

Estudo da variação intradiária das concentrações de pólen de gramíneas na atmosfera de Portugal Continental

The diurnal variation study of grass pollen concentrations in atmosphere of mainland Portugal

Data de receção / Received in: 02/02/2012

Data de aceitação / Accepted for publication in: 23/12/2012

Rev Port Imunoalergologia 2013; 21 (1): 27-40

Elsa Caeiro^{1,2}, Luísa Lopes³, Ângela Gaspar⁴, Ana Todo-Bom⁵, José Ferraz de Oliveira⁶, Carlos Nunes⁷, Mário Morais-Almeida⁴, José Costa Trindade⁸, Rui Brandão²

¹ Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica

² Departamento de Biologia da Universidade de Évora

³ Unidade de Imunoalergologia do Hospital de Santa Lúzia, Elvas

⁴ Centro de Imunoalergologia do Hospital CUF Descobertas, Lisboa

⁵ Serviço de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

⁶ Serviço de Imunoalergologia do Hospital de São João, Porto

⁷ Centro de Imunoalergologia do Algarve

⁸ Faculdade de Medicina de Lisboa

RESUMO

Introdução: O pólen da família das *Poaceae* (gramíneas) é uma das principais fontes de aeroalergénios no mundo, particularmente na Europa Mediterrânica. Representa, por isso, um importante factor de risco de asma, rinite e/ou conjuntivite alérgica e constitui a principal causa de polinose em Portugal. **Objectivo:** Analisar a variação intradiária das concentrações de pólen de gramíneas na atmosfera das 5 estações de monitorização continentais da Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA): Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão. **Métodos:** Neste estudo utilizaram-se os dados diários e horários das monitorizações de pólen de gramíneas das cinco estações de monitorização continentais da RPA, ao longo de 7 anos (2002-2008). **Resultados:** Entre as localidades encontraram-se diferenças significativas, em termos de

curvas horárias. O pólen encontrou-se presente na atmosfera durante 24 horas em todas as localidades, e os valores das concentrações horárias variaram ao longo do dia e de ano para ano. As concentrações mais baixas registaram-se entre as 22 e as 6 horas e as mais elevadas, entre as 7 e as 21 horas, as quais em Évora ultrapassaram os 30 grãos de pólen/m³/hora. Em geral, registaram-se 2 picos de concentrações máximas, um de manhã (9-10 horas) ou à tarde (12-13 horas) e outro no final da tarde / início da noite (19-20 horas). **Conclusões:** O ritmo diurno difere muito de local para local. Cada localidade tem o seu próprio padrão de variação das concentrações horárias do pólen atmosférico de gramíneas que se pode dever, quer às diferentes espécies presentes, quer às diferentes condições ambientais. O risco de exposição variou de localidade para localidade e ao longo do dia, sendo o Porto a localidade onde este é menor, enquanto Évora apresenta o maior risco.

Palavras-chave: Aerobiologia, gramíneas, Poaceae, Portugal, variação intradiária.

ABSTRACT

Background: Airborne grass pollen is one of the main sources of aeroallergens in the world, particularly in the Mediterranean Europe. Grass pollen is an important risk factor for asthma, allergic rhinitis and/or conjunctivitis and it constitutes the main cause of pollinosis in Portugal. **Objective:** To analyze the diurnal variations of Poaceae pollen concentrations in the atmosphere of 5 monitoring stations: Oporto, Coimbra, Lisbon, Évora and Portimão. **Methods:** In this study, daily and hourly sampling data of Poaceae pollen from five monitoring stations over a seven year interval (2002-2008), were used. **Results:** Statistical significant differences were observed in hourly pollen curves. Grass pollen was recorded in the atmosphere during 24 hours in all the monitoring stations, with the lowest values recorded between 22 and 6 hours and the highest values between 7 and 21 hours, where in Évora more than 30 pollen grains/m³/hour were recorded. In general, there are 2 high peaks pollen: one in the morning (9-10 hours) or afternoon (12-13 hours) and the other in the evening / early night (19-20 hours). **Conclusions:** The diurnal rhythm is very different from each locality. The differences can be mainly explained by the different species of grass pollen existing in these areas and by the different environmental conditions. The exposition degree varies from station to station, and throughout the day. In Portugal, the risk of exposure to this pollen is lower in Oporto and highest in Évora.

Keywords: Aerobiology, diurnal variation, grass, Poaceae, Portugal.

INTRODUÇÃO

O pólen atmosférico de gramíneas constitui a principal causa de rinite, asma, conjuntivite e eczema nos indivíduos alérgicos ao pólen na área Mediterrânica^{1,2}, nomeadamente em Portugal^{3,4}.

Dado que o pólen, particularmente o pólen de gramíneas, é um factor de risco para as doenças alérgicas

respiratórias exercendo um impacto negativo sobre a qualidade de vida dos indivíduos sensibilizados, é de particular interesse, quer dos profissionais de saúde, quer do doente conhecer a sua distribuição intradiária, ou seja a variação horária das concentrações de pólen de gramíneas ao longo do dia, de modo a adequar de forma mais eficaz medidas de evicção e de intervenção terapêutica.

O pólen de gramíneas encontra-se presente na atmosfera ao longo de todo o ano, mas as concentrações mais elevadas verificam-se em Maio e Junho por todo o País, e também em Julho nas regiões mais a norte⁵.

A variação diurna tem sido estudada por muitos investigadores⁶ e, geralmente, os respectivos estudos efectuaram-se em áreas urbanas, cujas fontes de pólen ficam distantes dos equipamentos de colecta polínica, pelo que os padrões observados reflectem não só o momento de libertação do pólen das anteras como também os respectivos mecanismos de dispersão e transporte de pólen até ao local de amostragem⁷.

O ritmo intradiário do pólen na atmosfera varia de espécie para espécie, e inclusive dentro da mesma espécie. A distribuição das concentrações de pólen no ar ao longo do dia depende de muitos factores, nomeadamente, de factores endógenos, da composição específica de cada *taxon*, do clima, da altitude em que se encontra a fonte polínica, das distâncias entre tais fontes e os locais de amostragem^{8,9,10} e das condições meteorológicas, sendo de salientar a acção de factores como a temperatura^{11,12} e de processos atmosféricos, como a velocidade do vento, a turbulência e a convecção^{8,12}.

