

Análise das concentrações de pólen de gramíneas na atmosfera de Portugal Continental

Analysis of airborne grass pollen concentrations in the atmosphere of mainland Portugal

Data de receção / Received in: 21/10/2013

Data de aceitação / Accepted for publication in: 04/04/2014

Rev Port Imunoalergologia 2014; 22 (2): 125-138

Elsa Caeiro^{1,2}, Irene Câmara Camacho³, Luísa Lopes⁴, Ângela Gaspar⁵, Ana Todo-Bom⁶, José Ferraz de Oliveira⁷, José Costa Trindade⁸, Rui Brandão^{2,9}, Carlos Nunes¹⁰, Mário Morais-Almeida⁵

¹ Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica

² ICAAM – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora

³ Centro de Competência das Ciências da Vida, Universidade da Madeira, Funchal

⁴ Unidade de Imunoalergologia do Hospital de Santa Luzia, Elvas

⁵ Centro de Imunoalergologia do Hospital CUF Descobertas, Lisboa

⁶ Serviço de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

⁷ Serviço de Imunoalergologia do Hospital de São João, Porto

⁸ Faculdade de Medicina de Lisboa

⁹ Departamento de Biologia, Universidade de Évora

¹⁰ Centro de Imunoalergologia do Algarve, Portimão

RESUMO

Introdução: A exposição ao pólen atmosférico da família das Poaceae constitui a principal causa de polinose em Portugal. **Objetivos:** Analisar e comparar a estação de pólen atmosférico principal (EPAP) do pólen de gramíneas das estações de monitorização continentais da Rede Portuguesa de Aerobiologia: Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão. **Métodos:** No estudo utilizaram-se os dados diários de 7 anos (2002-2008) resultantes das monitorizações de pólen de gramíneas das cinco estações. **Resultados:** Entre as localidades encontraram-se diferenças estatisticamente significativas, em termos de índices polínicos, de duração e na data de término da EPAP. Este tipo polínico encontrou-se bem representado nas várias localidades, com valores próximos ou acima de 10% do pólen total. Esteve

presente na atmosfera durante todo o ano mas com concentrações elevadas de Maio a Julho. O início da EPAP foi mais precoce no litoral, Lisboa e Porto, e mais tardio no interior sul, em Évora, com a respectiva duração a diminuir de Norte para Sul. As concentrações máximas absolutas diárias registaram-se em Junho e Julho no Porto, finais de Maio e início de Junho em Coimbra, e em Maio em Lisboa, Évora e Portimão. A EPAP terminou em Agosto no Norte e em Julho no Sul. Porto e Coimbra revelaram os mais baixos índices polínicos, com valores médios de 2151 e 1617 pólen/ano, respectivamente, enquanto Évora registou os mais elevados índices de pólen com 16736 pólen/ano. Concentrações médias diárias >25 pólen/m³ registaram-se no Porto durante 23 ± 5 dias, em Coimbra durante 16 ± 8 dias, em Lisboa durante 34 ± 15 dias, em Évora durante 54 ± 9 dias e em Portimão durante 39 ± 12 dias. **Conclusões:** Entre as localidades registaram-se diferenças na EPAP das gramíneas. É nas regiões do Sul, interiores e rurais, que o risco de exposição a este pólen é maior.

Palavras-chave: Aerobiologia, estação polínica, estação de pólen atmosférico principal, gramíneas, Poaceae, Portugal.

ABSTRACT

Background: Airborne grass pollen constitutes the main cause of pollinosis in Portugal. **Objectives:** To analyze and to compare the main atmospheric pollen season (MAPS) of grass pollen in different monitoring stations of the Portuguese Aerobiology Network: Oporto, Coimbra, Lisbon, Évora and Portimão. **Methods:** In this study, daily sampling data of Poaceae pollen from five monitoring stations over the last seven years (2002-2008) were used. **Results:** Statistical significant differences were observed in pollen indices and in main pollen atmospheric seasons: length and ending date. The highest concentrations of grass pollen were recorded from May to July. The beginning of the MAPS was earlier at the monitoring stations near the coast, Lisbon and Oporto, and it was recorded later in the south part of the country, in Évora. The absolute daily maximum concentrations were recorded in June and July in Oporto, at the end of May and beginning of June in Coimbra, on May in Lisbon, Évora and Portimão. The length of MAPS decreased from north to south. The end of MAPS was in August in the north and in July in the south. Although the observed interannual differences, Oporto and Coimbra showed the lowest pollen index, 2.151 and 1.617 pollen/year respectively, while Évora recorded the highest pollen index, 16.736 pollen/year. Concentrations >25 pollen/m³ were recorded in Oporto during 23 ± 5 days, in Coimbra during 16 ± 8 days, in Lisbon 34 ± 15 days, in Évora during 54 ± 9 days and in Portimão during 39 ± 12 days. **Conclusions:** Between the stations there were differences in MAPS of grasses. In Portugal, the risk of exposure to this pollen type is higher in the southern inland and rural areas.

Keywords: Aerobiology, grasses, main atmospheric pollen season, Poaceae, pollen season, Portugal.

INTRODUÇÃO

A família Poaceae (Gramineae) é constituída por 650-700 géneros e cerca de 12 000 espécies. São plantas que apresentam uma distribuição

cosmopolita e representam quase 20% da vegetação em todo o Mundo¹, encontrando-se bem representadas na Península Ibérica. As gramíneas fazem parte integrante da paisagem mediterrânica, onde constituem o elemento dominante da vegetação herbácea do bosque e das

pastagens semi-naturais do montado. São plantas muito abundantes em qualquer *habitat* em redor das áreas urbanas², fazendo parte dos pastos e comunidades de plantas infestantes de campos de cultivos. Nas zonas urbanas, são abundantes nos locais não urbanizados e nos cursos de água³. São plantas totalmente anemófilas (polinizadas pelo vento) e muito importantes a nível alimentar, económico, florístico e, mesmo, a nível de saúde pública.

O pólen atmosférico no ambiente exterior é a principal causa de rinite, asma brônquica, rinoconjuntivite e eczema nos indivíduos com polinose⁴. A alergia ao pólen tem um importante impacto clínico na Europa⁴ e há evidência de que, nas últimas décadas, tem aumentado a sua prevalência, particularmente na Europa Ocidental, nos países industrializados^{2,4,5,6}, a par do aumento da prevalência de outras patologias alérgicas⁶. Cerca de 10% da população do Norte, Centro e Leste da Europa e mais de 10% no Sul da Europa sofre de doença alérgica induzida por alérgenos polínicos⁵. Estudos recentes referem que 80-90% das crianças asmáticas e 40-50% dos adultos asmáticos têm alergia ao pólen². O pólen proveniente de gramíneas constitui uma das principais causas de alergia em muitos locais do Mundo⁴ e é uma das fontes de aeroalérgenos mais importantes na Europa^{7,8}, provocando sintomas alérgicos em mais de 80% dos indivíduos com sensibilização ao pólen⁴. É a causa mais importante de polinose na área mediterrânica^{4,9} e em Portugal, onde a sensibilização aos pólenes representa cerca de 40% do total de sensibilizações¹⁰.

