



Gabriela Mascarenhas dos Santos

**Estudo da Concentração de Grãos de Pólen da
Oliveira (*Olea Europaea* L.) na Atmosfera da Cidade
de Bragança**

*Dissertação apresentada à Escola Superior
Agrária de Bragança para obtenção do Grau de
Mestre em Tecnologia Ambiental*

Orientado por

Estefanía Sánchez Reyes

Manuel Feliciano

Bragança 2022

Agradecimentos

É com enorme alegria e satisfação que informo o encerramento de mais um ciclo na minha vida e venho agradecer as pessoas que encontrei na jornada que escolhi ter uma vida diferente da qual eu vivia no Brasil, onde tive a oportunidade de conhecer pessoas das mais diversas culturas, Agradeço com particular atenção e carinho:

À minha família (pai, mãe, Tati, vó e Ci) que sempre me apoiou para que eu pudesse fazer mestrado sempre com todo o amor.

À minha orientadora Professora Estefanía Sánchez Reyes, por toda a orientação e incentivo.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Manuel Feliciano, pela oportunidade da mudança de tema.

Aos meus amigos que partilharam comigo momentos de verdadeiro companheirismo, atenção e incentivo durante este percurso acadêmico. Lembrando em especial da Paula, Felipe e Alan que me acompanharam diariamente (coachs motivacionais), Kadu e Nilton, que sempre estão de braços abertos para mim e também a todos os amigos que tenho e os que encontrei ao longo dessa viagem portuguesa.

A todos os docentes que tive, e que de certa forma contribuíram para eu aumentar meu conhecimento.

RESUMO

O pólen das oliveiras (*Olea europaea* L.) é um dos principais alérgenos transportados pelo ar de regiões de clima Mediterrâneo. Quando presentes em elevadas concentrações podem desencadear efeitos na população, com manifestações como rinite alérgica sazonal e asma brônquica. Estudos aerobiológicos são importantes, na medida em que permitem conhecer, de uma forma fidedigna, a distribuição sazonal e intradiária de importantes pólenes como da *Olea europaea*. A região dos Trás-os-Montes é a segunda região com maior cultivo de olivais de Portugal. Bragança apresenta olivais comerciais e exemplares para ornamentação. Na sequência de um estudo aeropalinológico mais abrangente que se está a realizar na cidade de Bragança (Região de Trás-os-Montes, Nordeste de Portugal), a concentração polínica de *Olea europaea* L. na atmosfera da cidade foi caracterizada e avaliada para os meses de maio e junho de 2021. A recolha das amostras foi realizada com recurso a um Captador Volumétrico tipo Hirst, localizado na cobertura do Hospital Municipal. Em paralelo também se procedeu à monitorização de parâmetros meteorológicos. O pico polínico ocorreu no dia 31 de maio, com valor de 189 grãos de pólen/m³. A estação polínica teve duração de 36 dias, estando compreendida entre o dia 8 de maio de 2021 e 13 de junho de 2021. Quanto à concentração intradiária, as concentrações mais elevadas registaram-se das 14:00 às 16:00 horas, sendo esse horário o correspondente a 19,8% da concentração total. Em nenhum momento as concentrações apresentadas se mostraram superiores aos limiares estabelecidos pela REA – Rede Espanhola de Aerobiologia, não sendo consideradas de risco para a população. O teste não paramétrico de correlação de Spearman mostrou que a temperatura máxima ($r=0,614$) influenciou a concentração de pólen na atmosfera da cidade de Bragança, a qual durante o período do estudo apresentou uma variação entre 16.1°C e 29.6°C. Com a primeira avaliação aeropalinológica de *Olea europaea* na atmosfera de Bragança, têm-se informações que podem contribuir para um primeiro esboço de calendário polínico desse agente na região para prevenção de doenças polínicas, auxiliando profissionais da saúde no tratamento profilático de pessoas sensíveis ao pólen.

Palavras-chave: Pólen, alergia, meteorologia, oliveiras, *Olea europaea*.