A dispersão do pólen para a atmosfera ocorre após deiscência das anteras, estando este processo geralmente associado às alterações da temperatura e da humidade relativa no ambiente^{8,13}. De acordo com Reddi *et al.*¹⁴ entre os géneros da família *Poaceae* os períodos da ântese podem decorrer durante vários meses e numa escala diária a duração da libertação de pólen pode ser muito longa¹⁵, variando entre 2 a 13 horas ou pode fazer-se ao longo do dia em tempos diferentes; por exemplo, durante o dia certas espécies de gramíneas, tal como *Cynodon dactylon*, apresentam vários momentos de ântese¹⁴. Cada espécie de gramínea tem uma fenologia própria, possuindo o seu próprio horário de libertação de pólen¹¹.

Dado que, em Portugal, tanto quanto é do nosso conhecimento, não existe qualquer estudo publicado acerca deste assunto e, dada a sua importância em patologia alérgica, desenvolveu-se o presente estudo que teve como

objectivo analisar a variação intradiária das concentrações de pólen de gramíneas na atmosfera de cada estação de monitorização continental da Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA), estações que abrangem praticamente todo o território nacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo utilizaram-se os dados disponíveis das concentrações horárias e diárias do pólen atmosférico de *Poaceae* monitorizado nas 5 estações de monitorização continentais da RPA: Porto (2003-2008), Coimbra (2003-2008), Lisboa (2002-2008), Évora (2001-2008) e Portimão (2002-2008). De cada ano de amostragem utilizaram-se apenas os dados do período correspondente à estação de pólen atmosférico principal (EPAP) das gramíneas (Quadro I), o qual foi determinado através do método de Nilsson & Persson¹⁶. Também se utilizaram os dados diários da precipitação desse mesmo período que foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia.

A metodologia de amostragem e de análise das amostras foi a que se encontra normalizada para a RPA¹⁷. O pólen colectou-se usando um captador volumétrico *Burkard Seven Day Volumetric Spore-trape*[®]. Todas as amostras foram processadas e analisadas no laboratório de Palinologia do Departamento de Biologia da Universidade de Évora, sendo a respectiva identificação e quantificação efectuada ao microscópio óptico, com uma ampliação de 400x, leitura por lâmina ao longo de 4 linhas longitudinais e os resultados expressos em número de grãos de pólen por metro cúbico de ar.

Para se estimar a variação horária deste tipo polínico utilizou-se o método proposto por Galán *et al.*¹⁸ em que se seleccionam os dias em que não se registou precipitação e que apresentaram valores médios iguais ou superiores ao valor da média alcançada durante a EPAP¹⁸⁻²⁰.

Procedeu-se também ao cálculo do IDI (Índice de Distribuição Intradiurna) pelo método utilizado por Trigo *et al.*¹³, que usa os valores máximo e mínimo das contagens horárias dos dias considerados e a seguinte fórmula:

Quadro I. Estação de pólen atmosférico principal das gramíneas de cada um dos anos e estação de monitorização

Ano	Porto		Coimbra		Lisboa		Évora		Portimão	
	Data de início	Data do fim								
2001	–	–	–	–	–	–	11 Maio	24 Junho	–	–
2002	–	–	–	–	7 Março	1 Julho	4 Maio	16 Junho	26 Abril	25 Julho
2003	2 Abril	17 Agosto	21 Março	17 Agosto	6 Abril	27 Julho	11 Maio	6 Julho	4 Maio	18 Julho
2004	4 Maio	2 Setembro	22 Março	24 Julho	25 Abril	12 Julho	12 Maio	11 Julho	23 Abril	17 Julho
2005	1 Abril	16 Agosto	17 Maio	18 Agosto	22 Março	4 Agosto	29 Março	20 Julho	30 Março	29 Agosto
2006	3 Abril	6 Agosto	8 Março	14 Julho	23 Abril	24 Julho	28 Abril	28 Junho	27 Abril	6 Julho
2007	15 Abril	29 Agosto	17 Maio	19 Agosto	18 Abril	12 Agosto	7 Maio	8 Julho	26 Abril	17 Julho
2008	28 Abril	3 Agosto	2 Maio	5 Setembro	25 Abril	13 Agosto	2 Maio	18 Julho	28 Abril	6 Agosto

IDI = (M – m)/ T, onde M é o valor máximo obtido num determinado intervalo de tempo, m o valor mínimo e T é o valor total. O valor deste índice encontra-se compreendido entre 0 e 1 e depende da distribuição das concentrações de pólen ao longo do dia.

Análise estatística

Através da utilização de testes não-paramétricos: ANOVA de Kruskal Wallis, ANOVA de Friedman e teste de Wilcoxon do programa de estatística SPSS 18.0, compararam-se os dados das várias estações de monitorização no sentido de averiguar se os dados diferiam entre as estações de monitorização, e se dentro de cada estação diferiam de ano para ano.

RESULTADOS

Na Figura 1 encontram-se representadas graficamente as curvas da variação intradiurna das concentrações de pólen de gramíneas atmosféricas para cada uma das localidades em estudo. Pela análise da Figura 1 pode afirmar-se o seguinte:

- 1) No Porto, as concentrações mais elevadas registaram-se entre as 4 e as 19 horas, com 2 picos de con-

centração máxima; o primeiro às 9 horas e o segundo pelas 19 horas;

- 2) Na cidade de Coimbra, as concentrações mais elevadas registaram-se entre as 6 e as 20 horas, com 2 picos polínicos coincidentes com os observados no Porto;
- 3) Em Lisboa, as concentrações mais elevadas observaram-se entre as 8 e as 22 horas, com 2 picos de concentração máxima, o primeiro dos quais às 12 horas e o segundo, mais acentuado, às 20 horas;
- 4) Na localidade de Évora, as concentrações mais elevadas verificaram-se entre as 6 e as 22 horas, com 2 picos de concentração máxima, um próximo das 13 horas e outro às 16 horas;
- 5) Na cidade de Portimão, as suas concentrações mais elevadas registaram-se entre as 9 e as 21 horas, com 2 picos de concentração máxima, um às 10 horas e o outro às 18 horas.

Quando se compararam as curvas das concentrações horárias do pólen de gramíneas das diferentes estações verificou-se que existiam diferenças bastante significativas entre todas as estações de monitorização ($p < 0,01$).

