *Olea europaea* (40,8%), Poaceae (15,2%), *Quercus* sp. (14,4%), Urticaceae (9,9%), *Plantago* sp. (4,8%) e Chenopodiaceae-Amaranthaceae (3,0%) (Figura 9).

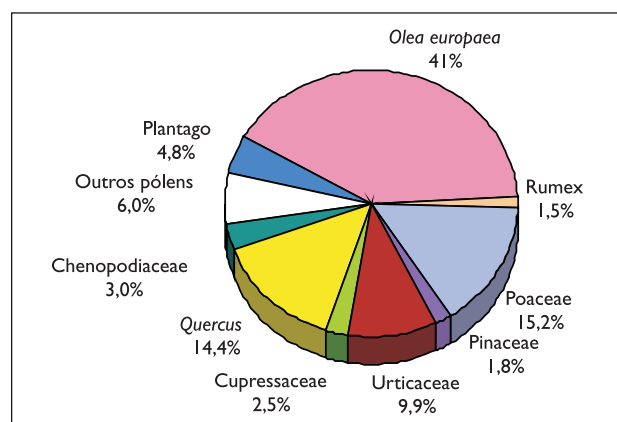


Figura 9. Tipos polínicos mais frequentes na atmosfera da cidade de Portimão (percentagem em relação aos totais polínicos).

Figure 9. Most frequent airborne pollen types in Portimão (percentage in relation to pollen totals).

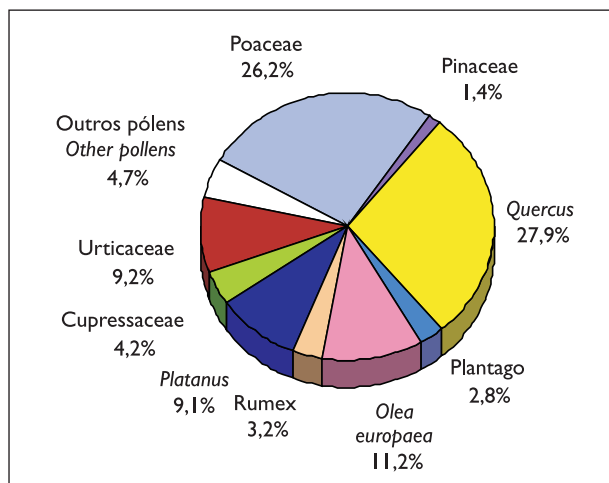


Figura 8. Tipos polínicos mais frequentes na atmosfera da cidade de Évora (percentagem em relação aos totais polínicos).

Figure 8. Most frequent airborne pollen types in Évora (percentage in relation to pollen totals)

POLLEN AEROBIOLOGY – PORTIMÃO

Portimão's highest pollen count was recorded in 2006, 42 961 pollen grains and the lowest in 2002, 20 519 pollen grains (Table 1).

The highest absolute pollen concentrations were in May, 17 081 pollen grains (Figure 4), mostly due to the pollination of *Olea europaea*, Poaceae and *Quercus suber*.

The most prevalent pollen types were (in order of importance): *Olea europaea* (40.8%), Poaceae (15.2%), *Quercus* sp. (14.4%), Urticaceae (9.9%), *Plantago* sp. (4.8%) and Chenopodiaceae-Amaranthaceae (3.0%) (Figure 9).

DISCUSSION

The atmospheric pollen concentrations varied significantly among the 5 cities and from year to year throughout the study. These data are in line with the study of Todo-Bom et al.¹⁷ and are to be expected in that the con-

DISCUSSÃO

As concentrações de pólen atmosférico diferiram significativamente nas 5 localidades e variaram de ano para ano em cada uma delas. Estes dados estão de acordo com os resultados de um estudo anterior efectuado por Todo-Bom *et al.*¹⁷ e não são inesperados, atendendo a que a concentração de pólen no ar e o tempo que esse pólen permanece no ar depende de muitos factores, nomeadamente, segundo Latorre¹⁸, da fenologia floral das espécies emissoras e das condições meteorológicas antes e durante o período de polinização, sendo que a variabilidade interanual da concentração de pólen atmosférico registada é resultado de factores endógenos e/ou factores ambientais.