Somente um pequeno número de espécies são responsáveis pela maioria do pólen atmosférico alergizante^{11,12}. Nas espécies estudadas pelos autores Prieto-Baena *et al.*¹², a produção de pólen vai de $14,5 \times 10^4$ a 22×10^6 grãos de pólen por inflorescência e foi superior nas espécies perianuais. De acordo com Subiza e outros investigadores^{11,13}, os géneros que causam polinose pertencem à subfamília *Pooideae* (*Phleum*, *Dactylis*, *Lolium*, *Trisetum*, *Festuca*, *Poa*, *Anthoxanthum*, *Holcus*, *Agrotis*, *Alopecurus*, *Secale*, *Triticum*, *Hordeum*), à subfamília *Chloridoideae*

(*Cynodon*) e à subfamília *Panicoideae* (*Sorghum*, *Paspalum* e *Zea*). Na Galiza, Rodríguez-Rajo e outros investigadores² referem também os géneros *Avena*, *Arrhenatherum*, *Vulpia* e *Bromus* como abundantes e causas de polinose nessa região. No Sul de Espanha, segundo Prieto-Baena *et al.*¹², existem outros *taxa* com uma importante contribuição no espectro polínico: *Holcus lanatus*, *Trisetaria* spp., *Elymus repens* e *Piptatherum miliaceum*.

Dado que o pólen é um factor de risco para as doenças alérgicas respiratórias, é de particular interesse encontrar o valor limiar a partir do qual se desencadeiam sintomas de polinose nos indivíduos sensibilizados. Segundo alguns autores^{1,13}, o valor limiar, concentração crítica ou umbral de reactivação depende de múltiplos factores, como do *taxon*, das características regionais, do grau de gravidade da polinose no doente, da presença de sensibilizações a outros pólenes de plantas que polinizam simultaneamente com as gramíneas (ex. *Olea*, *Plantago*, *Rumex*), do grau de intensidade dos sintomas que vai diminuindo ao longo da estação, da presença de aeroalérgenos que se encontram em micropartículas fora dos grãos de pólen e cujas concentrações podem apresentar grandes divergências das contagens polínicas, do grau de exposição ao pólen, da localização do colector (altura e paisagem em redor). O valor é difícil de estabelecer, oscilando entre os 10 e os 50 grãos de pólen/m³ de ar. A Rede Aerobiológica da Catalunha (XAC)¹⁴ criou uma escala com várias categorias de níveis de risco unicamente para o pólen das gramíneas, onde considera um risco muito elevado de exposição quando a concentração semanal excede os 30 grãos de pólen/m³. Já em 1973, os investigadores Davies e Smith e, posteriormente, em 1997, Ong e outros investigadores indicaram nos seus estudos a concentração de 25 grãos de pólen/m³; a RPA considera a concentração superior a 30 grãos de pólen/m³ como indutora de sintomas moderados de alergia. Em 2007, a Rede Espanhola de Aerobiologia (REA) definiu como valor limiar a partir do qual os doentes alérgicos às gramíneas revelam sintomas graves de alergia o valor de 25 grãos de pólen/m³ de ar¹⁵. Todavia, a alergenidade do

pólen de Poaceae poderá ser maior devido à reactividade cruzada¹⁶, quer entre as diferentes espécies da família, quer entre o pólen de gramíneas e o pólen de outras plantas filogeneticamente diferentes, como *Platanus*, *Olea* e *Parietaria*¹³. As gramíneas, para além do seu carácter alergénico, possuem uma capacidade de colonizar diferentes ecossistemas e de ocupar extensas áreas de solo, graças à sua grande capacidade de reprodução^{7,9}. Por conseguinte, é extremamente importante quer para os profissionais de saúde, quer para o doente, a existência de uma informação disponível sobre os níveis de pólen de Poaceae presentes na atmosfera de uma dada região.

Os grãos de pólen provenientes dos *taxa* da família Poaceae, quando visualizados ao microscópio, são morfológicamente idênticos, pelo que é praticamente impossível a sua separação, quer ao nível genérico, quer ao nível específico; daí que, frequentemente, se considere um único tipo polínico generalizável a toda a família. Por conseguinte, a homogeneidade morfológica do pólen de Poaceae faz com que seja muito difícil determinar o período de polinização para cada espécie⁹. As espécies silvestres libertam grãos de pólen mais pequenos (10-40 µm) do que as respectivas cultivares, nomeadamente as do grupo dos cereais (40-80 µm), e são responsáveis por desencadear 5 a 10 vezes mais alergias. O pólen de gramíneas caracteriza-se por apresentar uma parede fina, granulosa, e por possuir um único poro (uma abertura simples; grão monoporado). A parede em redor do poro, a exina, é mais espessa, formando um anel (*annulus*), e no centro do poro a exina volta a ter um espessamento formando um opérculo (*operculum*; algo que se assemelha a uma “tampa”). Em termos de polaridade e simetria, trata-se de um grão heteropolar e radio-simétrico³.

Dada a grande importância deste pólen na patologia alérgica em Portugal e a grande abundância destas plantas por todo o país, e dado que são poucos os trabalhos publicados acerca deste assunto em Portugal, resolveu-se efectuar o presente estudo que teve como objectivos: analisar e comparar a estação de pólen atmosférico prin-

cipal (EPAP) do pólen de gramíneas das diferentes estações de monitorização continentais da Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA): Porto (Norte), Coimbra e Lisboa (Centro), Évora e Portimão (Sul).

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo utilizaram-se os dados das concentrações horárias e diárias do pólen atmosférico de Poaceae monitorizado em cinco estações continentais da RPA – Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão – durante 7 anos (2002 a 2008). Os dados de 2002 das estações do Porto e de Coimbra foram excluídos devido ao elevado número de valores em falta. Para a localidade de Évora analisou-se também o ano de 2001. No Quadro I estão caracterizados os locais de estudo em termos geográficos, topografia, vegetação e climatologia.

Nas várias estações de amostragem utilizou-se um colector do tipo *Hirst*, na sua maioria localizados no cimo de edifícios ou em plataformas meteorológicas, a 15-20 metros de altura relativamente ao solo. A metodologia de amostragem e a análise das amostras (captação, preparação e leitura das amostras) utilizadas foi a normalizada pela RPA: 1) uso de um captador *Burkard Seven Day Volumetric Spore-trape*[®]; 2) uso de solução de silicone como meio adesivo; 3) método de leitura das 4 linhas longitudinais com uma ampliação de 400x ao microscópio óptico; 4) resultados expressos em número de grãos de pólen por metro cúbico de ar. Todas as amostras foram processadas no Laboratório de Palinologia e Aerobiologia do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas da Universidade de Évora.