As Figuras 2 a 6 mostram a variação da distribuição intradiária das concentrações de pólen de gramíneas

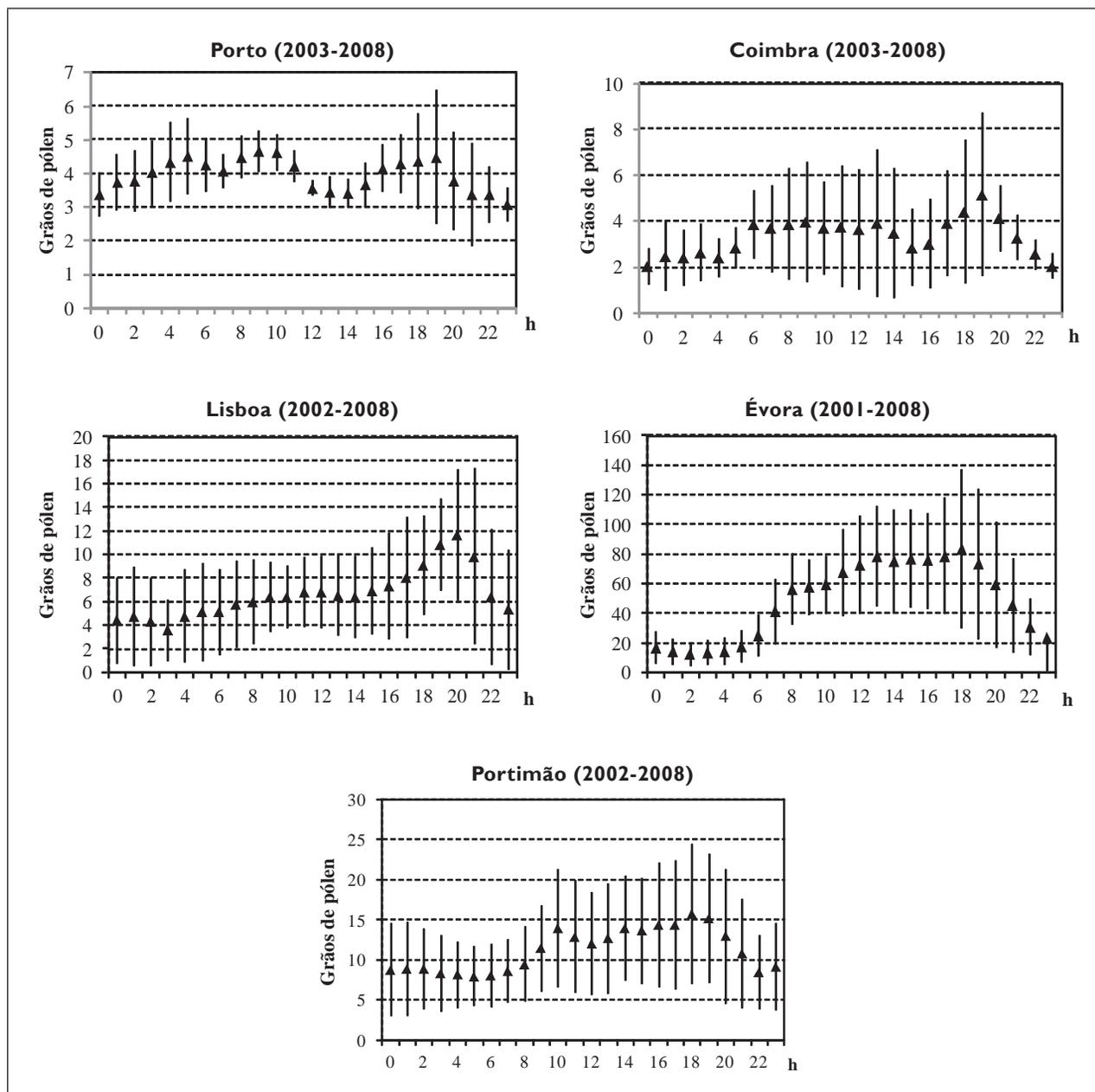


Figura 1. Variação diurna das concentrações de pólen de *Poaceae* durante a estação de pólen atmosférico principal nas diversas localidades em estudo

atmosférico para os vários anos de estudo disponíveis em cada uma das estações de monitorização aqui analisadas.

Na análise da distribuição intradiária das concentrações de pólen entre os vários anos de amostragem, quer

em termos de valores percentuais, quer em valores absolutos, verificou-se o seguinte nas várias estações de monitorização:

- Na estação do Porto, em valores percentuais não se encontraram diferenças significativas entre os anos

