

Aerobiologia do pólen de Cupressáceas em Portugal

Aerobiology of Cupressaceae pollen in Portugal

Data de receção / Received in: 31/01/2020

Data de aceitação / Accepted for publication in: 04/03/2020

Rev Port Imunoalergologia 2020; 28 (1): 19-30

Elsa Caeiro^{1,2}, Cláudia Penedos¹, Pedro Carreiro-Martins^{1,3,4}, Carlos Nunes^{1,5}, Mário Morais Almeida^{1,6}, Elisa Pedro^{1,7}, Rodrigo Rodrigues-Alves^{1,8}, Manuel Branco Ferreira^{1,9,10}

¹ Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica - SPAIC, Lisboa

² Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento – MED, Instituto de Investigação e Formação Avançada, Universidade de Évora

³ Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Central – Lisboa

⁴ NOVA Medical School/Comprehensive Health Research Center – CHRC, Lisboa

⁵ Centro de Imunoalergologia do Algarve, Portimão

⁶ Centro de Alergia, Hospitais CUF-Descobertas e CUF Infante Santo, Lisboa

⁷ Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte – CHLN, Lisboa

⁸ Hospital do Divino Espírito Santo – HDES, Ponta Delgada, Açores

⁹ Clínica Universitária de Imunoalergologia – Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa, Lisboa

¹⁰ Serviço de Imunoalergologia, Centro Hospitalar e Universitário Lisboa Norte, Lisboa

RESUMO

Introdução: O tipo polínico Cupressaceae tem interesse aerobiológico e clínico, sendo reconhecida a alergia a este tipo polínico, considerado responsável pelas alergias de inverno, principalmente nos países mediterrânicos. **Objetivo:** Analisar a prevalência e o comportamento aerobiológico do pólen de Cupressáceas (tipo polínico Cupressaceae) em Portugal. **Material e métodos:** Para o estudo utilizaram-se os dados da Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA) da SPAIC relativos ao tipo polínico Cupressaceae e os dados dos parâmetros meteorológicos de 2002 a 2017 dos 9 centros de monitorização (continente e ilhas). Analisou-se a relação dos fatores meteorológicos sobre os níveis atmosféricos de pólen de Cupressáceas por correlação de Spearman's. **Resultados:** O tipo polínico Cupressaceae é um dos mais abundantes na atmosfera das cidades portuguesas, com uma representação no total do espetro polínico que variou entre 5 % (Portimão) e 24 % (Coimbra e Vila Real). Este tipo polínico registou-se no ar durante praticamente todo o ano. Porém, em termos médios, apresentou uma estação de polinização de duração média em geral com início em dezembro/janeiro e término em março/abril diferente consoante a localidade/região e o ano. Os níveis mais elevados deste pólen observa-

<http://doi.org/10.32932/rpia.2020.03.029>

ram-se em Vila Real, Évora e Coimbra. Verificou-se uma significativa influência das variáveis meteorológicas sobre as contagens deste pólen, muito em particular da temperatura, seguida da radiação global e insolação. **Conclusão:** Dada a predominância deste pólen no ar durante um longo período de tempo e o seu potencial alergénico, é útil e relevante a divulgação da informação deste estudo, a fim de se poder correlacionar com eventuais sensibilizações e sintomatologia de polinose. Importa salientar que, em Portugal, os níveis mais elevados deste pólen atmosférico se registam no inverno e início de primavera e que a alergia a este tipo de pólen terá certamente maior frequência neste período.

Palavras-chave: Aerobiologia, Cupressaceae, estação polínica, fatores meteorológicos, pólen atmosférico.

ABSTRACT

Introduction: Cupressaceae pollen type is considered a cause of pollen allergy in winter, throughout the world, mainly in the Mediterranean countries. **Objective:** To analyze the prevalence and aerobiological behavior of Cupressaceae pollen (Cupressaceae pollen type) in Portugal. **Material and methods:** This study used Cupressaceae pollen data of the Portuguese Aerobiology Network (RPA-SPAIC) and meteorological data, from 2002 to 2017, of 9 monitoring centers (mainland and islands). The influence of meteorological factors on Cupressaceae airborne pollen concentrations was analyzed by Spearman's correlation. **Results:** Cupressaceae pollen type is one of the most abundant pollen types in the atmosphere of Portuguese cities with a representation in the pollen spectrum ranging from 5% (Portimão) to 24% (Coimbra and Vila Real). This pollen type was recorded during all year but, in average terms, Cupressaceae pollen season was of medium duration: in general began in December/January and ended in March/April, depending on the region and the year. The highest pollen levels were observed in Vila Real, Évora and Coimbra. It was observed a clear influence of the meteorological variables on the Cupressaceae pollen counts, in particular of the temperature followed by global radiation and sunshine. **Conclusion:** Given the predominance of this pollen in the air over a long period of time and its allergenic potential, the dissemination of the information from this study is useful and relevant in order to correlate with possible sensitization and symptomatology of pollinosis. It should be noted that in Portugal, the highest levels of airborne Cupressaceae pollen occur in winter and early spring and that allergy to this pollen type will certainly be more frequent during this period.

Keywords: Aerobiology, airborne pollen, Cupressaceae, meteorological factors, pollen season.

INTRODUÇÃO

A família Cupressaceae inclui 7 subfamílias, 27-30 géneros e cerca de 130-140 espécies, plantas coníferas, sempre-verdes, resinosas, árvores e arbustos com distribuição nos hemisférios Norte e Sul¹. São importantes em termos económicos pelas suas ma-

deiras, pela produção de gomas ou resinas ou pelo seu valor ornamental.