Para se determinar a estação de pólen atmosférico principal (EPAP) das Poaceae utilizou-se o método descrito por Nilsson e Persson¹⁷, o qual estabelece que a EPAP de um determinado *taxon* começa quando a soma das médias diárias polínicas alcança os 5% da quantidade de

Quadro 1. Características dos locais de estudo

Estação de monitorização	Período de amostragem	Coordenadas	Termoclima	Alt. (m)	Temp. (°C)	Prec. (mm)
Porto	2003-2008	41°08'N; 8°36'W	Mesotemperado Meso-submediterrânico	80	14,7	1253,5
Coimbra	2003-2008	40°12'25"N; 8°25'30"W	Mesomediterrânico	140	15,5	905,1
Lisboa	2002-2008	38°43'N; 9°08'W	Termomediterrânico	55	17,0	725,8
Évora	2001-2008	38°34'N; 7°54'W	Mesomediterrânico	300	15,9	609,4
Portimão	2002-2008	37°08'N; 8°32'W	Termomediterrânico	34	16,8	466,0

Alt. – altitude; Temp. – temperatura média anual; Prec. – precipitação total anual.

pólen total anual e finaliza quando alcança 95% da quantidade de pólen total anual, i.e., inclui 90% da quantidade de pólen total anual.

A data do pico polínico foi definida como o dia em que se registou a concentração mais elevada deste pólen.

A intensidade da estação foi estabelecida pela combinação de dois critérios.

1.º critério: pelo número de dias em que as concentrações médias diárias ultrapassaram os 25 grãos de pólen/m³, valor indicado pela REA¹⁵ como concentração a partir da qual se considera que existe um risco elevado de exposição a este pólen causando sintomatologia nos indivíduos alérgicos.

2.º critério: usando a escala de XAC¹⁴: número de semanas do ano para cada nível de risco (nível 0: risco nulo ou sem risco, 0 grãos de pólen/m³/semana; nível 1: baixo risco, 0,1 – 4,9 grãos de pólen/m³/semana; nível 2: risco médio, 5-19,9 grãos de pólen/m³/semana; nível 3: risco elevado, 20-29,9 grãos de pólen/m³/semana e nível 4: risco muito elevado, ≥ 30 grãos de pólen/m³/semana).

Para a análise da eventual existência de diferenças estatisticamente significativas entre as estações de monitorização efectuaram-se testes não-paramétricos: ANOVA de Friedman e teste de Wilcoxon através do programa de estatística SPSS 17.0.

RESULTADOS

Quando se compararam os índices polínicos (os valores das contagens totais de pólen de gramíneas anuais) verificou-se que existiam diferenças significativas entre as

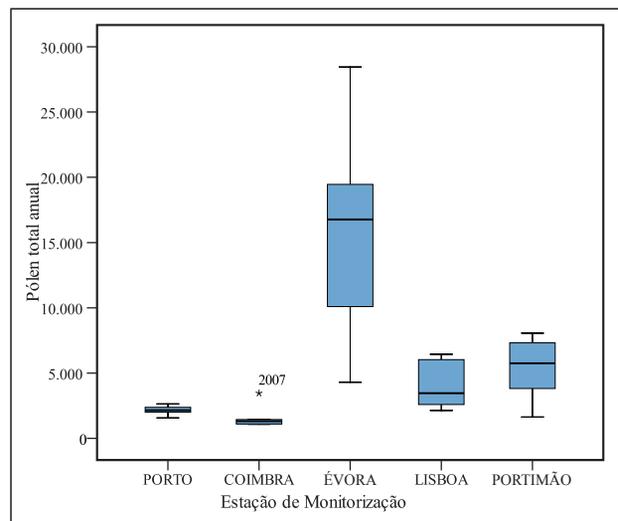


Figura 1. Índices polínicos das cinco estações de monitorização registados durante os anos de estudo (2002 a 2008).

várias localidades ($p < 0,05$), com excepção dos índices de Coimbra e Porto e de Lisboa e Portimão ($p > 0,05$). Évora diferiu de todas as estações ($p < 0,05$) com os índices polínicos mais elevados (Figura 1).

Observou-se uma grande variação interanual dos índices polínicos, com Porto e Coimbra a registarem os mais baixos níveis de pólen e Évora os níveis mais elevados. Évora foi a localidade com a mais elevada variabilidade, seguida por Portimão, Lisboa, Coimbra e Porto. Esta última cidade destaca-se por ser aquela onde a variabili-

dade interanual dos índices polínicos, medida através do respectivo desvio-padrão, foi menor (Quadro 2).

A Figura 2 mostra a variação interanual das concentrações de pólen de Poaceae nos vários locais de estudo.

O Quadro 2 apresenta as principais características da EPAP das gramíneas para cada uma das estações