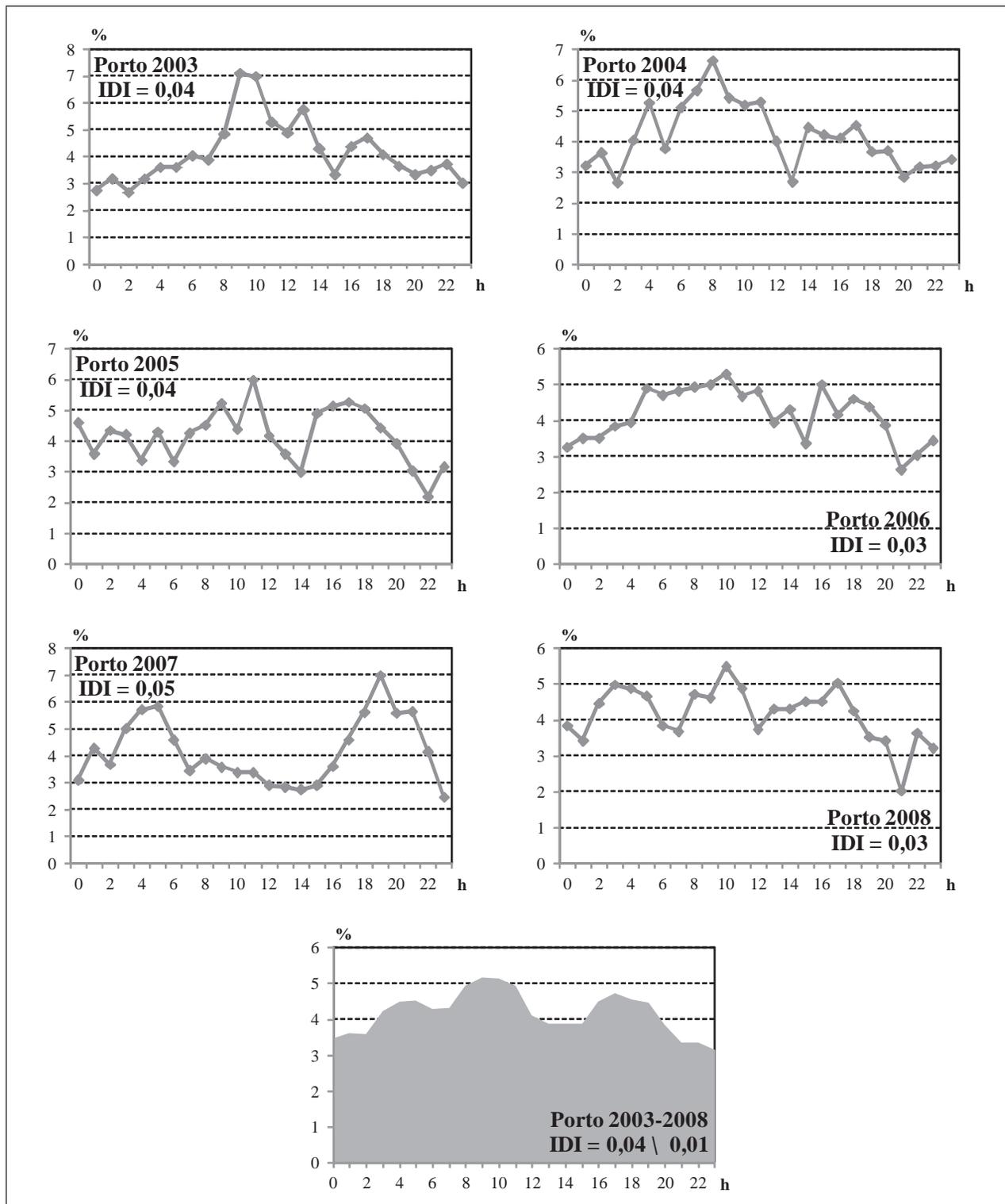


Figura 2. Variações da distribuição intradiária das concentrações de pólen de *Poaceae* durante a estação de pólen atmosférico principal nos anos em estudo no Porto. Média dos valores de IDI \pm desvio padrão

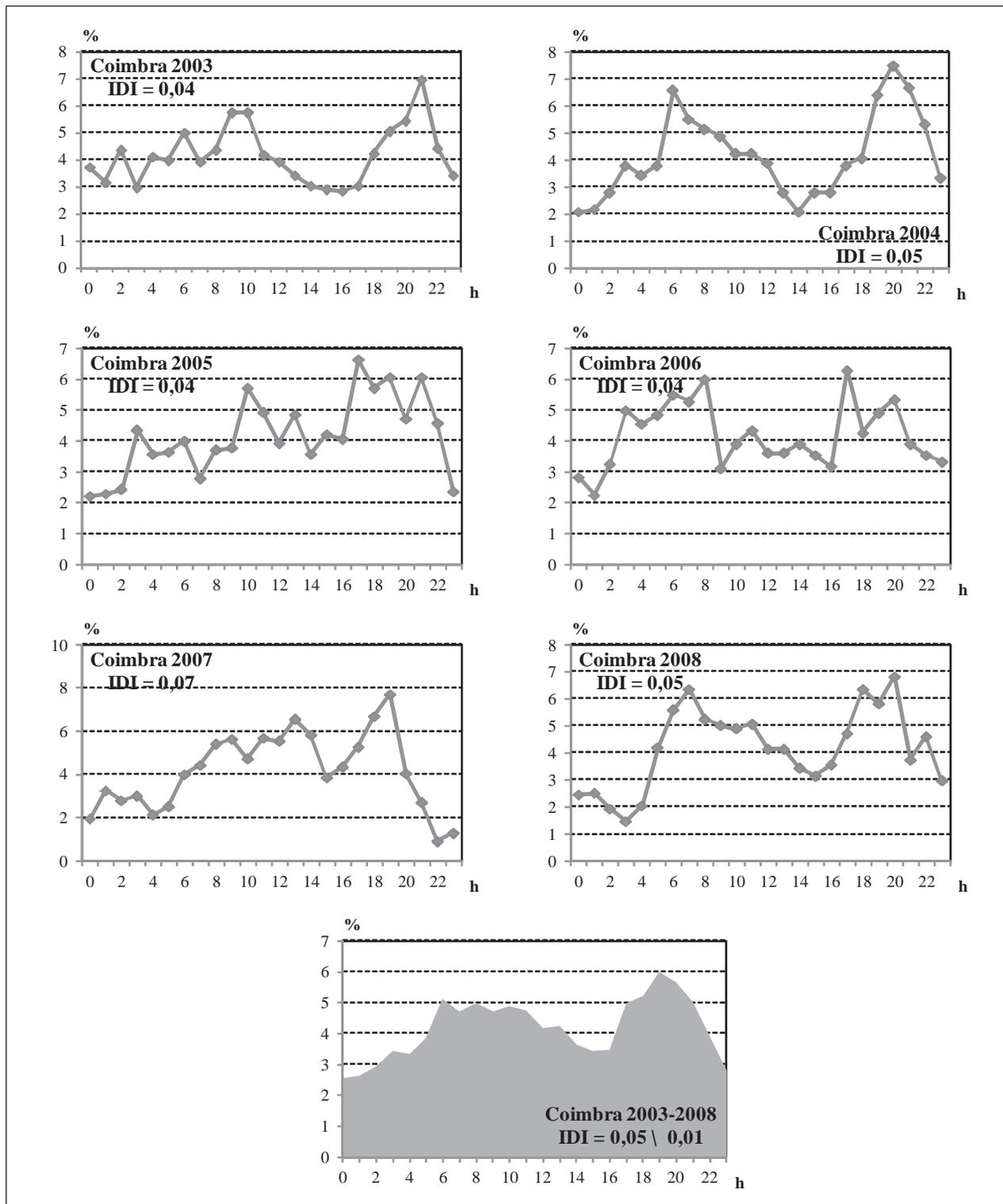


Figura 3. Variações da distribuição intradiária das concentrações de pólen de *Poaceae* durante a estação de pólen atmosférico principal nos anos em estudo em Coimbra. Média dos valores de IDI \pm desvio padrão