A composição do espectro polínico também diferiu entre as regiões, e essas diferenças explicam-se pela diferente natureza da respectiva paisagem, não sendo, contudo, de excluir alguma influência das plantas que se encontram próximas do colector.

Na maioria das regiões, uma proporção significativa do pólen presente na atmosfera é de árvores. Lisboa é uma excepção, devido à grande presença atmosférica de pólen de Urticaceae, sobretudo do tipo *Urtica membranacea*, o qual supera a dos restantes pólenes.

As localidades situadas mais a sul do país apresentaram contagens polínicas mais elevadas, particularmente a cidade de Évora, o que se poderá interpretar pela sua interioridade, facto já referido na literatura da especialidade, onde as regiões do interior apresentam tendencialmente uma atmosfera mais rica em pólen. Waisel *et al.*¹⁹ referem, em Israel, que localidades próximas da costa e, portanto, com predominância de ventos marítimos desprovidos de pólen ou com este presente em baixas concentrações, apresentam concentrações polínicas inferiores comparativamente às localidades do interior.

Portimão corresponde a uma situação interessante porque, estando localizada no litoral, apresenta níveis de pólen elevados, cuja explicação se deve à forte influência dos ventos de norte e nordeste que, ao atravessarem as serras algarvias, acabam por transportar elevadas cargas polí-

centration of air pollen and the time this pollen remains in the air depends on many factors. Standout factors are, according to Latorre¹⁸, the floral phenology of the species releasing the pollen and the weather conditions before and during the pollination period. This means that the inter-annual variability seen in the atmospheric pollen concentration is a result of endogenous and/or environmental factors.

The composition of the pollen spectrum also varied from region to region and these differences are explained by the different nature of the landscapes in question. The plants found near the spore traps also play a part.

A significant proportion of the atmospheric pollen found in the majority of the regions is tree pollen. Lisbon is the exception here, as the city has a large amount of Urticaceae pollen, particularly *Urtica membranacea*, which dominates the other pollens.

The more southern cities had higher pollen counts, especially Évora, which can be explained by the city's inland location. This has already been documented in other studies, which describe how the inland areas tend towards a more heavy pollen atmosphere. Waisel *et al.*¹⁹ describe how Israel's coastal regions, with high sea winds without pollen, have lower concentrations than the inland regions.

Portimão, in the Algarve, is an interesting situation as it is a coastal region with high pollen levels due to its strong north and north-easterly winds which transport heavy pollen loads across the Algarve region²⁰. Hence Portimão is considered as a station with inland characteristics.

When comparing our results with those from Spanish monitoring stations in the proximity of our own stations we found that:

- the predominant pollen types in Oporto, Urticaceae, Pinaceae, Poaceae and *Quercus* sp., are also the most common constituents of Vigo's (Galicia region) pollen spectrum²¹⁻²³;
- *Quercus* sp. and Poaceae, prevalent types in the Évora atmosphere, also prevail in the Badajoz (Extre-

nicas²⁰. Pode-se assim dizer que Portimão equivale, nesta matéria, a uma estação com características de interior.

Se compararmos os resultados deste estudo com os das estações de monitorização espanholas mais próximas das estações de monitorização aqui analisadas, verificamos o seguinte:

- os tipos polínicos predominantes do espectro polínico do Porto, Urticaceae, Pinaceae, Poaceae e *Quercus* sp., são também os constituintes maioritários do espectro polínico de Vigo (região da Galiza),²¹⁻²³
- Os tipos *Quercus* sp. e Poaceae, predominantes na atmosfera de Évora, são também os tipos predominantes do espectro polínico de Badajoz (região da Extremadura) e constituem, quer em Évora, quer em Badajoz, mais de metade dos grãos de pólen totais recolhidos, sendo importante salientar que, de uma maneira geral, em ambas as localidades se observa um fenómeno de alternância bianual destes 2 tipos; porém, de forma oposta. Se num ano predomina o pólen de gramíneas relativamente ao de *Quercus* sp., no ano seguinte predomina o pólen de *Quercus* sp. relativamente ao de gramíneas.^{24,25}
- O tipo *Olea europaea* predominante na atmosfera de Portimão é também o tipo maioritário do espectro polínico de Málaga e Estepona (região de Andaluzia) seguido dos tipos Poaceae, *Quercus*, Urticaceae, *Plantago* e Chenopodiaceae-Amaranthaceae.^{26,27}