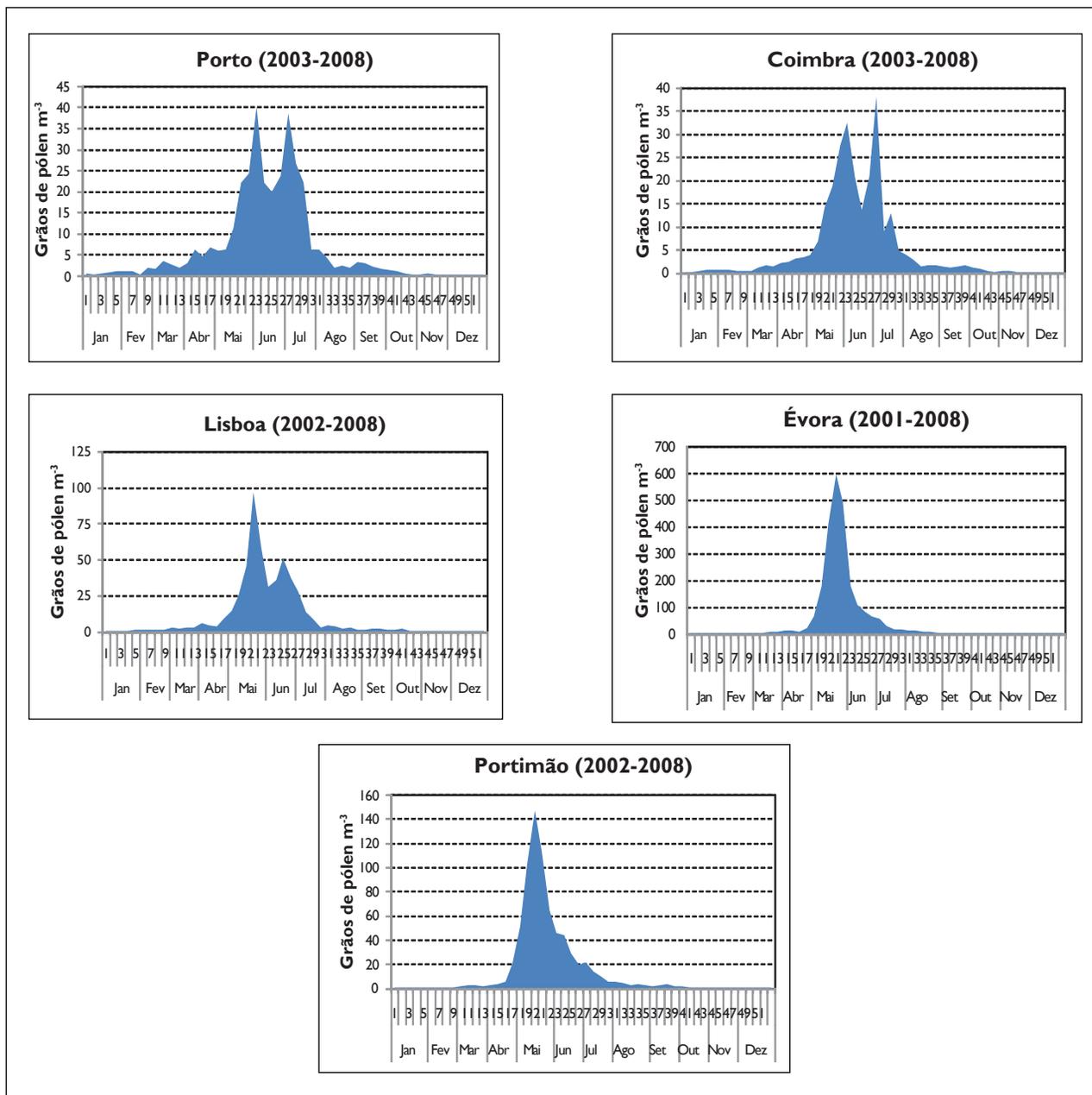


Figura 2. Dinâmica anual das concentrações de pólen de Poaceae nos locais de estudo (média semanal das concentrações dos vários anos de estudo).

ANÁLISE DAS CONCENTRAÇÕES DE PÓLEN DE GRAMÍNEAS
NA ATMOSFERA DE PORTUGAL CONTINENTAL / ARTIGO ORIGINAL

Quadro 2. Características da estação polínica das Poaceae em cada localidade: Índices polínicos, principais características da estação de pólen atmosférico principal (EPAP)

Local Ano	Índices de pólen	EPAP				Pico polínico				Representação no espectro polínico (%)
		Média pólen/m ³	Data de início	Data do fim	Duração (n.º de dias)	N>25	Pólen/m ³	Data	Semana	
Porto										
2003	1841	14	2 Abr	17 Ago	138	19	118,26	18 Jun	25	18,5
2004	2056	17	4 Mai	2 Set	122	29	114,48	13 Jun	25	19,7
2005	1810	15	1 Abr	16 Ago	138	20	158,76	7 Jun	24	15,1
2006	2142	17	3 Abr	6 Ago	126	26	84,24	30 Mai	22	15,6
2007	2382	20	15 Abr	29 Ago	137	21	277,56	5 Jul	27	18,9
2008	1411	15	28 Abr	3 Ago	98	16	118,80	14 Jul	29	18,9
Média	1940	16	14 Abr	18 Ago	127	23	145,35	20 Jun	26	17,8
DP	334	2	14	12	16	5	69	17	2	2
Coimbra										
2003	1312	13	21 Mar	17 Ago	150	19	58,32	27 Mai	22	8,4
2004	963	8	22 Mar	24 Jul	125	7	36,18	20 Mai	21	9,8
2005	1008	11	17 Mai	18 Ago	94	12	113,4	7 Jun	24	15,3
2006	1105	11	8 Mar	14 Jul	98	11	84,78	31 Mai	22	11,2
2007	3121	35	17 Mai	19 Ago	95	30	454,14	6 Jul	27	24,4
2008	1261	11	2 Mai	5 Set	127	15	104,76	12 Jun	24	8,1
Média	1462	15	20 Abr	11 Ago	115	15	141,93	7 Jun	24	12,9
DP	824	10	32	19	23	8	156	16	2	6
Lisboa										
2002	921	8	7 Mar	1 Jul	117	6	54	15 Mai	20	6,6
2003	5438	48	6 Abr	27 Jul	113	46	571	22 Mai	21	13,3
2004	5793	73	25 Abr	12 Jul	79	52	660	16 Mai	21	12,2
2005	1921	14	22 Mar	4 Ago	136	23	86	6 Mai	19	5,2
2006	3101	33	23 Abr	24 Jul	93	40	240	26 Mai	21	8,6
2007	3138	27	18 Abr	12 Ago	117	38	172	17 Mai	20	7,1
2008	2350	21	25 Abr	13 Ago	111	32	116	28 Jun	26	7,3
Média	3237	32	9 Abr	27 Jul	110	34	271	23 Mai	21	8,6
DP	1793	22	19	16	18	15	244	17	2	3
Évora										
2001	25952	577	11 Mai	24 Jun	45	45	2222	27 Mai	22	43,6
2002	8595	195	4 Mai	16 Jun	44	42	786	16 Mai	20	18,3
2003	25728	451	11 Mai	6 Jul	57	56	2151	23 Mai	22	36,5
2004	16587	272	12 Mai	11 Jul	61	53	1106	18 Mai	21	32,3
2005	3875	34	29 Mar	20 Jul	114	51	199	5 Mai	19	7,3
2006	13650	220	28 Abr	28 Jun	62	53	920	16 Mai	20	20,5
2007	17506	278	7 Mai	8 Jul	63	59	1410	17 Mai	20	26,8
2008	9110	117	2 Mai	18 Jul	78	71	363	4 Jun	23	13,1
Média	15125	268	30 Abr	5 Jul	65	55	1145	20 Mai	21	24,8
DP	7973	175	14	12	22	9	749	9	1	12
Portimão										
2002	3161	35	26 Abr	25 Jul	91	38	286	21 Mai	21	13,7
2003	7282	96	4 Mai	18 Jul	76	42	864	21 Mai	21	22,2
2004	4911	57	23 Abr	17 Jul	85	56	255	14 Mai	20	13,3
2005	1481	10	30 Mar	29 Ago	153	15	57	3 Mai	19	4,8
2006	6646	94	27 Abr	6 Jul	71	40	467	11 Mai	19	14,6
2007	5462	76	26 Abr	17 Jul	83	35	517	17 Mai	20	12,3
2008	3446	35	28 Abr	6 Ago	101	44	198	12 Jun	24	9,0
Média	4627	58	24 Abr	26 Jul	94	39	378	19 Mai	21	12,8
DP	2055	33	11	18	28	12	265	12	2	5

N>25: número de dias com > 25 grãos de pólen/m³, valores da concentração máxima e data em que foi registada, percentagem da representação do pólen de Poaceae no espectro polínico para cada ano e estação de monitorização (DP – desvio-padrão).

de monitorização. Pela sua análise podemos afirmar o seguinte:

– No Porto, a EPAP das Poaceae teve início no mês de Abril e terminou no mês de Agosto, obtendo-se uma duração média de 127 ± 16 dias. Em geral, a curva polínica apresentou 2 picos de máxima concentração; um em Maio (semanas 21-22) e o outro em Julho (semanas 28-29). Nos anos em que apresentou 3 picos, o terceiro ocorreu geralmente em Junho (semanas 24-26).