Na região mediterrânica esta família está amplamente representada quer por espécies nativas quer não nativas, estas últimas usadas para fins ornamentais e em alguns programas de reflorestação. Em Portugal, os zimbros são espécies nativas (*Juniperus communis* L., *J. navicularis* Gand.,

J. oxycedrus L., *J. turbinata* Guss.), algumas espécies de cipreste (*Cupressus lusitanica* Miller, *C. sempervirens* L., *C. macrocarpa* Hartweg ex Gordon), e o falso cipreste de Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana* (Murray) Parl)². Outras espécies presentes, introduzidas, que ocorrem de forma rara ou ocasional, são: *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don, *Cupressus arizonica* Greene, *Juniperus virginiana* L., *Chamaecyparis obtusa* (Sieb. & Zucc.) Endl., *Calocedrus decurrens* (Torrey) Florin, *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., *Taxodium distichum* (L.) Richards e *Thuja plicata* D. Don. Destas últimas, importa salientar a espécie *Cryptomeria japonica*, muito abundante no arquipélago dos Açores².

Em termos morfológicos, os grãos de pólen provenientes de plantas das famílias Cupressaceae e Taxaceae (representada em Portugal pela espécie indígena *Taxus baccata* L., teixo, existindo de forma ocasional²) são semelhantes e incluem-se na mesma categoria ou tipo polínico denominada Cupressaceae. Este tipo de pólen possui uma dimensão que varia entre 25 a 40 µm, é estenopolínico, ao microscópio ótico não revela diferenças morfológicas ao nível da espécie ou género. Caracteriza-se por ser esferoidal, intetado, inaperturado; apolar, por possuir uma exina (membrana externa) muito fina com alguns grânulos que apresentam uma distribuição irregular, e por uma intina (membrana interna) muito espessa que envolve um citoplasma em forma de “estrela”. Contudo, por microscopia eletrónica, na verdade este tipo de pólen é monoporado, apresentando um distinto *annulus* (“anel”) em redor do poro circular^{3,4}.

As Cupressáceas, como plantas anemófilas, produzem e libertam uma grande quantidade de pólen para a atmosfera, o que gera elevados níveis de pólen na atmosfera de muitas localidades em todo o Mundo e, particularmente, na região mediterrânica, onde existe uma importante presença de espécies desta família⁴. Apesar da diversidade de espécies incluídas no tipo Cupressaceae, a maior parte do pólen coletado provém de plantas do género *Cupressus*^{5,6}. Atualmente, o pólen Cupressaceae é considerado uma importante causa de alergia respiratória polínica que ocorre no inverno no Sul da Europa. O seu

reconhecimento foi tardio, tendo sido o primeiro caso descrito em 1929 nos Estados Unidos por Black e na Europa, em 1945, por Ordman⁷. A polinose causada pelo pólen de cipreste é referida em vários locais do mundo: Japão, Austrália, Irão, África do Sul, EUA, e há uma especial incidência nos países do Mediterrâneo. A taxa de sensibilização ao pólen de Cupressaceae é variável, dependendo da população estudada e do nível de exposição, entre outros fatores. Na Europa, a taxa de sensibilização a este pólen é de cerca de 3,9%, em Portugal é de 5,1%^{8,9}. Nos países do Mediterrâneo as taxas são mais elevadas, atingindo, por exemplo, em Roma os 35,1%¹⁰.

Nas últimas décadas, a prevalência da doença alérgica ao pólen de Cupressaceae tem vindo a aumentar, o que se deve (i) a uma maior exposição dos indivíduos, dado o cultivo excessivo deste tipo de árvores nas cidades (ornamento e reflorestação); (ii) ao impacto dos poluentes atmosféricos (partículas ou gases) que exercem um efeito adjuvante e contribuem para o aumento da alergenicidade dos grãos de pólen; (iii) a uma subestimação desta polinose devido à concomitante ocorrência da estação de polinização com as doenças de inverno; e (iv) ao efeito do aquecimento global que tem vindo, por um lado, a prolongar o período de polinização e, por outro, a induzir a uma redistribuição de espécies alergénicas, como a migração das Cupressáceas em direção às áreas do norte, levando à sensibilização de mais indivíduos^{7,11}.

O pólen de cipreste é um dos pólenes de árvores que contém maior nível de atividade redox, em comparação com outros pólenes apontados como pouco alergénicos, como o pólen de pinheiro. Estudos clínicos referem que a reatividade cruzada entre pólenes é comum, observando-se entre as espécies da família Cupressaceae e entre estas e as das famílias Taxaceae¹², Cupressaceae e Podocarpaceae⁷, Cupressaceae e *Parietaria judaica*, *Lolium perenne* e *Olea europaea*⁷. Têm sido referidos casos de alergia alimentar em doentes alérgicos ao pólen de Cupressaceae quando ingerem alguns vegetais e frutos frescos, nomeadamente pêssegos e citrinos; outros frutos mencionados são ainda o melão, a maçã e o kiwi⁷.

Para este pólen são referidos sintomas principalmente respiratórios, sintomas de conjuntivite, rinite e asma, sendo a dermatite pouco comum⁷. A sintomatologia apresentada induz com frequência o doente e seu clínico ao diagnóstico de doenças respiratórias genéricas (gripe, resfriado, doença respiratória por infecção viral, entre outras), contribuindo para a subvalorização deste pólen como importante causa de alergia¹¹. Enquanto alguns autores referem que a alergia ao pólen de cipreste está subestimada, outros afirmam que a prevalência de sensibilização a este pólen é baixa. O pólen de Cupressaceae possui duas características importantes: baixa concentração proteica e um alto teor em carboidratos. e parece estar envolvido nas síndromes de alergia a pólenes – alimentos, que são comuns com o pêsego e citrinos⁷.

Em Portugal, desde 2002 que a Rede Portuguesa de Aerobiologia da Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica (RPA-SPAIC) monitoriza este tipo de pólen na atmosfera de todo o país e divulga os seus níveis (www.spaic.pt). Com referência ao pólen de Cupressáceas salientam-se os estudos de Caeiro *et al.*¹³, Camacho *et al.*¹⁴, entre outros, sendo os mais recentes os dos investigadores Gomes *et al.*¹⁵ relativo à aerobiologia das Cupressáceas na cidade do Porto e de Camacho *et al.*, *in press*¹⁶, com os calendários polínicos de Portugal.