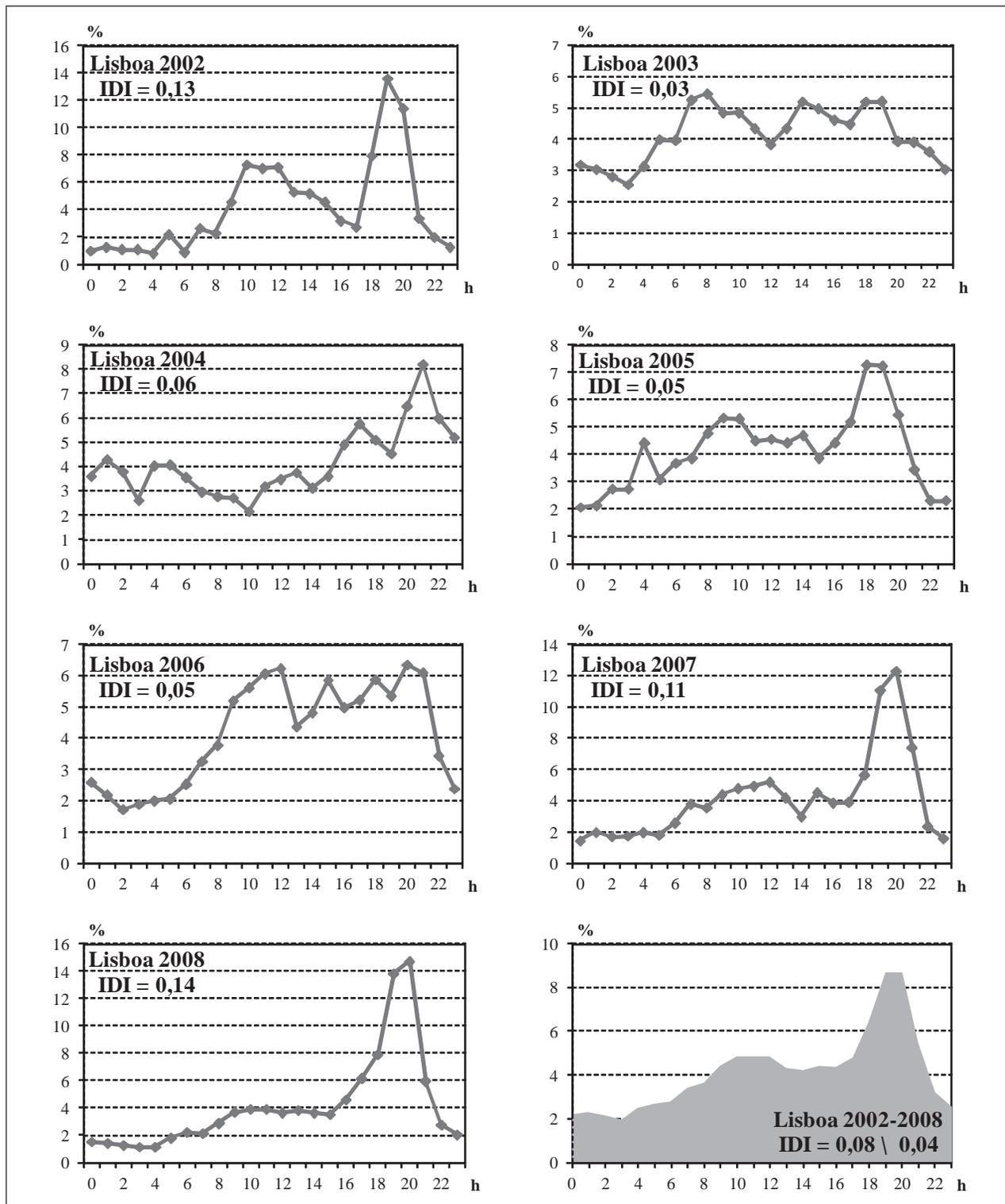


Figura 4. Variações da distribuição intradiária das concentrações de pólen de *Poaceae* durante a estação de pólen atmosférico principal nos anos em estudo em Lisboa. Média dos valores de IDI \pm desvio padrão

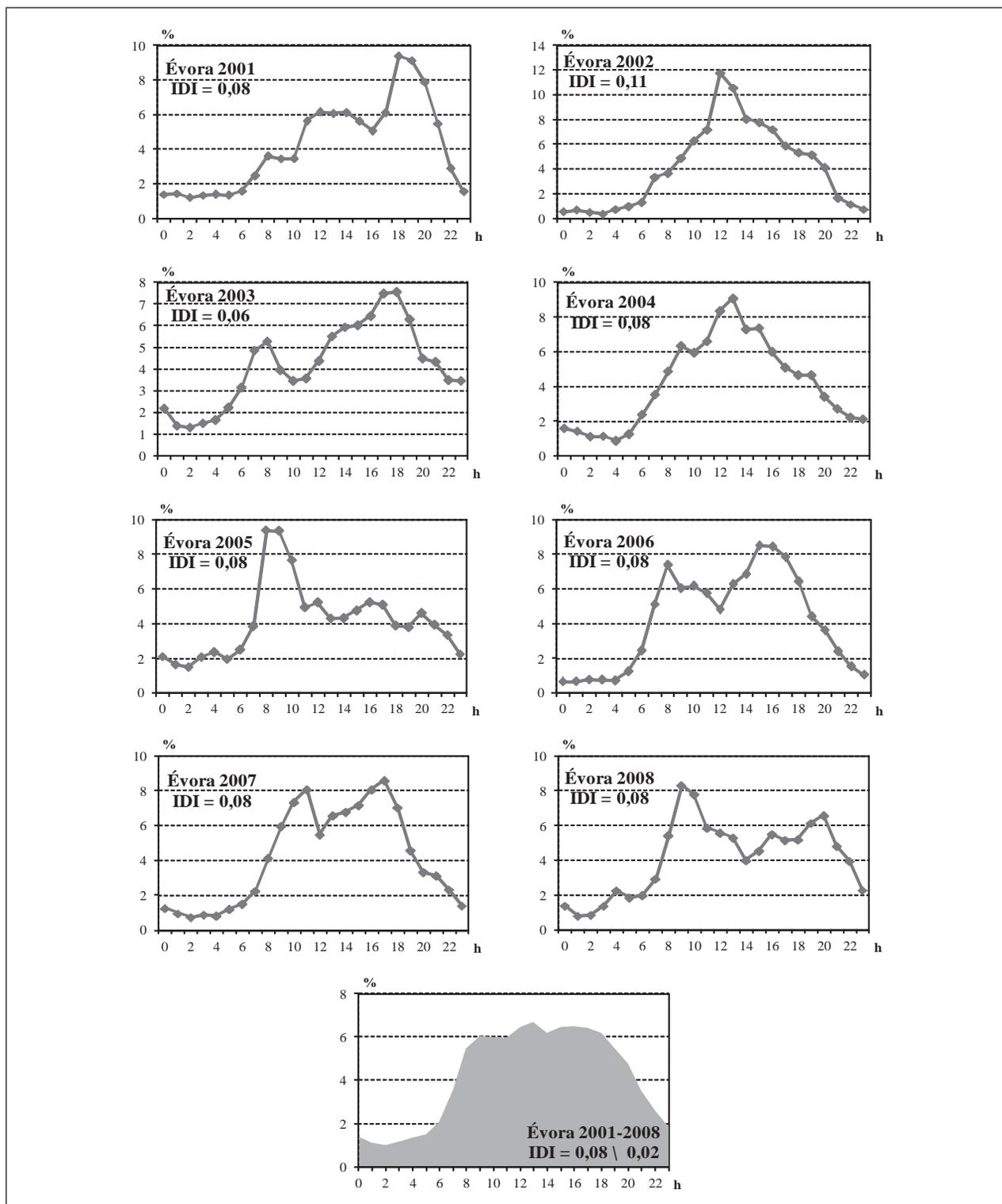


Figura 5. Variações da distribuição intradiária das concentrações de pólen de *Poaceae* durante a estação de pólen atmosférico principal nos anos em estudo em Évora. Média dos valores de IDI ± desvio padrão