– Em Coimbra, a EPAP das Poaceae teve início, nalguns anos, no mês de Março, noutras no mês de Maio, e terminou nos meses de Julho-Agosto, apresentando uma duração média de 115 ± 23 dias. A curva anual das concentrações apresentou 2 a 3 picos, com os mais importantes a registarem-se em Maio (semanas 21-22) e Junho (semanas 24-25) e o terceiro pico, menos importante, em Julho (semanas 27-28).

– Em Lisboa, de uma maneira geral, a EPAP iniciou-se em Abril e finalizou em Julho-Agosto, apresentando uma duração média de 110 ± 18 dias. A curva anual das concentrações polínicas apresentou apenas 2 picos, um em Maio (semana 21) e outro em Junho (semana 25), sendo o de Maio o mais importante.

– Em Évora, em termos gerais, a EPAP teve início no mês de Maio e terminou em Junho-Julho, com uma duração média de 65 ± 22 dias. A curva polínica anual apresentou um único pico de concentração máxima que se verificou em Maio (semana 21).

– Em Portimão, em geral, a EPAP teve início nos últimos 10 dias de Abril e terminou em Julho-Agosto, com uma duração média de cerca de 83 ± 28 dias. A curva polínica apresentou, tal como a estação de Évora, um único pico de concentração máxima, em Maio (semana 21).

Em relação ao dia de ocorrência do pico, observou-se uma variação entre 9 a 17 dias, dependendo do local. O pico mais precoce registou-se em Portimão, a 3 de Maio de 2005, e o mais tardio no Porto, a 14 de Julho de 2008. Nas localidades de Évora e Portimão, o pico foi alcançado na semana 21 ± 1 e 21 ± 2 , respectivamente,

em Lisboa ocorreu na semana 22 ± 2 , em Coimbra na semana 24 ± 2 e, por último, na semana 26 ± 2 no Porto (Quadro 2).

Comparou-se, em termos estatísticos, a data do pico das várias estações e verificou-se que a estação do Porto diferiu significativamente das de Lisboa, Évora e Portimão e, Coimbra diferiu das de Évora e Portimão ($p < 0,05$).

Com relação à data de início da EPAP, não se observaram diferenças significativas entre as estações ($p > 0,05$). Já em relação às datas do final da EPAP, verificou-se que existiam diferenças significativas entre Évora e as outras estações e também entre Lisboa e Porto ($p < 0,05$). Em termos de duração da EPAP, encontraram-se diferenças significativas entre Évora e as outras estações ($p < 0,05$).

Quanto ao índice relativo de pólen anual (percentagem de pólen total anual no espectro polínico), Évora apresentou o mais elevado índice, com um valor médio de 24,8%, e Lisboa o mais baixo, 8,6% (Quadro 2).

Concentrações > 25 grãos de pólen/ m^3 , correspondentes a um risco elevado de exposição ao pólen (Quadro 2), registaram-se no Porto durante 23 ± 5 dias (entre 2 semanas a 1 mês), em Coimbra com 16 ± 8 dias (entre 2 semanas a 1 mês), em Lisboa com 34 ± 15 dias (1 mês a 2 meses), em Évora com 54 ± 9 dias (1 mês a 2 meses e meio) e em Portimão durante 39 ± 12 dias (1 a 2 meses). Em termos comparativos, Porto não diferiu de Coimbra, Lisboa não diferiu de Portimão ($p > 0,05$) e Évora diferiu significativamente de todas as estações ($p < 0,05$).

No Quadro 3 pode-se visualizar o número de semanas de cada nível de categoria de alergenicidade, proposto pela Rede XAC, para cada ano e estação de monitorização.

Durante o período de estudo não ocorreram alterações significativas na EPAP das gramíneas nas cinco localidades, com exceção na data do final da estação em Lisboa, que mostrou uma tendência para terminar mais tarde, e no número de dias com concentrações > 25 grãos de pólen/ m^3 na estação de Évora, em que se observou uma tendência para um aumento (Quadro 4).

Quadro 3. Número de semanas de cada nível de categoria de alergenicidade para cada ano e estação de monitorização

Local Ano	N.º de semanas por categoria de alergenicidade					Local Ano	N.º de semanas por categoria de alergenicidade				
	Nulo 0	Baixo 0,1-4,9	Médio 5-19,9	Elevado 20-29,9	Muito elevado >30		Nulo 0	Baixo 0,1-4,9	Médio 5-19,9	Elevado 20-29,9	Muito elevado >30
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
Porto						Évora					
2003	4	34	8	3	3	2001	1	19	11	1	10
2004	7	29	6	0	6	2002	4	33	3	2	7
2005	3	37	7	2	3	2003	0	23	15	3	10
2006	1	37	8	3	3	2004	0	23	16	3	9
2007	1	25	10	3	2	2005	2	34	5	3	7
2008	2	27	6	0	2	2006	0	32	8	4	8
Média	3	32	8	2	3	2007	0	28	12	0	11
Dp	2	5	2	1	1	2008	1	31	7	1	11
Coimbra						Média					
2003	4	36	4	2	3	Dp	1	6	5	1	2
2004	1	27	10	1	0	Portimão					
2005	7	28	7	0	1	2002	4	32	5	3	5
2006	3	25	8	1	1	2003	4	31	8	1	7
2007	3	18	10	2	5	2004	2	30	11	1	8
2008	4	39	4	2	2	2005	6	33	10	2	1
Média	4	29	7	1	2	2006	1	35	9	1	6
Dp	2	8	3	1	2	2007	4	32	5	1	9
Lisboa						2008					
2002	9	20	12	0	0	Média	3	32	8	2	6
2003	0	36	8	1	7	Dp	2	2	2	1	3
2004	1	35	8	1	7						
2005	4	37	5	2	4						
2006	2	35	7	2	6						
2007	1	35	5	2	6						
2008	5	35	6	2	4						
Média	3	33	7	1	5						
Dp	3	6	2	1	2						

Dp – desvio-padrão.