O objetivo deste estudo foi analisar a prevalência e o comportamento do tipo polínico Cupressaceae nas várias regiões que cobrem todo o país (continente e arquipélagos), com a) determinação da estação polínica (EP) e sua caracterização, b) elaboração do calendário para este tipo, bem como c) análise da influência dos fatores meteorológicos sobre a sua presença e níveis na atmosfera.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo utilizaram-se os dados diários das monitorizações do tipo polínico Cupressaceae de 2002 a 2017

dos nove centros da RPA (Rede Portuguesa de Aerobiologia) da SPAIC (Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica): Vila Real, Porto, Coimbra, Castelo Branco, Lisboa, Évora, Portimão, Funchal e Ponta Delgada.

Monitorização aerobiológica

Nas monitorizações usou-se um captador Burkard Seven Day Volumetric Spore-trap[®] e a metodologia a ele associada da RPA-SPAIC, referenciada e publicada em estudos anteriores: 1) o uso de uma solução de silicone como meio adesivo; 2) o uso de uma solução de glicerogelatina com fucsina básica como solução corante; 3) leitura de 4 linhas longitudinais ao microscópio ótico com uma ampliação de 400x; e 4) resultados expressos em concentrações médias diárias por metro cúbico de ar¹³, seguindo as recomendações da EAS e as normas do documento técnico europeu CENTS/TS 16868:2015¹⁷.

Determinação da estação polínica (EP) do pólen de Cupressaceae/Taxaceae

Determinou-se a estação polínica (EP) do pólen de Cupressaceae/Taxaceae para os vários anos de todas as Estações de monitorização da RPA através do método de Nilsson and Persson, um modelo de regressão logística não linear que utiliza a soma acumulada da concentração média diária de pólen no ar amostrada ao longo do ano. Neste modelo é utilizado um teste *t* unilateral no nível de 5% para delimitar as datas de início e término da EP, correspondendo aos dias em que foi significativa a diferença entre o modelo de emissão de pólen e suas assíntotas superiores e inferiores¹⁸. Como as Cupressáceas são *taxa* com polinização invernal, utilizaram-se os dados a partir de 1 de outubro de um ano a 30 de setembro do ano seguinte. Determinaram-se as características da EP de cada um dos anos de estudo para todas as estações de monitorização (data de início, data do término, duração, valor e data da concentração máxima diária (pico polínico), média da concentração durante a EP).

Elaborou-se o calendário polínico do tipo Cupressaceae segundo o modelo sugerido por Spiekma¹⁹, que usa as concentrações médias diárias, calcula médias/soma aritméticas de 10 dias do período de estudo, sendo os resultados expressos na forma de histograma, em que a média de cada 10 dias corresponde a uma classe de frequências exponencial, segundo Stix and Ferretti²⁰.

Calculou-se o Índice de pólen anual (IPA) para cada ano somando as 365 concentrações médias diárias de pólen expresso em número de grãos de pólen.

Variáveis meteorológicas

Neste estudo utilizaram-se os valores diários dos parâmetros meteorológicos do Instituto Português do Mar e da Atmosfera de 2002 a 2008 das localidades Porto, Coimbra, Lisboa, Évora e Portimão. Os parâmetros utilizados foram: temperatura máxima e mínima do ar, radiação global total, insolação, humidade relativa, quantidade total de precipitação, velocidade e direção do vento.

Análise estatística

Efetou-se uma análise descritiva dos dados. Para a comparação dos dados obtidos nas estações de monitorização efetuaram-se testes não paramétricos: ANOVA de Friedman e teste de Wilcoxon.

Através de testes não paramétricos de correlação de Spearman avaliou-se o impacto dos fatores meteorológicos sobre as concentrações atmosféricas diárias do tipo polínico Cupressaceae.

Todas as análises estatísticas foram efetuadas através do programa IBM SPSS Statistics 22.0.

RESULTADOS

Estação polínica e índices de pólen anuais

Neste estudo verificou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre as estações de monitorização relativamente aos Índice de pólen anual

(IPA) e às principais características da estação polínica (EP) do tipo polínico Cupressaceae (data de início da estação, data do término da estação, duração, média da concentração média diária durante a EP, valor e data do pico polínico). Para além da variabilidade destes parâmetros entre as estações de monitorização, também foram observadas diferenças entre os anos dentro de cada estação de monitorização.

De entre as localidades/regiões estudadas, Vila Real apresentou os IPAs mais elevados, seguindo-se Évora e Coimbra. Destacam-se os anos de 2015 em Vila Real e Coimbra (29243 e 18179 grãos de pólen, respetivamente) e 2014 em Évora (18329 grãos de pólen), em que os IPAs foram máximos (Figura 1; *outliers*) e diferiram significativamente relativamente à média ($p < 0,05$). Os IPAs mais baixos registaram-se nas regiões do Funchal e de Ponta Delgada, nas ilhas.

O tipo polínico Cupressaceae é um dos tipos de pólen mais abundantes na atmosfera das localidades portuguesas, com uma representação no espectro polínico que variou entre 5 % (Portimão) e 24 % (Coimbra e Vila Real), na grande maioria próxima e/ou $\geq 10\%$ (Quadro 1).

Nos Quadros 1 e 2 apresentam-se as principais características da EP e picos polínicos das Cupressaceae, observando-se grandes variações entre as diferentes localidades analisadas.

A Figura 2 mostra a variação das concentrações de pólen de Cupressaceae/Taxaceae nos vários locais de estudo ao longo do ano (calendário polínico)

Entre as estações de monitorização verificou-se que existiam diferenças estatisticamente significativas para todas as características da estação polínica das Cupressáceas ($p < 0,05$).