ABSTRACT

The pollen of the olive (*Olea europaea* L.) is one of the main allergenic transported by the air in Mediterranean climate regions. When present in high concentrations, it can trigger effects in the population such as seasonal allergic rhinitis and bronchial asthma. Aerial-biological studies are essential as they provide reliable knowledge of the seasonal and daily distribution of important pollen such as the one from *Olea europaea*. The region of Trás-os-Montes is the second biggest cultivation area of olives in Portugal. Bragança has both commercial and ornamental olives. Following a broader aeropalynology study in the city of Bragança (Region of Trás-os-Montes, Northeast Portugal), the pollen concentration of *Olea europaea* L. in the city's atmosphere was described and evaluated in the months of May and June of 2021. Samples were gathered using a Volumetric Hirst-type for pollen collection placed on the roof of the Municipal Hospital. Simultaneously, meteorological parameters were monitored. The concentration of pollen peaked on May 31st at 189 pollen grains/m³. The pollen season lasted for 36 days, between the 8th of May and the 13th of June, 2021. Regarding the intraday concentrations, the highest ones were registered from 2 to 4 p.m., which answers for 19,8% of the total concentration. At no point were the concentrations superior to the limits set by REA - Rede Espanhola de Aerobiologia (Spanish Aerobiology Network), and hence were not considered a risk to the population. The Spearman rank correlation non-parametric test showed the maximum temperature ($r=0,614$) influenced the concentration of pollen in the atmosphere in the city of Bragança, which during the period of the study presented a temperature variation between 16.1°C and 29.6°C. This first aeropalynological evaluation of *Olea europaea* in Bragança's atmosphere makes available information that may contribute to a draft of a pollen calendar of the agent in the region in order to prevent pollen diseases, aiding health professionals in the profilactic treatment of those sensible to pollen.

Keywords: Pollen, allergy, meteorology, olive trees, *Olea europaea*.

Índice

Agradecimentos	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABELAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo Geral	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Organização da Tese.....	3
2. AEROBIOLOGIA	5
2.1. Pólen	7
2.1.1. O pólen da <i>Olea europaea</i>	8
2.2. Processos Aerobiológicos: influência de parâmetros meteorológicos	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1. Amostragem Aeropalinológica.....	11
3.2. Obtenção e preparação das amostras	13
3.3. Leitura das amostras e fator de correção	17
3.4. Análise dos dados da concentração de pólen	20
3.5.1 Comportamento estacional	20
3.5.2 Variação intradiária	21
3.5. Área de Estudo	21
3.5.3. Correlações com os parâmetros meteorológicos	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Meteorologia.....	28

4.2.	Comportamento Estacional.....	30
4.3.	Varição intradiária	34
4.4.	Correlações com os parâmetros meteorológicos	37
5.	CONCLUSÃO.....	40
	Referências bibliográficas	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Olivais em Portugal.....	2
Figura 2 - Características do pólen da oliveira.....	9
Figura 3 - Hospital de Bragança e captador em destaque.....	11
Figura 4 – Captador volumétrico de ar tipo Hirst e corte esquemático da unidade de impacto.....	12
Figura 5 - Tambor do amostrador.....	13
Figura 6 - Capturador volumétrico do tipo Hirst instalado na cobertura do Hospital de Bragança.....	13
Figura 7 - Barra de bloqueio sendo pressionada para troca do tambor.....	14
Figura 8 - Verificação do caudal de entrada por meio de fluxímetro.....	15
Figura 9 - Materiais utilizados para a preparação das amostras.....	15
Figura 10 - Suporte utilizado para a substituição da fita do tambor.....	16
Figura 11 – Fita Melinex sobre régua de acrílico, para marcação e segmentação.....	17
Figura 12 - Preparação das lâminas com 4 gotas da substancia colorante e fixadora.....	17
Figura 13 - Lâminas identificadas e preparadas.....	17
Figura 14 - Microscópio Leica CME utilizado.....	18
Figura 15 - Método de contagem de pólen para varreduras horizontais contínuas com o auxílio da régua de acetato.....	19
Figura 16 - Lâmina com régua de acetato.....	19
Figura 17 - Mapa de localização da cidade de Bragança.....	22
Figura 18 - Localização das oliveiras identificadas.....	24
Figura 19 - Olival localizado na área da Trajinha.....	24
Figura 20 - Olivais identificados na envolvente do castelo.....	25
Figura 21 - Plantação de olivais identificada nos arredores do castelo.....	25
Figura 22 - Olival identificado próximo ao Miradouro de São Bartolomeu.....	26
Figura 23 - Oliveiras ornamentais identificadas.....	27
Figura 24 - Climograma da cidade de Bragança para os meses de maio e junho de 2021.....	29
Figura 25 - Valores diários de temperaturas máximas, médias e mínimas (em °C) em Bragança.....	29
Figura 26 - Gráfico da predominância de vento na cidade de Bragança nos meses de maio e junho de 2021, segundo os quadrantes da direção do vento.....	30
Figura 27 - Concentração diária de grãos de pólen de <i>Olea europaea</i> / m ³ de ar.....	31
Figura 28 - Média móvel (5 dias prévios) da concentração diária de grãos de pólen de <i>Olea europaea</i> / m ³ de ar.....	31
Figura 29 - Classificação polínica.....	33
Figura 30 - Variação intradiária de grãos de pólen / m ³ de ar.....	35
Figura 31 - Variação percentual horária de grãos de pólen / m ³ de ar.....	35
Figura 32 – Concentração média bihorária de grãos de pólen / m ³ de ar.....	36
Figura 33 - Porcentagem a cada duas horas.....	36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dados meteorológicos de Bragança.....	28
Tabela 2 - Dados referentes aos ventos de Bragança.....	30
Tabela 3 - Dados do início, fim e duração do período polínico, concentração e datas de pico polínico em diferentes cidades.....	33
Tabela 4 – Concentrações em horários de pico.....	37
Tabela 5 - Coeficientes de correlação de Spearman entre as concentrações do pólen atmosférico de <i>Olea europaea</i> e os parâmetros meteorológicos de Bragança durante os meses de maio e junho de 2021.....	39