Os pólenes de Urticaceae, Poaceae, *Olea europaea*, *Quercus* sp., Pinaceae, Cupressaceae e *Platanus hispânica* foram os mais representados e os que alcançaram concentrações importantes nas estações da RPA, assim como nas estações da REA (Rede Espanhola de Aerobiologia).²⁸

O pólen de Poaceae detecta-se em quantidades importantes praticamente em todas as estações, mas com particular evidência no Sul do país, facto também observado no Sul de Espanha e na Galiza.²⁸ Trata-se, portanto, de um pólen muito importante no Sul da Península Ibérica.

O pólen de *Olea europaea* também observado em concentrações importantes em todas as estações, particu-

madura region) pollen spectrum. These constitute, both in Évora and Badajoz, over half of the total collected pollen grains and it should be stressed that an opposing biannual changeover pattern of these 2 types was generally observed in both locations: if *Quercus* sp pollen predominated one year, the following year would show a predominance of Poaceae pollens.^{24,25}

- The *Olea europaea* pollen type predominating in the Portimão atmosphere is also the prevailing type in the Malaga and Estepona (Andalusia region) pollen spectrum, followed by Poaceae, *Quercus*, Urticaceae, *Plantago* and Chenopodiaceae-Amaranthaceae.^{26,27}

Urticaceae, Poaceae, *Olea europaea*, *Quercus* sp., Pinaceae, Cupressaceae and *Platanus hispânica* pollens were the most representative and those which reached significant concentrations at the RPA stations, as well as at the REA (Spanish Aerobiology Network) stations.²⁸

Poaceae pollen is detected in significant quantities in practically all stations, but particularly so in the south of the country, a pattern also seen in the south of Spain and in Galicia²⁸. This makes it a very important pollen in the south of the Iberian Peninsula.

Olea europaea pollen is also found in significant concentrations at all the stations, particularly in the Portimão region where it accounts for 40.8% of the total pollen of the pollen spectrum. It is equally as significant in the Évora region, where it reaches the highest national concentrations. This also occurs in the Andalusia region and the southern half of Extremadura²⁸.

The pollen spectrum observed in the Spring at the RPA stations shows a clear predominance of Urticaceae and Poaceae pollens. These pollens are common to and predominate throughout Europe. The spectrum also has Mediterranean characteristics, both in terms of the great variety of the pollen types observed and the massive presence of *Olea europaea* and *Quercus* sp. pollens. Moreover, there is a scarcity of Betulaceae pol-

larmente na região de Portimão, onde constitui 40,8% do pólen total do espectro polínico, sendo igualmente muito importante na região de Évora, onde atinge as mais elevadas concentrações nacionais. Este fenómeno verifica-se também na região de Andaluzia e na metade sul da Extremadura.²⁸

O espectro polínico das estações da RPA, durante a estação primaveril, apresenta uma clara predominância de pólen de Urticaceae e Poaceae, pólenes comuns e predominantes por toda a Europa, mas igualmente de características mediterrânicas, quer pela elevada diversidade de tipos polínicos observados, quer pela maciça presença de pólen de *Olea europaea* e *Quercus* sp. Para além disso, há uma fraca incidência de pólen de Betulaceae (*Betula* sp. e *Alnus* sp.), mais característico do Norte e Centro da Europa. A incidência de pólen de *Artemisia* sp., um importante *taxon* na Europa de Leste, é praticamente nula.^{27,29,30}

CONCLUSÕES

Estes cinco anos de estudos forneceram-nos dados que permitiram visualizar os distintos espectros polínicos apresentados por cada uma das regiões analisadas durante a principal estação polínica: Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão. Desta forma, permitiu-nos identificar os principais tipos polínicos presentes na atmosfera, dando-nos uma indicação do pólen alergénico que pode causar polinose em cada um dos centros continentais estudados.