Pelos resultados das análises da tendência da regressão das alterações na fenologia da estação polínica verificou-se que durante o período de estudo não ocorreram alterações significativas na EP do tipo polínico das Cupressáceas nas nove localidades estudadas, com exceção na localidade de Coimbra, que mostrou uma tendência para um aumento dos índices de pólen

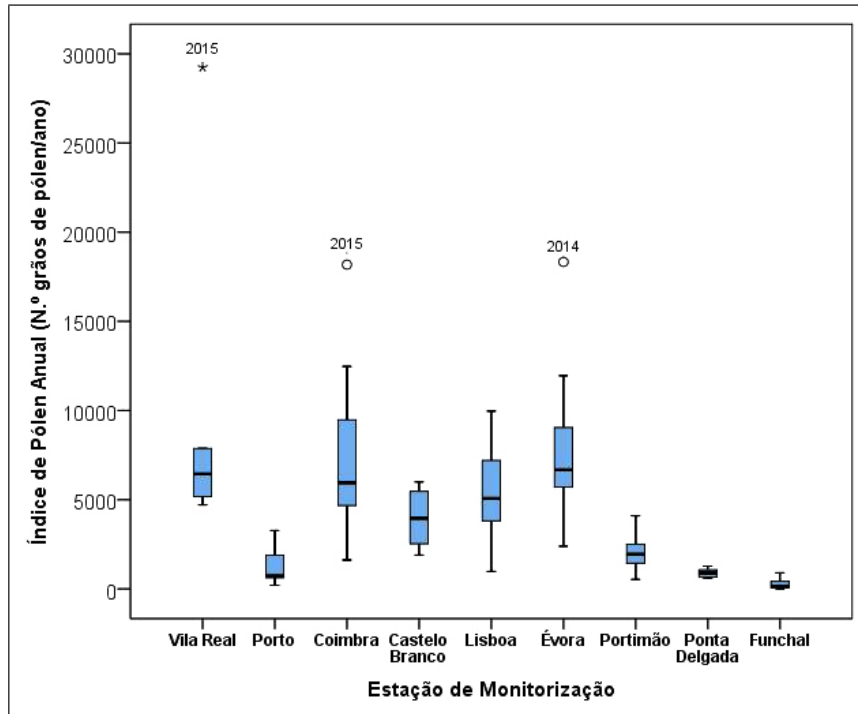


Figura I. Índices de pólen anual das nove estações de monitorização registados durante o período de estudo (2002 a 2017)

Quadro I. Índices de pólen anual médio, principais características da estação polínica (EP) do tipo polínico Cupressaceae e representatividade no espectro polínico das localidades analisadas durante os anos de estudo (2002-2017).

Região	Índice de pólen anual	Estação polínica										Representatividade (%)
		Data do início (data)			Data do fim (data)			Valor médio (pólen/m ³ /dia)	Duração (n.º dias)			
		Precoce	Média	Tardia	Precoce	Média	Tardia		Mínima	Média	Máxima	
Vila Real	11341	18-dez-16	26-dez	21-jan-15	9-mar-15	28-mar	6-abr-14	157	48	87	102	24
Porto	1440	8-nov-06	14-dez	10-jan-12	22-mar-05	21-abr	17-mai-04	14	78	108	132	8
Coimbra	7624	12-nov-09	12-dez	31-dez-05	9-mar-15	9-mai	19-set-08	73	76	138	239	24
Castelo Branco	3950	8-out-13	27-nov	6-jan-17	24-mar-15	25-abr	13-jun-13	29	88	148	196	6
Lisboa	5852	7-dez-17	7-jan	27-jan-13	19-mar-15	7-abr	28-abr-10	67	58	94	139	13
Évora	7810	23-dez-11	16-jan	4-fev-14	11-mar-14	20-mar	28-mai-13	121	34	71	139	9
Portimão	2085	14-out-06	12-dez	1-fev-13	25-mar-09	14-abr	22-jun-13	15	69	137	217	5
Funchal	283	2-nov-12	5-dez	17-jan-09	19-abr-09	10-jul	27-set-17	2	93	224	329	11
Ponta Delgada	948	4-nov-16	12-dez	3-fev-08	8-abr-09	14-abr	18-abr-08	8	76	121	165	10

Quadro 2. Picos polínicos do tipo polínico Cupressaceae registados nas localidades estudadas (2002-2017)

Região	Pico polínico			
	Data do valor máximo	Valor máximo (polén/m ³)	Data precoce	Data tardia
Vila Real	29-jan-15	9775	19-dez-15	29-jan-15
Porto	10-mar-17	285	9-nov-06	7-abr-16
Coimbra	10-jan-15	2215	6-dez-07	10-mar-17
Castelo Branco	11-jan-14	734	3-jan-13	21-fev-16
Lisboa	2-mar-07	1250	4-fev-06	30-mar-16
Évora	14-fev-14	5530	5-fev-04	16-mar-05
Portimão	9-mar-17	316	5-fev-04	6-abr-16
Funchal	19-mar-09	64	3-nov-16	29-abr-04
Ponta Delgada	26-fev-08	190	4-fev-10	18-mar-09

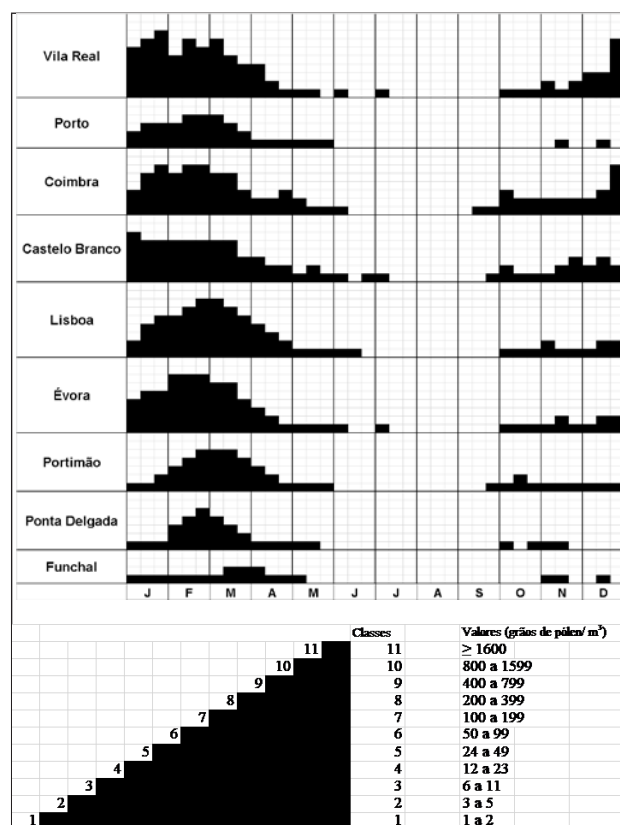


Figura 2. Calendário polínico do tipo Cupressaceae para as várias estações de monitorização da RPA (2002-2017).

anuais e da duração da EP, uma tendência para a EP terminar mais cedo e para uma redução do valor do pico polínico.