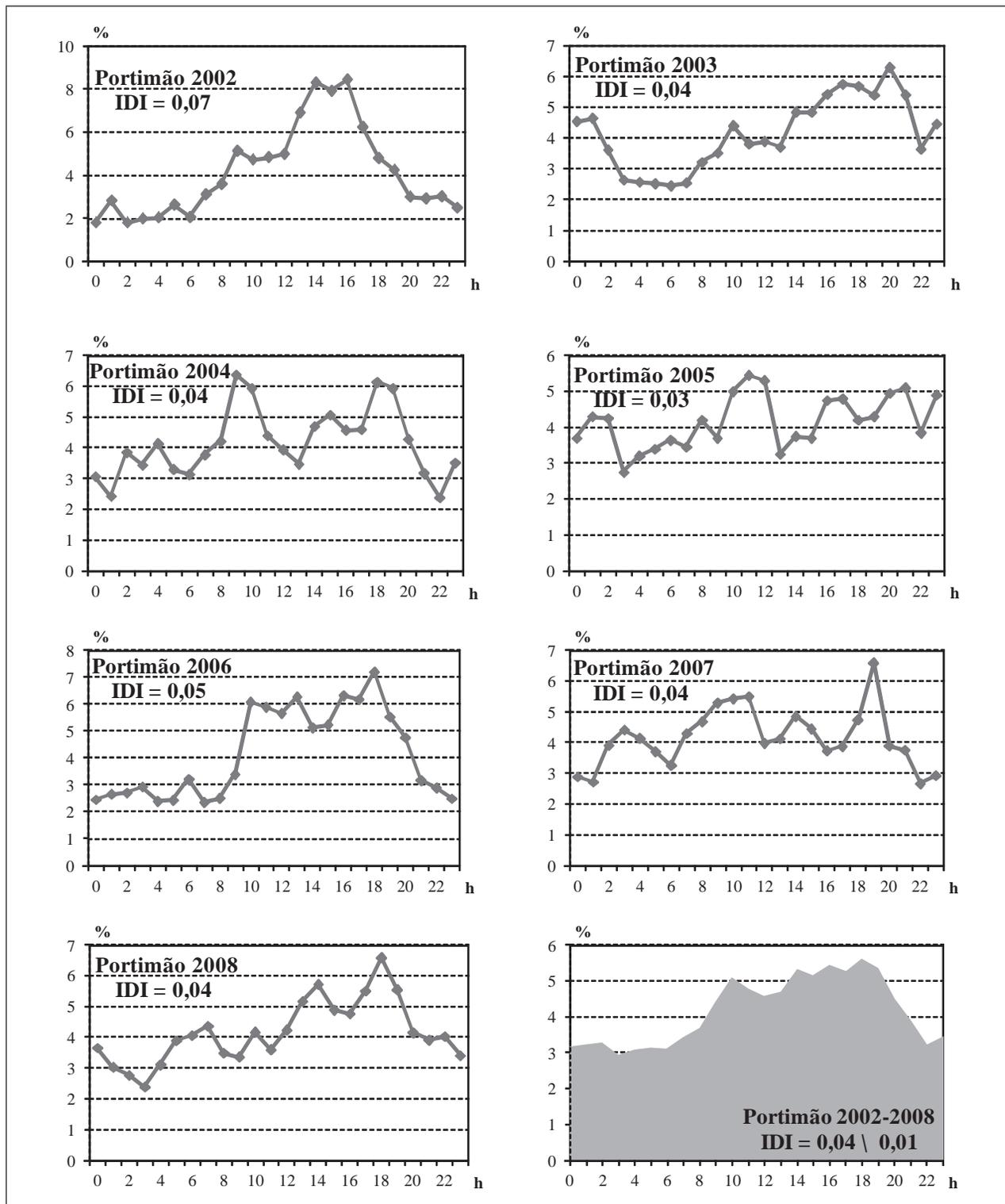


Figura 6. Variações da distribuição intradiária das concentrações de pólen de *Poaceae* durante a estação de pólen atmosférico principal nos anos em estudo em Portimão. Média dos valores de IDI \pm desvio padrão

($p > 0,05$), mas estas foram significativas para valores absolutos ($p < 0,01$). O ano de 2007 foi o ano que mais diferiu relativamente aos outros anos, diferiu significativamente de 2003 ($p < 0,05$), 2004, 2006 e 2008 ($p < 0,01$), seguido pelo ano de 2006 que diferiu significativamente de 2003 ($p < 0,05$) e 2005 ($p < 0,01$). Os restantes anos não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$).

- Na estação de Coimbra, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os anos, em termos de percentagens ($p > 0,05$). No entanto, observaram-se diferenças significativas relativamente ao número de grãos de pólen ($p < 0,01$). Os anos 2007 e 2003 diferiram de forma significativa com os anos 2004, 2005 e 2006 ($p < 0,05$), 2007 ainda diferiu de 2008 ($p < 0,01$). Não se observaram diferenças significativas entre os restantes anos ($p > 0,05$).
- Na estação de Lisboa, tal como nas estações anteriores, não se verificaram diferenças entre os anos em termos de valores percentuais ($p > 0,05$), mas registaram-se em termos de valores absolutos ($p < 0,01$). Em termos de número de grãos de pólen, 2007 diferiu significativamente de 2002, 2004 e 2008 ($p < 0,05$). Os restantes anos não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$).
- Na estação de Évora, em termos percentuais não se detectaram diferenças significativas interanuais ($p > 0,05$), mas apenas em valores absolutos ($p < 0,01$), com 2001 a diferir de todos os anos ($p < 0,05$) com excepção com 2005, 2005 a diferir de todos os anos ($p < 0,01$) com excepção com 2002 e 2008, 2008 a diferir ainda com 2003, 2004 e 2007 ($p < 0,01$) e 2003 com 2004 e 2007 ($p < 0,01$), e os restantes a não diferirem entre si ($p > 0,05$).
- Na estação de Portimão, como na maioria das estações, não se registaram diferenças significativas entre os anos, em termos percentuais ($p > 0,05$) mas apenas em termos de concentrações polínicas ($p < 0,01$). Os anos 2003, 2006 e 2007 diferiram significativamente dos anos 2002, 2004, 2005 e 2008

($p < 0,05$) e 2005 diferiu de 2004 ($p < 0,01$). Os outros anos não diferiram uns relativamente aos outros ($p > 0,05$).