Sistematizando, por todo o país, os tipos polínicos mais frequentes foram Urticaceae, Poaceae, *Olea europaea*, Cupressaceae e *Platanus hispanica*. Contudo, para além destes, registou-se ainda uma clara predominância do tipo Pinaceae a norte do país, e do tipo *Quercus* sp. a sul, resultado da distinta distribuição destes *taxa* nas respectivas zonas.

É de salientar que estes resultados são muito úteis para os imunoalergologistas, porque, directa ou indirectamente, auxiliam no diagnóstico, na terapêutica e na prevenção da doença alérgica respiratória, permitindo melhorar os cuidados de saúde à população nacional

len (*Betula* sp. and *Alnus* sp.), more characteristic of northern and central Europe. The incidence of *Artemisia* sp. pollen, an important *taxon* in eastern Europe, is practically non-existent.^{27, 29, 30}

CONCLUSIONS

These five years of study have supplied us with data which allow us to visualise the distinct pollen spectra presented by each region analysed – Oporto, Coimbra, Lisbon, Évora and Portimão – during the main pollen season. This has permitted us to identify the main pollen types present in the atmosphere and given us an idea of the allergenic pollens that could cause pollinosis at each of the mainland centres studied.

The most frequent pollen types throughout the country listed systematically were Urticaceae, Poaceae, *Olea europaea*, Cupressaceae and *Platanus hispanica*. In addition to these, there was also a clear predominance of the Pinaceae type in the north of Portugal and of the *Quercus* sp. type in the south, stemming from the distinct distribution of these *taxa* in the areas in question.

It should be noted that these findings are extremely useful for clinical immunoallergists as they help directly or indirectly in the diagnosis, treatment and prevention of allergic respiratory disease, thus contributing to improve healthcare to the country as a whole.

AGRADECIMENTOS

À Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica, pelo apoio e por ter permitido a realização deste trabalho. À Fundação Eugénio de Almeida, por ter concedido a bolsa de doutoramento.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to the Portuguese Society of Allergy and Clinical Immunology for its support and for sanctioning this study, and to the *Eugénio de Almeida* Foundation for granting a doctoral scholarship.

BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAPHY

1. Negrini AC. Pollens as allergens. *Aerobiologia* 1992;8:9-15.
2. Chieira C, Paiva J, Leitão M, et al. Ecologia polínica e alergia respiratória. *Coimbra Medica* 1981;2:77-100.
3. Mondac AK, Mondel S, Mondel S. Pollen production in some plant taxa with a supposed role in allergy in Eastern India. *Aerobiologia* 1998;14:397-403.
4. Gioulekas D, Papakosta D, Damialis A, Spietsma F, Giouleka P, Patakas D. Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy* 2004;59:174-84.
5. WHO: Phenology and Human Health: Allergic disorders. Health and global Environmental change 2003; Series 1.
6. D'Amato G, Liccardi G, D'Amato M, Cazzola M. The role of outdoor air pollution and climatic changes on the rising trends in respiratory allergy. *Respiratory Medicine* 2001;95:606-11.
7. D'Amato G, Liccardi G. The increasing trend of seasonal respiratory allergy in urban areas. *Allergy* 2002;57 (Suppl.71):35-6.
8. Bousquet J, Ansotegui IJ, van Ree R, Burney PG, Zuberbier T, van Cauwenberge P. European Union meets the challenge of the growing importance of allergy and asthma in Europe. *Allergy* 2004;59:1-4.
9. Jäger S. Long term trends of pollen seasons in Europe: changes in start, duration and intensity. Proceedings of the 7th International Congress of Aerobiology. Montebello, Canada: International Association of Aerobiology; 2002:12.
10. Penel V, Calleja M, Farrera I, Déchamp C. Evolution of pollination dates of ten arboreal taxa in the Lyon-Bron (1982-2001) and Montpellier (1977-2001) Regions (France). Proceedings of the 7th International Congress of Aerobiology. Montebello, Canada: International Association of Aerobiology; 2002:21.
11. Gehrig R, Clot B, Studer S, Defila C. Climate change and its influence on phenology and starting dates of pollen seasons in Switzerland. Proceedings of the 7th International Congress of Aerobiology. Montebello, Canada: International Association of Aerobiology; 2002:118.
12. Galán C, García-Mozo H, Vázquez L, Ruiz-Valenzuela L, Díaz de la Guardia C, Trigo Perez M. Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several places of Andalusia region and the effect of the expected future climate change. *Int J Biometeorol* 2005;49:184-8.
13. García-Mozo H, Galán C, Jato V et al. Quercus pollen season dynamics in the Iberian Peninsula: response to meteorological parameters and possible consequences of climate change. *Ann Agric Environ Med* 2006;13:209-24.
14. Tedeschini E, Rodríguez Rajo FJ, Caramiello R, Jato V, Frenguelli G. The influence of climate changes in *Platanus* spp. pollination in Spain and Italy. *Grana* 2006;45:222-9.
15. Teranishi H, Katoh T, Kenda K, Hayashi S. Global warming and the earlier start of the Japanese-cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen season in Toyama, Japan. *Aerobiologia* 2006;22:91-5.
16. Anonymous. Methodology for routinely performed monitoring of airborne pollen – recommendations. *Aerobiologia* 1995;11:69-70.
17. Todo-Bom A, Brandão R, Nunes C. et al. Tipos polínicos alergizantes em Portugal- Calendário de 2002-2004. *Rev Port Imunoalergologia* 2006;14:41-9.
18. Latorre F. Differences between airborne pollen and flowering phenology of urban trees with reference to production, dispersal and interannual climate variability. *Aerobiologia* 1999;15:131-41.
19. Waisel Y, Ganor E, Glikman M, Epstein V, Brenner S. Seasonal distribution of airborne pollen in the Coastal Plain of Israel. *Aerobiologia* 1997;13:127-34.
20. Caeiro E. Estudo Aeropalinológico Comparativo da Atmosfera de Évora e Portimão. Tese de mestrado. Universidade de Coimbra. Coimbra. 2004:164.
21. Rodríguez-Rajo FJ. El polen como fuente de contaminación ambiental en la ciudad de Vigo. Memoria para optar al grado de Doctor Europeo en Biología, Universidad de Vigo, Ourense. 2000:500.
22. Rodríguez-Rajo FJ, Méndez J, Jato V. Aerobiología en Galicia: Estación de Vigo (2000-2001). *REA* 2002;7:219-24.
23. Rodríguez-Rajo, Seijo MC, Jato V. Estudio Aerobiológico de la Atmósfera de A Guardia, NO de España (1998). *REA* 2002;7:7-15.
24. Corchero A.M. Estudio Aerobiológico Comparativo de la Atmósfera de Badajoz y Mérida. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura; 2001:508.

25. Silva I, Moreno A, Muñoz AF, Tormo R. Aerobiología en Extremadura: Estación de Badajoz (2000). *REA* 2002;7:173-6.
26. Recio M, Trigo MM, Docampo S, Cabezudo B. Aerobiología en Andalucía: Estación de Málaga (2000-2001). *REA* 2002;7:83-8.
27. Recio M, Trigo MM, Toro FJ, Docampo S, García-González JJ, Cabezudo B. A Three-Year Aeropalynological Study in Estepona (Southern Spain). *Ann Agric Environ Med* 2006;13:201-7.
28. Trigo MM. Incidencia del Polen en España. Resumen del año 1997. *REA* 1998;4:11-3.
29. Spieksma FThM: Regional European Pollen Calendars. In: D'Amato G, Spieksma FThM, Bonini S. (Eds): Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1991:49-65.
30. Matthiesen F, Ipsen H, Løwenstein H: Pollen Allergens. In: D'Amato G, Spieksma FThM, Bonini S (Eds): Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1991:36-44.