Relação entre as condições meteorológicas e as concentrações atmosféricas do pólen de Cupressaceae

Pelos resultados das análises de correlação entre as concentrações médias diárias deste pólen e os valores diários dos principais parâmetros meteorológicos, verificou-se a existência de correlações estatisticamente significativas para todas as variáveis analisadas (Quadros 3). Contudo, o sinal do coeficiente de correlação obtido diferiu consoante o período de tempo utilizado na análise. Quando se usaram os dados de anos completos obtiveram-se correlações estatisticamente significativas com sinal negativo para os parâmetros temperatura e luz solar e quando se utilizaram apenas os dados dos dias da EP essas correlações apresentaram coeficientes com sinal positivo. Comportamento semelhante foi encontrado para os parâmetros humidade relativa, precipitação e para algumas direções do vento em algumas localidades.

Quadro 3. Coeficientes de correlação de Spearman entre as concentrações médias diárias do pólen atmosférico de Cupressaceae e os parâmetros meteorológicos de cinco estações de monitorização durante os anos de estudo (Período 2002 a 2009) e o período da estação polínica

		Parâmetros meteorológicos														
		Tmax (°C)	Tmin (°C)	Hr (%)	Prec (mm)	RGT (kJ/m ²)	Ins (h)	Vel. vento (m/s)	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
Porto	Período de amostragem	-0,385 ^c	-0,437 ^c	-0,180 ^c	-0,069 ^b	-0,279 ^c	-0,138 ^c	0,095 ^c	0,107 ^c	0,277 ^c	0,094 ^c	-0,076 ^c	-0,039	-0,131 ^c	-0,236 ^c	0,039
	Período EP	0,391 ^c	0,089 ^a	-0,401 ^c	-0,396 ^c	0,219 ^c	0,275 ^c	-0,026	0,027	0,294 ^c	0,069	-0,074	-0,166 ^c	-0,175 ^c	-0,206 ^c	0,026
Coimbra	Período de amostragem	-0,499 ^c	-0,523 ^c	0,044 ^a	0,056 ^a	-0,410 ^c	-0,238 ^c	-0,018	0,200 ^c	0,167 ^c	0,100 ^c	0,101 ^c	0,023	-0,111 ^c	-0,289 ^c	-0,027
	Período EP	-0,522 ^c	-0,557 ^c	0,115 ^b	0,059	-0,518 ^c	-0,309 ^c	-0,153 ^c	0,197 ^c	0,262 ^c	0,135 ^c	0,092 ^a	0,065	-0,092 ^a	-0,428 ^b	-0,028
Lisboa	Período de amostragem	-0,493 ^c	-0,569 ^c	0,149 ^c	0,021	-0,335 ^c	-0,255 ^c	-0,119 ^c	0,220 ^c	-0,006	0,049 ^a	0,051 ^c	0,014	0,015	-0,194 ^c	-0,074 ^c
	Período EP	0,370 ^c	0,229 ^c	-0,010	-0,191 ^c	0,134 ^c	0,098 ^b	-0,058	-0,080 ^a	0,013	0,014	0,178 ^c	0,078 ^a	-0,033	0,021	-0,055
Évora	Período de amostragem	-0,457 ^c	-0,534 ^c	0,279 ^c	0,001	-0,207 ^c	-0,223 ^c	-0,168 ^c	0,196 ^c	0,181 ^c	0,045 ^c	-0,009	-0,051 ^b	-0,146 ^c	-0,192 ^c	0,105 ^c
	Período EP	0,547 ^c	0,131 ^b	-0,381 ^c	-0,428 ^c	0,430 ^c	0,394 ^c	-0,143 ^c	0,114 ^b	0,176 ^c	-0,093 ^a	-0,111 ^b	-0,169 ^c	-0,202 ^c	0,033	0,123 ^b
Portimão	Período de amostragem	-0,415 ^c	-0,459 ^c	0,208 ^c	-0,002	-0,312 ^c	*	-0,157 ^c	0,198 ^c	0,114 ^c	0,028	-0,076 ^c	-0,042 ^a	-0,070 ^b	-0,213 ^c	0,042 ^a
	Período EP	0,334 ^c	0,162 ^c	-0,205 ^c	-0,187 ^c	0,423 ^c	-	0,036	0,040	0,118 ^b	0,019	-0,025	-0,050	0,050	-0,094 ^b	-0,066 ^a

Tmax – Temperatura máxima; Tmin – Temperatura mínima; Hr – Humidade relativa; Prec – Precipitação total anual; RGT – Radiação global total; Ins – Insolação; Vel vento – Velocidade do vento.

Consideraram-se os valores de todo o período de amostragem de 2002 a 2009 (Período de amostragem) e os do período da estação polínica (Período EP). * Inexistência de parâmetro para análise; níveis de significância: ^a 0,01 < p ≤ 0,05; ^b 0,001 < p ≤ 0,01; ^c p ≤ 0,001.