Para todas as regiões obtiveram-se valores de IDI baixos, inferiores a 0,10, com excepção dos anos de 2002, 2007 e 2008 em Lisboa, e do ano de 2002 em Évora, onde se obtiveram valores compreendidos entre 0,10 e 0,20 (Figuras 2 a 6).

DISCUSSÃO

As variações nas concentrações horárias do pólen atmosférico de gramíneas ao longo do dia e os distintos picos observados nas curvas de concentrações horárias de pólen, em todas as localidades estudadas, reflectem a floração de distintas espécies de gramíneas e a respectiva fenologia floral.

Os baixos valores médios dos índices de distribuição intradiária, inferiores a 0,10, para todas as regiões analisadas, segundo Trigo *et al.*¹³ reflectem curvas de distribuição achatadas e os valores elevados não estão ligados a um pico pronunciado. De acordo com os mesmos autores, os *taxa* que ocorrem próximo do colector apresentam picos pronunciados comparativamente com os que ocorrem longe, portanto, o IDI baixo, como o obtido para as gramíneas em todas as localidades neste estudo, pode indicar que este tipo polínico foi transportado de longas distâncias, refletindo, por isso, a realidade de cada região em análise.

São possíveis várias interpretações para os picos de concentrações observados, nomeadamente: 1) tratarem-se de momentos da deiscência das anteras e de libertação de pólen para a atmosfera; ou 2) decorrerem de fenómenos de transporte a longa distância; ou, então, 3) decorrerem de fenómenos mais complexos de dispersão e transporte polínico associados a processos de convecção das camadas inferiores da atmosfera e posterior deposição, seja pela acção mecânica da precipitação ou via gravitacional, e que acabam por sobrepor-se a outros fenómenos de

transporte anteriormente referidos. Esta deposição justifica assim a ocorrência de picos no final do dia.

Quando se compararam as curvas das concentrações horárias do pólen de gramíneas das várias localidades verificou-se que diferiam muito umas das outras, indo de encontro com os investigadores como Kasprzyk *et al.*¹⁵, que referem no seu estudo que a periodicidade diurna difere muito entre locais.

De uma maneira geral, o pólen encontrou-se presente na atmosfera durante 24 horas. As concentrações horárias apresentaram variações ao longo do dia e, geralmente, observaram-se 2 picos de concentração máxima ao longo do dia, facto geralmente, referido para localidades fora da Península Ibérica, no Reino Unido²¹, Finlândia²², Polónia²³ e, embora a maioria dos investigadores mencionem para as localidades espanholas a existência de apenas um pico^{19,24-29}, para Mérida e Badajoz, Moreno-Corcheró³⁰ refere a existência de 2 picos polínicos.

Nas várias localidades portuguesas, as concentrações mais baixas registaram-se entre as 22 e as 6 horas e as mais elevadas observaram-se entre as 7 e as 21 horas, sendo esses períodos semelhantes em localidades espanholas. Por exemplo, em Mérida e Badajoz as concentrações de pólen são elevadas entre as 8 e as 21 horas³⁰, em Cáceres entre as 7 e as 18 horas²⁹, em Córdoba entre as 8 e as 20 horas^{19,24-26,32}, e em Málaga entre as 8 e as 18 horas²⁷.

Na localidade de Évora, durante o período de elevadas concentrações (6 às 22 horas), as concentrações horárias ultrapassaram os 30 grãos de pólen/m³/hora. Por conseguinte, na localidade de Évora, a qualquer hora do dia foi ultrapassado o valor limiar diário, 25 grãos de pólen/m³/dia, valor proposto pela *Spanish Aerobiology Network (REA)*³³, a partir do qual os doentes alérgicos às gramíneas apresentam sintomas clínicos mais graves.

A estação localizada na cidade de Évora apresentou características de uma área rural; os picos registaram-se durante a tarde, tal como, em estudo efectuado por Norris-Hill⁶ numa área rural, no Reino Unido, em que as concentrações máximas se registaram tipicamente entre as 14 e

as 16 horas. Nas áreas urbanas, as concentrações máximas ocorrem durante a manhã e posteriormente no final da tarde / início da noite^{6,9,34}; os picos tardios devem-se à localização das fontes de pólen, que habitualmente ficam distantes, localizadas nas áreas da periferia ou sub-urbanas, e às correntes de convecção sobre as cidades¹².

CONCLUSÕES

O ritmo diurno diferiu muito entre as várias estações. Cada localidade tem o seu próprio padrão de variação das concentrações horárias do pólen atmosférico de gramíneas que se deverá às diferentes espécies de gramíneas e às diferentes condições ambientais dessas localidades.

A região do Porto é a que apresenta menor risco de exposição a este pólen. A proximidade do Oceano Atlântico e do rio Douro relativamente à cidade do Porto fazem com que a humidade relativa do ar desta localidade aumente e, estas condições juntamente com os ventos desprovidos de pólen provenientes desses quadrantes exercem um efeito negativo sobre as concentrações atmosféricas do pólen de gramíneas. Também Lisboa e Portimão em parte sofrem esse tipo de impacto, Lisboa por se encontrar junto ao rio Tejo e sofrer influência do Oceano Atlântico e Portimão por sofrer influência do Mar Mediterrâneo e do Oceano Atlântico.

A região de Évora, comparativamente com as outras localidades, é onde existe o maior risco de exposição ao pólen de gramíneas, o que se deve ao seu carácter de cidade do interior e de ambiente próximo do rural.

Com base nos resultados aqui apresentados, torna-se evidente que durante a Primavera, período da principal estação de pólen atmosférico das gramíneas, os doentes alérgicos ao pólen de gramíneas, estão expostos durante todo o dia a esse pólen, particularmente entre as 7 e as 21 horas. O grau de exposição é variável de localidade para localidade e ao longo do dia.

Este trabalho vem reforçar a importância das constantes monitorizações polínicas numa dada localidade / região

e conseqüentemente da necessidade do seu alargamento para outras regiões.

Este estudo ao dar a conhecer o período do dia em que se registam as concentrações mais elevadas de pólen de gramíneas na atmosfera, de várias localidades ao longo de todo o País, poderá ser extremamente útil na prática clínica, na área da prevenção e tratamento da doença alérgica respiratória em doentes com sensibilização ao pólen de gramíneas.