Quadro 4. Análise da tendência da regressão das alterações na fenologia da estação polínica

		n	Tendência da regressão linear			
			Declive	t	p	R ²
Porto	Índice polínico	6	-24,00	-0,272	0,799	0,018
	Data de início EPAP	6	2,20	0,577	0,595	0,077
	Data do fim EPAP	6	-2,49	-0,863	0,437	0,157
	Duração EPAP	6	-4,77	-1,403	0,233	0,330
	N>25	6	-0,94	-0,792	0,473	0,135
	Pico	6	11,93	0,684	0,532	0,105
	Data do pico	6	5,46	1,491	0,210	0,357
	Semana do pico	6	0,80	1,666	0,171	0,410
Coimbra	Índice polínico	6	180,46	0,898	0,420	0,168
	Data de início EPAP	6	8,66	1,226	0,287	0,273
	Data do fim EPAP	6	3,80	0,820	0,458	0,144
	Duração EPAP	6	-5,74	-1,069	0,345	0,222
	N>25	6	1,37	0,669	0,540	0,101
	Pico	6	41,64	1,156	0,312	0,251
	Data do pico	6	5,97	1,970	0,120	0,492
	Semana do pico	6	0,74	1,681	0,168	0,414
Lisboa	Índice polínico	7	-107,32	-0,292	0,782	0,017
	Data de início EPAP	7	6,00	2,080	0,092	0,464
	Data do fim EPAP	7	6,07	3,550	0,016	0,716
	Duração EPAP	7	0,14	0,038	0,972	0,000
	N>25	7	1,79	0,577	0,589	0,062
	Pico	7	-36,86	-0,772	0,475	0,106
	Data do pico	7	4,68	1,656	0,159	0,354
	Semana do pico	7	0,57	1,451	0,206	0,296
Évora	Índice polínico	8	-1455,77	-1,225	0,267	0,200
	Data de início EPAP	8	-1,48	-0,643	0,544	0,065
	Data do fim EPAP	8	3,20	2,112	0,079	0,427
	Duração EPAP	8	4,69	1,466	0,193	0,264
	N>25	8	3,05	3,785	0,009	0,705
	Pico	8	-172,54	-1,673	0,145	0,318
	Data do pico	8	0,31	0,210	0,840	0,007
	Semana do pico	8	0,02	0,112	0,915	0,002
Portimão	Índice polínico	7	-37,50	-0,088	0,933	0,002
	Data de início EPAP	7	-0,14	-0,063	0,952	0,001
	Data do fim EPAP	7	0,79	0,219	0,835	0,010
	Duração EPAP	7	1,07	0,188	0,858	0,007
	N>25	7	-0,43	-0,168	0,873	0,006
	Pico	7	-26,64	-0,497	0,640	0,047
	Data do pico	7	1,82	0,770	0,476	0,106
	Semana do pico	7	0,21	0,626	0,559	0,073

EPAP: estação de pólen atmosférico principal; N>25: número de dias com > 25 grãos de pólen/m³

DISCUSSÃO

Neste estudo, nas regiões estudadas, observaram-se diferenças significativas em termos de índices polínicos e uma notória variação interanual. Os índices polínicos mais baixos reportados no Porto e Coimbra são similares aos observados em Vinkovci (Croácia)¹⁸ e em Léon e Ourense (Espanha)¹⁹, sendo, no entanto, superiores aos observados em Thessaloniki (Grécia), Tafileh (Jordânia) e Tekirdag (Turquia) e por Abreu *et al.*²⁰ na localidade do Porto, onde, em geral, não ultrapassam os 1000 grãos/m³^{21,22,23}. O Porto assemelhou-se ainda a Barcelona, localidade espanhola com os mais baixos índices polínicos de gramíneas e com a mais baixa variabilidade interanual¹. Nas regiões de Lisboa e Portimão registaram-se índices próximos aos reportados em Santiago de Compostela e Chirivel (Espanha)^{24,25}. Évora assemelhou-se particularmente a Badajoz, bem como a Madrid, Toledo e Ciudad Real, onde se registaram os mais elevados níveis polínicos e as mais amplas variações interanuais²⁶.

O pólen de gramíneas foi detectado durante todo o ano, particularmente de Março a Julho/Agosto, altura em que ocorre a floração da maioria das espécies de gramíneas^{1,3,27}. As concentrações mais elevadas registaram-se nos meses de Maio e Junho em todo o país, tendo nas regiões do Norte e Centro Norte ocorrido também em Julho, à semelhança de algumas localidades da área mediterrânica (Espanha, Croácia, Grécia, Turquia, Itália, França, Polónia)^{28,29}. Noutras localidades da área mediterrânica prolongou-se até Setembro e Outubro²⁹.

Relativamente à variabilidade dos parâmetros temporais da EPAP – início, duração e final – constatou-se o seguinte:

1) O início foi mais precoce no litoral, Porto e Lisboa, e mais tardio no interior sul, em Évora. O final da EPAP foi por seu turno mais precoce em Évora comparativamente às outras cidades. Em geral, terminou durante o mês de Agosto no Norte e em Julho no Sul do país. A cidade do Porto apresenta similaridades com as localidades de Vigo, Santiago de Compostela e Ourense (Espanha) em termos de características da EPAP, diferindo no en-

tanto destas por apresentar índices polínicos mais baixos^{2,28}. Este facto poderá dever-se à proximidade do rio Douro e do oceano Atlântico que exercem um efeito negativo sobre as concentrações de pólen atmosférico²⁰. Efeito análogo terá condicionado a EPAP das gramíneas em Lisboa. Esta cidade, tal como outras regiões de clima mediterrânico, apresenta concentrações polínicas totais mais baixas em comparação com as do interior^{11,14}.

2) Quanto à duração da EPAP, Évora apresentou a EPAP mais curta, tendo esta diminuído de Norte para Sul. Em geral, a duração foi média (entre 75 e 150 dias) nas cidades do Porto, Coimbra, Lisboa e Portimão, e curta (<75 dias) em Évora. Existe uma relação entre a duração da estação polínica e as fontes polínicas, na medida em que uma estação de curta duração resulta de pólen proveniente duma única ou poucas espécies em floração simultânea com consequente uniformização da curva polínica, i.e, caracteriza-se por um aumento da concentração levando a um pico máximo, seguido de um decréscimo³. É o caso da curva polínica de Évora. O pólen de uma estação com duração média expressa a grande diversidade de fontes polínicas e consequente distribuição temporal das fenologias dos inúmeros géneros e espécies, cada um dos quais com uma fenologia particular (cada uma liberta o pólen num momento próprio). Normalmente apresentam curvas irregulares, com vários picos que reflectem tais diferenças fenológicas ou processos de transporte regional ou a longa distância^{3,12}. É o caso das curvas polínicas do Porto, Coimbra e Lisboa.

No que concerne à variabilidade inter-espacial da EPAP, à semelhança do que sucede em Espanha, a mesma reflecte as diferenças na vegetação, uso do solo, latitude, altitude, clima^{7,28,30} e taxa de urbanização de uma dada região¹. A variabilidade interanual da fenologia das gramíneas, a nível local, enquanto reflexo das variações anuais das condições meteorológicas²⁷, suportam as observações de Galán *et al.*³¹, segundo os quais as espécies de gramíneas de ciclo curto florescem em Maio e as espécies de ciclo longo o fazem posteriormente. Neste sentido, no Sul do país temos predominantemente espécies de gramíneas de ciclo curto e, no Norte, espécies de ciclo longo.