DISCUSSÃO

O pólen de Cupressaceae/Taxaceae é um dos mais abundantes no espetro polínico das localidades estudadas, que cobrem praticamente todo o país, continental e insular. Este estudo demonstra que, com o decorrer do tempo, este tipo polínico tem ganho uma maior presença no ar. Comparando a sua prevalência na atmosfera das localidades com estudo anterior¹³, é evidente esse aumento. Neste estudo, passada mais uma década de monitorização, as prevalências modificaram-se para o seguinte: Porto 8% (+5,2%), Coimbra 24% (+16%), Lisboa 13% (+5%), Évora 9% (+5%) e Portimão 5% (+2,5%). Contudo, neste estudo não se encontraram variações estatisticamente significativas nos Índices polínicos anuais e nas várias características da estação polínica das estações de monitorização, com exceção para Coimbra. Na Europa, segundo Ziello *et al.*²¹, nos últimos anos as Cupressaceae têm sido amplamente utilizadas como plantas ornamentais nas cidades e em

programas de florestação, verificando-se uma tendência para o aumento dos índices de pólen anuais, sendo esse aumento mais pronunciado nas áreas urbanas do que nas semirurais/ rurais. As mudanças climáticas podem estar a contribuir também para essas mudanças. E ainda, noutras partes do Mundo, como em Oklahoma (EUA), investigadores verificaram essa mesma tendência²². Neste estudo, assim como no de Camacho e colaboradores¹⁴, não se encontraram evidências de uma clara tendência para um aumento do pólen atmosférico das Cupressáceas em Portugal. Assim, apesar da sua maior representatividade no espetro polínico em termos percentuais, estatisticamente essa tendência não se confirma.

Nos países mediterrânicos, os *taxa* Cupressaceae são dos primeiros a entrar em floração e o seu pólen constitui um dos componentes *major* do ar atmosférico no inverno e início de primavera²³.

Neste estudo, para determinação do período da estação polínica (EP) das Cupressáceas utilizou-se um dos

métodos mais utilizados na literatura^{4,6,22,24,25}, o método de Nilsson e Persson¹⁸. Em Portugal, em geral, o pólen do tipo polínico Cupressaceae está presente na atmosfera, principalmente durante o último mês e os primeiros três meses do ano (período da EP, floração do outono à primavera). Porém, os primeiros grãos registam-se em setembro/outubro (no outono), ainda que em concentrações pouco importantes. A sua presença no ar ocorre, por vezes, até junho, ou quase praticamente durante todo o ano, com as concentrações mais elevadas e picos polínicos a registarem-se, maioritariamente, durante os meses de inverno. O padrão de distribuição das concentrações deste tipo de pólen no ar ao longo do ano reflete a floração sequencial dos diferentes *taxa*, cada uma com fenologia própria (com ligeiras diferenças na duração e nas datas de início e término da sua floração)²⁶. Na literatura é referenciado que, de janeiro a março, somente a género *Cupressus* floresce^{23,27,28} e que a maioria do pólen coletado nos captadores aerobiológicos provem de plantas deste género⁶.

Relativamente à duração, as EP dividem-se em três grupos: (1) curtas (<75 dias ou 15 semanas/ano), (2) de comprimento médio (entre 75 e 150 dias ou entre 15 a 30 semanas/ano) e (3) longas (>150 dias ou >30 semana/ano)²⁴. Existe uma relação entre a duração da EP e as fontes polínicas, uma EP de curta duração resulta de pólen proveniente de uma única ou de poucas espécies em floração simultânea e uma EP média e/ou longa expressa a grande diversidade de fontes polínicas e consequente distribuição temporal das fenologias dos inúmeros géneros e espécies. A duração da EP foi variável. Évora foi a localidade que apresentou a EP mais curta, Funchal a mais longa, todas as outras localidades apresentaram, em termos médios, EP de duração média. Como era de esperar observa-se variação entre os anos dentro de cada estação de monitorização ($p < 0,05$), dado que de ano para ano ocorrem variações meteorológicas que afetam a fenologia das espécies. Períodos intermitentes de precipitação tendem a prolongar as estações de polinização, enquanto a sua ausência, juntamente com temperaturas mais

elevadas durante a produção de pólen, tendem a encurtar esse período²⁴. Por conseguinte, quando se procedeu à análise da influência dos fatores meteorológicos sobre os níveis de concentração e presença deste tipo de pólen foi clara essa existência.

Os níveis atmosféricos de pólen Cupressaceae não são influenciados apenas pelas variáveis meteorológicas; outras variáveis relacionadas com as atividades humanas, como a poda, a rega, a introdução ou eliminação de plantas também podem modificar os níveis deste tipo de pólen no ar^{6,28}.

Importa salientar que, nas localidades de Vila Real, Coimbra, Lisboa e Évora, o valor médio da concentração média diária durante a EP atinge valores que excedem o valor limiar de risco potencial de desencadear sintomatologia alérgica. Contudo, em todas as localidades aqui analisadas, as concentrações máximas absolutas (pico polínico) excederam também esse valor (>20 grãos de pólen/m³ segundo a Rede de Aerobiologia da Catalunha⁷, >30 grãos de pólen/m³ – Rede Portuguesa de Aerobiologia – RPA²⁹, e >51 grãos de pólen/m³ - Rede Espanhola de Aerobiologia – REA³⁰). Vários autores referem uma relação temporal entre as alergias respiratórias e as contagens máximas de pólen atmosférico, contribuindo para alergias de inverno e de primavera²⁶.

Os resultados aerobiológicos aqui obtidos vão de encontro aos obtidos noutras localidades portuguesas¹⁵, mediterrânicas^{4,6,24,25,26,32,33} e noutras partes do mundo^{10,19,31,34}.

Neste estudo, importa salientar que na região autónoma dos Açores, ao contrário do que acontece nas restantes regiões do país e da Europa, predominam na atmosfera os alérgenos da árvore *Criptoméria* relativamente aos das outras Cupressáceas. O pólen de *Cryptomeria* é uma importante causa de alergia no Japão, onde esta árvore também é dominante e aproximadamente 17% da população (mais de 20 milhões de pessoas) apresenta polinose e asma associada a este pólen³⁵. No Japão este pólen apresenta uma maior alergenicidade devido aos elevados níveis de poluição do ar.