AGRADECIMENTOS

À Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica, pelo apoio e por ter permitido a realização deste trabalho.

Declaração de conflitos de interesse: Nenhum.

Contacto:

Elsa Caeiro
Departamento de Biologia
Universidade de Évora
7004-516 Évora
E-mail: aerobiologia@uevora.pt

REFERÊNCIAS

1. Díaz de la Guardia C, Alonso R, Alba F, Valle F. Airborne grass pollen in Granada (Spain). *Aerobiologia* 1995;11:47-50.
2. D'Amato G. Pollen allergy in the mediterranean area. *Rev Fr Allergol* 1998;38 (Suppl.7):160-2.
3. Todo-Bom A, Brandão R, Nunes C, Caeiro E, Leitão T, Ferraz-Oliveira J, et al. Tipos polínicos alergizantes em Portugal – Calendário de 2002-2004. *Rev Port Imunoalergologia* 2006;14:41-9.
4. Todo-Bom A, Tavares B. Aerobiology and allergenic pollens. Textos do 1.º Congresso Franco-Português da SIMA & SPAIC. 1.ª Sessão: Les Pollens. *Rev Port Imunoalergol* 2004;12:178-9.
5. Caeiro E, Lopes L, Gaspar A, Todo-Bom A, Ferraz Oliveira J, Nunes C, et al. Análise das concentrações de pólen de *Poaceae* na atmosfera de Portugal Continental. *Rev Port Imunoalergologia* 2013 (in press).
6. Norris-Hill J. The diurnal variation of *Poaceae* pollen concentrations in a rural area. *Grana* 1999;38:301-5.
7. Heise H, Heise ER. Effect of a city on the fallout of pollen and molds. *J Am Med Assoc* 1957;163:803-6.
8. Recio M, Trigo MM, Docampo S, Cabezudo B. Estudio del ritmo intradiario del pólen total en la atmosfera de Málaga durante los años 1992-1997. *REA* 2002;7:17-22.
9. Kämpylä M. Diurnal variation of non-arboreal pollen in the air in Finland. *Grana* 1981;20:55-9.
10. Spiekma FTM, den Tonkelaar JF. Four-hourly fluctuations in grass-pollen concentrations in relation to wet versus dry weather, and to short versus long over-land advection. *Int J Biometeor* 1986;30:351-8.
11. Liem ASN. Effects of light and temperature on anthesis of *Holcus lanatus*, *Festuca rubra* and *Poa annua*. *Grana* 1980;12:21-9.
12. Norris-Hill J, Emberlin J. Diurnal variation of pollen concentration in the air of north-central London. *Grana* 1991;30:229-34.
13. Trigo MM, Recio M, Toro FJ, Cabezudo B. Intradaily fluctuation in airborne pollen in Málaga (S. Spain): a quantitative method. *Grana* 1997;36:39-43.
14. Reddi CS, Reddi NS, Janaki BA. Circadian patterns of pollen release in some species of *Poaceae*. *Rev Paleobot Palynol* 1988;54:11-42.
15. Kasprzyk I, Harmat A K, Myszkowska D, Stach A, Stepalska D. Diurnal variation of chosen airborne pollen at five sites in Poland. *Aerobiologia* 2001;17:327-45.
16. Nilsson S, Persson S. Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-1980. *Grana* 1981;20:179-82.
17. Caeiro E, Brandão R, Carmo S, Lopes L, Morais de Almeida M, Gaspar A, et al. Rede Portuguesa de Aerobiologia: Resultados da monitorização do pólen atmosférico (2002-2006). *Rev Port Imunoalergologia* 2007;15:235-50.
18. Galán C, Tormo R, Cuevas J, Infante F, Domínguez E. Theoretical daily variation patterns of airborne pollen in the South-West of Spain. *Grana* 1991;30:201-9.
19. Aira MJ, Dopazo A, Jato MV. Aerobiological monitoring of *Cupressaceae* pollen in Santiago de Compostela (NW Iberian Peninsula) over six years. *Aerobiologia* 2001;17:319-25.
20. Rodríguez-Rajo F. El polen como fuente de contaminación ambiental en la ciudad de Vigo. Tesis doctoral. Universidad de Vigo: Ourense; 2000.
21. Norris-Hill J. The influence of ambient temperature on the abundance of *Poaceae* pollen. *Aerobiologia* 1997;13:91-7.
22. Kämpylä M. Diurnal variation of tree pollen in the air in Finland. *Grana* 1984;23:167-76.
23. Stach A. Fluctuations of *Poaceae* pollen content in the air of Poznań-Poland (1995-1999). Abstracts 7th International Congress of Aerobiology. Montebello, Canada; 2002: 132.
24. Domínguez E, Cariñanos P, Galán C, Guerra-Pasadas F, Infante F, Villamandos de la Torre F. Airborne pollen concentrations, solid particle content in the air and allergy symptoms in Córdoba (Spain). *Aerobiology* 1995;11:129-35.

25. Domínguez E, Galán C, Infante F. Aerobiología de Andalucía Central: Córdoba. REA 1995;1:39-42.
26. Cariñanos P, Galán C, Alcazar P, Domínguez E. Diurnal variation of biological and non-biological particles in the atmosphere of Córdoba, Spain. *Aerobiologia* 1999;15:177-82.
27. Cabezudo B, Trigo MM, Recio M. Aerobiología de la Costa del Sol: Málaga. REA 1995;1:47-9.
28. Alba F, Díaz de la Guardia C, Sabariego S. Effect of meteorological variables on the intradiurnal patterns of airborne *Olea* and *Poaceae* in the city of Granada. Abstracts 6th International Congress on Aerobiology. Perugia, Italy; 1998:69.
29. Iglesias MI, Jato V, Álvarez E, Aira MJ, Segura A. Variaciones anuales y diarias de la concentración de polen de la atmósfera de la ciudad de Orense. *Anales Asoc Palinol* 1993;6:103-12.
30. Moreno-Corchero AM. Estudio aerobiológico comparativo de la atmósfera de Badajoz y Mérida. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura: Badajoz; 2001.
31. Tavira J. Aeropalinología de la ciudad de Cáceres. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura: Badajoz; 2000.
32. Galán C. Catalogación y modelos de variación del polen aerovagante de la ciudad de Córdoba. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba: Córdoba; 1986.
33. Galán C, Cariñanos P, Alcázar P, Domínguez-Vilches E. Spanish Aerobiology Network (REA): Management and quality manual. Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba; 2007.
34. Mullins J, White J, Davies BH. Circadian periodicity of grass pollen. *Ann Allergy* 1986;57:371-4.