De uma forma geral, os picos polínicos de Poaceae ocorreram mais cedo nas regiões do Sul do país, verificando-se um gradiente temporal no sentido Sul – Norte. A uma escala mais alargada, os picos de floração das gramíneas nas regiões do Norte, Centro e Este europeus ocorrem no início de Maio e acabam em finais de Julho. Na área mediterrânica, a floração começa e acaba normalmente mais cedo⁴, cenário concordante com o observado no presente estudo.

A percentagem de representação do pólen de gramíneas na atmosfera das várias localidades ($\geq 10\%$), apesar de significativa, quando comparada com a de outros tipos polínicos, como *Quercus*, Pinaceae, *Olea* e Urticaceae, é relativamente reduzida, com excepção de Évora. Esta baixa representatividade poderá estar associada à reduzida dispersão do pólen de gramíneas, onde mais de 90% do mesmo permanece próximo da planta, repercutindo-se numa baixa representatividade nas amostras dos colectores³². Contudo, não deixa de confirmar a predominância das gramíneas no extracto herbáceo da vegetação em todas as localidades estudadas, dado que o pólen de gramíneas constitui um dos tipos predominantes de pólen de herbáceas nos espectros polínicos atmosféricos, juntamente com o tipo Urticaceae (que inclui o tipo *Parietaria*). Neste aspecto, do conjunto de localidades estudadas, Évora constitui excepção devido às suas características de cidade rural. Nas áreas rurais, os totais sazonais, as concentrações médias diárias e as concentrações máximas diárias são superiores às registadas nas áreas urbanas. Nestas, a biodiversidade é reduzida e as plantas, no caso das gramíneas, formam comunidades sinantrópicas³³.

Da análise dos resultados acerca da intensidade da estação polínica das gramíneas (Quadro 3), verificou-se que foi a sul do país que se registou um maior número de dias em que a concentração ultrapassou o valor limiar a partir do qual se desencadeiam sintomas de alergia nos indivíduos sensíveis (concentrações > 25 grãos de pólen/ m^3). Foi também a sul que se registaram as concentrações mais elevadas e onde, por conseguinte, a estação das gramíneas foi mais intensa. Por sua vez, através da análise do

número de semanas de cada nível de categoria de alergenicidade, proposto pela Rede XAC, para cada ano e estação de monitorização e aceitando-se que se desenvolve alergia a partir de um nível médio, os locais citados por ordem decrescente de alergenicidade foram: Évora, Lisboa, Portimão, Porto e Coimbra. Porém, se considerarmos os níveis 3 e 4, os locais mais problemáticos para os doentes foram Évora, Portimão e Lisboa, as estações do Sul do país. No entanto, o desencadeamento da alergia respiratória dependerá da predisposição genética e do grau e forma de exposição aos aeroalergénios²⁸. O valor limiar de risco alérgico poderá variar em função da susceptibilidade individual da população exposta. Vários trabalhos reportaram o desencadeamento de sintomas alérgicos quando a concentração de pólen de gramíneas atingiu 10 grãos/ m^3 ⁴.

No respeitante às alterações na fenologia da estação polínica (Quadro 4), verificou-se que ao longo destes anos de estudo houve alterações na data do término da EPAP na localidade de Lisboa e no número de dias com concentrações médias diárias superiores a 25 grãos de pólen/ m^3 na localidade de Évora. Para além dessas alterações na fenologia, apesar de em termos estatísticos a tendência não se revelar significativa, verificou-se que os índices polínicos tenderam a diminuir, com excepção para Coimbra, onde aumentaram, provavelmente devido a um efeito do índice anual de 2007, que foi excepcionalmente elevado comparativamente com os dos outros anos. Esta tendência para o decréscimo parece estar associada aos anos de fraca pluviosidade, nomeadamente durante a Primavera, pois de acordo com os boletins climatológicos, publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, as Primaveras de 2003 a 2007 foram secas, com excepção de 2008, a mais chuvosa desde 2001. A seca tem um efeito negativo no ciclo biológico das plantas, na medida em que impede a germinação de muitas sementes e conduz à quebra do vigor no crescimento e na intensidade da floração²⁶. Tal constatação é reforçada pelos reduzidos índices polínicos de 2005, reflexo da extrema secura dos anos de 2004 e 2005 (em Setembro de 2005 Portugal encontrava-se em

situação de seca grave a extrema e a Primavera de 2005 foi a quarta mais seca desde 1931)³⁴. Efectivamente, e segundo as observações de Makra *et al.*³⁵, as gramíneas, quando sujeitas a temperaturas elevadas são submetidas a stress hídrico no período mais seco do Verão, constituindo um factor limitante à produção de pólen.

CONCLUSÕES

Este estudo permitiu dar a conhecer a distribuição sazonal do pólen de gramíneas na atmosfera de várias localidades portuguesas. A monitorização aerobiológica do pólen das gramíneas continua a merecer a atenção por parte da comunidade científica devido à sua elevada representatividade e alergenicidade, bem patente em diversas regiões da Europa e noutras partes do Mundo. Nas várias localidades estudadas de Portugal Continental, o pólen de gramíneas foi detectado na atmosfera durante todo o ano, sobretudo entre Março e Julho, com índices polínicos e flutuações interanuais equiparáveis às de outras localidades da região mediterrânica. Constataram-se diferenças na EPAP quanto ao início, duração e intensidade justificáveis pela localização geográfica, composição do coberto vegetal herbáceo e clima peculiares de cada localidade. Conclui-se que nas regiões do Sul de Portugal, interiores e de ambiente rural, o risco de exposição ao pólen de gramíneas é maior, uma vez que os doentes alérgicos estão sujeitos a uma exposição prolongada a este tipo polínico em concentrações particularmente elevadas. O presente estudo constitui uma mais-valia no domínio da prevenção e tratamento da doença alérgica respiratória em doentes com sensibilização ao pólen de gramíneas.

AGRADECIMENTOS

A todos os profissionais que, de alguma maneira, têm contribuído para o regular funcionamento dos captadores de pólenes que integram a Rede Portuguesa de Aerobiologia.

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

Financiamento: Nenhum.

Declaração de conflito de interesses: Nenhum.