As diferenças entre as localidades estudadas relativamente às características da EP (data de início, data do término, duração, valor e data da concentração máxima diária (do pico polínico), média da concentração durante a EP) são atribuídas às especificidades biogeográficas que determinam a composição da flora, bem como às diferenças no clima. Porto e Vila Real localizam-se na região eurossiberiana e as restantes na região mediterrânica, com diferentes influências. Para além disso, como as Cupressáceas são plantas utilizadas em reflorestação e muitas delas como ornamentais, a sua abundância e distribuição difere, certamente, entre as localidades, logo, o comportamento deste tipo polínico varia consoante o clima local e com as espécies presentes. Vários estudos clínicos enfatizam a importância da monitorização aerobiológica e da monitorização fenológica, mas tendo sempre em consideração que o espectro aerobiológico, para além de refletir a composição da vegetação local, também depende fortemente de múltiplos fatores, como as já referidas condições meteorológicas, a produção de pólen e a sua capacidade de dispersão, o número de plantas e a localização do coletor de bioaerossóis²⁷.

CONCLUSÕES

Dada a elevada prevalência e alergenicidade do pólen proveniente dos *taxa* Cupressaceae/Taxaceae, em particular na região mediterrânica, onde Portugal se insere, e onde é referido ser causa de alergia no inverno, estudos como este, com base em quase duas décadas de monitorização aerobiológica de várias localidades que cobrem todo um país são importantes, na medida em que dão a conhecer, de uma forma fidedigna, a distribuição sazonal de importantes pólenes como este.

Em Portugal continental e nas regiões autónomas dos Açores e da Madeira, o pólen das Cupressáceas foi detetado na atmosfera durante praticamente todo o ano. De uma maneira geral, em média a estação polínica teve início em dezembro/janeiro e término em março/abril

(floração de outono a primavera), com os níveis mais elevados a registarem-se maioritariamente nos meses de inverno, consoante a localidade/região. A duração da EP variou entre curta a longa, entre os anos e o local. Porém, em termos médios a EP foi de duração média (75 a 150 dias), com exceção para Évora e Funchal, onde foi curta e longa, respetivamente. O comportamento apresentado foi semelhante ao encontrado noutras localidades da região mediterrânica. As diferenças encontradas na EP (início, duração e intensidade) justificam-se não somente pelas condições meteorológicas (associação dos fatores meteorológicos não explicam na totalidade os níveis de pólen no ar), mas também pela localização geográfica, composição da flora, atividade humana (introdução ou eliminação de plantas, poda e rega) e clima peculiares de cada localidade.

O presente estudo constitui uma mais-valia, pois demonstra que, em qualquer região do país e podem ocorrer níveis elevados de pólen de *taxa* com floração predominantemente invernal e com reconhecida capacidade alergológica, como os de Cupressaceae e/ou Taxaceae, os quais poderão estar associados a eventual sensibilização alérgica e sintomatologia. É relevante o seu diagnóstico e é importante incluir este alérgeno nas baterias habituais de testes cutâneos alergológicos, o que poderá depois permitir a instituição de terapêuticas específicas em doentes com sensibilização e com sintomas de alergia respiratória nos primeiros meses do ano.

Este estudo veio também confirmar e alertar para o risco inerente da plantação indiscriminada de flora exótica em parques e jardins. Critérios aerobiológicos deverão ser tidos em conta quando se planeiam áreas verdes de lazer. Uma estratégia válida poderá ser o uso de espécies entomófilas, que produzem menos pólen comparativamente às espécies anemófilas, e a introdução de espécies exóticas com baixa capacidade alérgica.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não existem conflitos de interesse.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica – SPAIC, Grupo de Interesse de Aerobiologia, Coordenação e Direção, e a todos os colaboradores da Rede Portuguesa de Aerobiologia (Dr. Rui Silva, Dr. José Ferraz de Oliveira, Dr. José Luís Plácido, Prof.^a Doutora Ana Todo-Bom, Dr. Carlos Lozoya, Dr.^a Paula Leiria Pinto, Prof.^a Doutora Irene Câmara Camacho, Prof.^a Doutora Maria João Pereira e aos seus colaboradores).

Contacto:

Elsa Caeiro

Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica – SPAIC

Rua Manuel Rodrigues da Silva, 7C – Escritório I
1600-503 Lisboa

E-mail: egcaeiro@uevora.pt ou elcaeiro@yahoo.com

REFERÊNCIAS

- Heywood VH. Cupressaceae. In: Tutin TG, Heywood VH, Burges NA, Moore DM, Valentine DH, Walters SM, et al. (Eds.). *Flora europaea*. Volume 1. Lycopodiaceae to Platanaceae. Cambridge: Cambridge University Press 1964:36-9.
- ICNF – Espécies arbóreas florestais utilizáveis em Portugal continental. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, IP [serial on the internet]. 2019 julho. Available from: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/gf/prdflo/resource/doc/sp-arb-flor-PT-cont-26mar2019.pdf>
- Bortenschlanger S. Aspects on pollen morphology in the Cupressaceae. *Grana* 1990;29:129-37.
- Rodríguez de la Cruz D, Sánchez-Reyes E, Sánchez-Sánchez J. A contribution to the knowledge of Cupressaceae airborne pollen in the middle west of Spain. *Aerobiologia* 2015;31:435-44.
- Hidalgo PJ, Galán C, Domínguez E. Pollen production of the genus *Cupressus*. *Grana* 1999;38:1-5.
- Belmonte J, Canela M, Guàrdia R, Guàrdia RA, Sbai L, Vendrell M, et al. Aerobiological dynamics of the Cupressaceae pollen in Spain, 1992-98. *Polen* 1999;10:27-38.
- Charpin D, Pichot C, Belmonte J, Sutra JP, Zidkova J, Chanez P, et al. Cypress Pollinosis: from Tree to Clinic. *Clinic Rev Allerg Immunol* 2019;56(2):174-95.
- Burbach GJ, Heinzlering LM, Edenharter G, Bachert C, Bindslev-Jensen C, Bonini S, et al. GA2LEN skin test study II: clinical relevance of inhalant allergen sensitizations in Europe. *Allergy* 2009;64(10):1507-15.
- Camacho I. Inhalant Allergens in Portugal. *Int Arch Allergy Immunol* 2017;172(2):67-88.
- Ianovici N. Aerobiological monitoring of Taxaceae/Cupressaceae pollen in Timisoara. *J Hortic For Biotechnol* 2009;13:163-70.
- 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(9):976-90.
- Panzani R, Zerboni R, Ariano R. Allergenic significance of Cupressaceae pollen in some parts of the Mediterranean area. In: D'Amato G, Spiekma FThM, Bonini S. (Eds.). *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*. Oxford: Blackwell Scientific publication; 1991:81-4.
- Caeiro E, Camacho IC, Lopes L, Gaspar A, Todo-Bom A, Ferraz de Oliveira J, et al. Rede Portuguesa de Aerobiologia: Resultados da monitorização de pólen atmosférico (2002-2006). *Rev Port Immunol Alergologia* 2007;17(3):235-50.
- Camacho IC, Caeiro E, Ferro R, Camacho R, Câmara R, Grinn-Gofron A, et al. Spatial and temporal variations in the Annual Pollen Index recorded by sites belonging to the Portuguese Aerobiology Network. *Aerobiologia* 2017;33:265-79.
- Gomes C, Ribeiro H, Abreu I. Aerobiology of Cupressaceae in Porto city. Portugal. *Aerobiologia* 2019;35:97-103.
- Camacho I, Caeiro E, Nunes C, Morais-Almeida M. Airborne pollen calendar of Portugal: a 15-year survey (2002-2017). *Allergol Immunopathol (Madr)* 2019 Oct 7. pii: S0301-0546(19)30107-7. doi: 10.1016/j.aller.2019.06.012. [Epub ahead of print].
- CENTS/TS 16868:2015. Sampling and analysis of airborne pollen grains and fungal spores for allergy networks – Volumetric Hirst method. Documento técnico UNI.
- Nilsson S, Persson S. Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-80. *Grana* 1981;20:179-82.
- Spiekma FThM. Regional European pollen. In: D'Amato G, Spiekma FThM, Bonini S. (Eds.). *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*. Oxford: Blackwell; 1991:49-65.
- Stix E, Ferretti ML. Pollen calendars of three locations in Western Germany. In: Charpin J, Surinych R, Frankland AW. (Eds.). *Atlas européen des pollens allergisants*. Paris: Sandoz 1974:85-94.
- Ziello C, Sparks TH, Estrella N, Belmonte J, Bergmann KC, Bucher E, et al. Changes to airborne pollen counts across Europe. *PLoS ONE* 2012;7(4),e34076. doi:10.1371/journal.pone.0034076.
- Flonard M, Lo E, Levetin E. Increasing *Juniperus virginiana* L. pollen in the Tulsa atmosphere: long-term trends, variability, and influence of meteorological conditions. *Int J Biometeorol* 2018;62:229-41.
- Papa G, Romano A, Quarantino D, Di Fonso M, Viola M, Artesani MC, et al. Prevalence of sensitization to *Cupressus sempervivens*

- rens: a 4-year retrospective study. *Sci Total Environ* 2001; 270(1-3):83-7.
24. Díaz de la Guardia C, Alba F, de Linares C, Nieto-Lugilde D, López-Caballero J. Aerobiological and allergenic analysis of Cupressaceae pollen in Granada (Southern Spain). *J Investig Allergol Clin Immunol* 2006;16(1):24-33.
 25. Silva-Palacios I, Fernández-Rodríguez S, Durán-Barroso P, Tormo-Molina R, Maya-Manzano JM, Gonzalo-Garijo A. Temporal modelling and forecasting of the airborne pollen of Cupressaceae on the southwestern Iberian Peninsula. *Int J Biometeorol* 2016;60:297-306.
 26. Aira MJ, Rodríguez-Rajo FJ, Fernández-González M, Jato V. Airborne pollen of ornamental tree species in the NW of Spain. *Environ Monit Assess* 2011;173:765-75.
 27. Malaspina TT, Cecchi L, Morabito M, Onorari M, Domeneghetti MP, Orlandini S. Influence of meteorological conditions on male flower phenology of *Cupressus sempervirens* and correlation with pollen production in Florence. *Trees* 2007;21:507-14.
 28. Ocaña-Peinado FM, Valderrama MJ, Bouzas PR. A principal component regression model to forecast airborne concentration of Cupressaceae pollen in the city of Granada (SE Spain), during 1995-2006. *Int J Biometeorol* 2013;57:483-6.
 29. Caeiro E, Brandão R, Carmo S, Lopes L, Morais de Almeida M, Gaspar A, et al. Análise das concentrações de pólen de gramíneas na atmosfera de Portugal continental. *Rev Port Imunolaergologia* 2014; 22(2):125-38.
 30. Galán C, Cariñanos P, Alcázar P, Domínguez E. Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología. Córdoba: Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba 2007.
 31. Calderón-Ezquerro MC, Guerrero-Guerra C, Martínez-López B, Fuentes-Rojas F, Téllez-Unzueta F, López-Espinoza ED, et al. First airborne pollen calendar for Mexico City and its relationship with bioclimatic factors. *Aerobiologia* 2016;32: 225-44.
 32. Galán C, Fuillerat MJ, Comtois P, Domínguez-Vilches E. Bioclimatic factors affecting daily Cupressaceae flowering in southwest Spain. *Int J Biometeorol* 1998; 41(3):95-100.
 33. Sabariego S, Cuesta P, Fernández-González F, Pérez-Badia R. Models for forecasting airborne Cupressaceae pollen levels in central Spain. *Int J Biometeorol* 2012;56(2):253-8.
 34. Leticia T, Angeles B. First volumetric airborne pollen sampling in Montevideo City, Uruguay. *Aerobiologia* 2005;21:33-41.
 35. Maeda Y, Akiyama K, Shida T. A clinical study of japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen-induced asthma. *Allergology International* 2008;57(4):413-7.