Contacto:

Elsa Caeiro

Laboratório de Palinologia e Aerobiologia

Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas

Polo da Mitra

Universidade de Évora

Apartado 94

7002-554 Évora

E-mail: aerobiologia@uevora.pt

REFERÊNCIAS

1. Latorre F, Belmont J. Temporal and spatial distribution of atmospheric Poaceae pollen in Catalonia (NE Spain) in 1996-2001. *Grana* 2004;43:156-63.
2. Rodríguez-Rajo FJ, Astray G, Ferreiro-Lage JA, Aira MJ, Jato-Rodríguez MV, Mejuto JC. Evaluation of atmospheric Poaceae pollen concentration using a neural network applied to a coastal Atlantic climate region. *Neural Networks* 2010;23:419-25.
3. Caeiro E. Estudo aeropalínológico comparativo da atmosfera de Évora e Portimão. Dissertação de mestrado em Biologia Vegetal. Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra, Instituto Botânico: Coimbra; 2004.
4. D'Amato G, Cecchi L, Bonini S, Nunes C, Annesi-Maesano I, Behrendt H, *et al.* Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy* 2007;62:976-90.
5. Syrigou E, Zanikou S, Papageorgiou PS. Grasses, olive, parietaria and cypress in Athens: Pollen sampling from 1995 to 1999. *Aerobiologia* 2003;19:133-7.
6. Morais-Almeida M, Loureiro C, Todo-Bom A, Nunes C, Pereira C, Delgado L, *et al.* Avaliação da prevalência e caracterização da rinite em utentes dos cuidados de saúde primários de Portugal continental – Estudo do ARPA. *Rev Port Imunoalergologia* 2005;13:69-80.
7. Sánchez-Mesa J, Smith M, Emberlin J, Allit U, Caulton E, Galán C. Characteristics of grass pollen seasons in areas of southern Spain and the United Kingdom. *Aerobiologia* 2003;19:243-50.
8. García-Mozo H, Galán C, Alcázar P, Díaz de la Guardia C. Trends in grass pollen season in southern Spain. *Aerobiologia* 2010; 26:157-69.

9. Díaz de la Guardia C, Alonso R, Alba F, Valle F. Airborne grass pollen in Granada (Spain). *Aerobiologia* 1995;11:47-50.
10. Todo-Bom A, Brandão R, Nunes C, Caeiro E, Leitão T, Ferraz de Oliveira J, et al. Tipos polínicos alergizantes em Portugal – Calendário de 2002-2004. *Rev Port Imunoalergologia* 2006;14:41-9.
11. Subiza J. Gramíneas: Aerobiología y polinosis en España. *Allergol Inmunol Clin* 2003;18:7-23.
12. Prieto-Baena JC, Hídalgo P, Domínguez E, Galán C. Pollen production in the Poaceae family. *Grana* 2003;42:153-60.
13. Subiza J, Jerez M, Rodríguez R, López G. Gramíneas. Poaceae. In: Valero AL, Cadahía A (Eds). *Polinosis. Polen y Alergia*. Badalona, Barcelona: Laboratorios Menarini, S. A.;2002:25-40.
14. Belmonte J, Canela M, Guardia RA. Comparison between categorical pollen data obtained by Hirst and Cour sampling methods. *Aerobiologia* 2000;16:177-85.
15. 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.
16. Varela S, Subiza J, Subiza JL, Rodríguez L, García B, Jerez M, et al. *Platanus* pollen as an important cause of pollinosis. *J Allergy Clin Immunol* 1997;100:748-54.
17. Nilsson S, Persson S. Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-1980. *Grana* 1981;20:179-82.
18. Stefanic E, Rasic S, Merdic S, Colakovic K. Annual variation of airborne pollen in the city of Vinkovci, northeastern Croatia. *Ann Agric Environ Med* 2007;14:97-101.
19. Fernández-González D, Rajo FJR, Parrado ZG, Barrera RMV, Jato V, Grau SM. Differences in atmospheric emissions of Poaceae pollen and Lol p I allergen. *Aerobiologia* 2011;27:301-9.
20. Abreu I, Ribeiro N, Ribeiro H, Oliveira M, Cruz A. Airborne Poaceae pollen in Porto (Portugal) and allergenic profiles of several grass pollen types. *Aerobiologia* 2008;24:133-40.
21. Damialis A, Halley JM, Gioulekas D, Yokoua D. Long-term trends in atmospheric pollen levels in the city of Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Environment* 2007;41:7011-21.
22. Al-Qura'n S. Analysis of airborne pollen fall in Tafileh, Jordan, 2002-2003. *World Applied Sciences Journal* 2008;4:730-5.
23. Erkan P, Biçakçı A, Aybeke M. Analysis of airborne pollen fall in Tekirdag, Turkey. *Asthma Allergy Immunol* 2010;8:46-54.
24. Dopazo A, Aira MJ, Armisen M, Vidal C. Relationship of clinical and aerobiological pollen data in the north-west of Spain. *Allergol et Immunopathol* 2002;30:74-8.
25. Cariñanos P, Galan C, Alcázar P, Domínguez E. Airborne pollen records response to climatic conditions in arid areas of the Iberian Peninsula. *Environmental and Experimental Botany* 2004;52:11-22.
26. Subiza J, Brito F, Feo F, Pola J, Moral A, Fernández M, Jerez M, Ferreiro M. Pólenes alergénicos y polinosis en 12 ciudades españolas. *Rev Esp Alergol Inmunol Clin* 1998;13:45-58.
27. González Minero FJ, Candau P, Tomás C, Morales J. Airborne grass (Poaceae) pollen in southern Spain. Results of a 10-year study (1987-96). *Allergy* 1998;53:266-74.
28. Fernández-González D, Valencia-Barrea RM, Veja A, Díaz de la Guardia C, Trigo MM, Cariñanos P, et al. Analysis of grass pollen concentrations in the atmosphere of several spanish sites. *Polen* 1999;10:123-32.
29. Gioulekas D, Papakosta D, Damialis A, Spieksma 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.
30. García-Mozo H, Galán C, Belmonte J, Bermejo D, Candau P, Díaz de la Guardia, et al. Predicting the start and peak dates of the Poaceae pollen season in Spain using process-based models. *Agricultural and Forest Meteorology* 2009;149:256-62.
31. Galán C, Cuevas J, Infante F, Domínguez E. Seasonal and diurnal variation of pollen from Gramineae in the atmosphere of Córdoba (Spain). *Allergol Immunopathol* 1989;17:245-9.
32. González Minero FJ, Candau P. Aeropalinología del pólén de origen herbáceo en Huelva (SO de España). *Rev Esp Alergol Inmunol Clin* 1996;11:37-44.
33. Kasprzyk I. Comparative study of seasonal and intradiurnal variation of airborne herbaceous pollen in urban and rural áreas. *Aerobiologia* 2006;22:185-95.
34. Normais climatológicas (1971-2000) e Boletins Climatológicos (2003-2008) no Instituto de Meteorologia, I. P. Available from: <http://www.meteo.pt> (9/Agosto/2009).
35. Makra L, Matyasovszky I, Deák AJ. Trends in the characteristics of allergenic pollen circulation in central Europe based on the example of Szeged, Hungary. *Atmospheric Environment* 2011; 45:6010-8.