LISTA DE SIGLAS

DGADR - Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

EAN - European Aeroallergen Network

GPP - Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral

IPB - Instituto Politécnico de Bragança

INE - Instituto Nacional de Estatística

RA - Recenseamento Agrícola

REA – Rede Espanhola de Aerobiologia

RPA - Rede Portuguesa de Aerobiologia

SEAIC – Sociedade Espanhola de Alergologia e Imunologia Clínica

SPAIC - Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica

USAL - Universidade de Salamanca

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Atualmente, verifica-se o aumento do número de casos de problemas respiratórios e doenças associadas a alergias, afetando a qualidade de vida de diversas pessoas. Para minimizar os impactos na vida das pessoas, organizações e instituições de saúde têm vindo a atuar cada vez mais em pesquisas que envolvem o estudo de bioaerossóis na atmosfera, desde a caracterização dos seus níveis, dos seus padrões de variação temporal, os seus efeitos e na identificação de medidas preventivas (Pimentel, 2004). Este tipo de partículas em suspensão no ar podem ser um problema de saúde pública, devido à patogenicidade ou alergenicidade de alguns componentes presentes (Colín, 2020).

A alergia ao pólen é frequentemente usada para estudar a relação entre poluição do ar e doenças alérgicas respiratórias. Estudos epidemiológicos demonstraram que a urbanização e as atividades antrópicas estão correlacionados com o aumento da frequência de alergia respiratória prevalente em pessoas que vivem em áreas urbanas em comparação com pessoas que vivem em áreas rurais. Fatores climáticos (temperatura, velocidade do vento, umidade, precipitações) podem afetar ambos os componentes (biológicos e químicos) dessa interação (D'amato et al, 2016).

A polinose é a alergia causada pelo pólen, caracteriza-se por sintomas que afetam as mucosas dos olhos (conjuntivite alérgica), do nariz (rinite) e da traqueia e brônquios (asma brônquica) (Della Rocca & Zangari, 2017). A alergia ao pólen da oliveira (*Olea europaea* L.) é uma das principais causas de alergia nos países mediterrânicos (Asturias et al, 1997).

A cultura do olival é de grande tradição e importância em vastas áreas de Portugal continental, trazendo benefícios para as regiões e populações onde se encontra (GPP, 2007). A produção intensiva do olival visa a obtenção de azeitona de conserva e azeite (DGADR, 2010). A cultura da oliveira é típica de regiões com clima mediterrâneo, onde os invernos são suaves e os verões quentes, secos e prolongados. O seu crescimento vegetativo é favorecido por temperaturas entre 10°C e 30°C. Condições meteorológicas como amplitudes térmicas diárias e temperaturas máximas elevadas, ocorrência de precipitação e ventos fortes influenciam seu ciclo biológico (DGADR, 2010).

No cenário mundial atual, Portugal produz cerca de 100 mil toneladas de azeite por ano, ocupando a 7ª posição no ranking mundial (GPP, 2020), possuindo uma área de 377 234 hectares destinados à cultura de olivais, este sendo 52,4% na região do Alentejo, seguido pela

região de Trás os Montes, com 21,7% da área (INE, 2021b). Na região de Trás-os-Montes, Mirandela é a região que apresenta a maior mancha de Olival (Felgueiras et. al, 2021). A figura 1 apresenta mapa de localização dos olivais em Portugal, destacados de acordo com densidade.

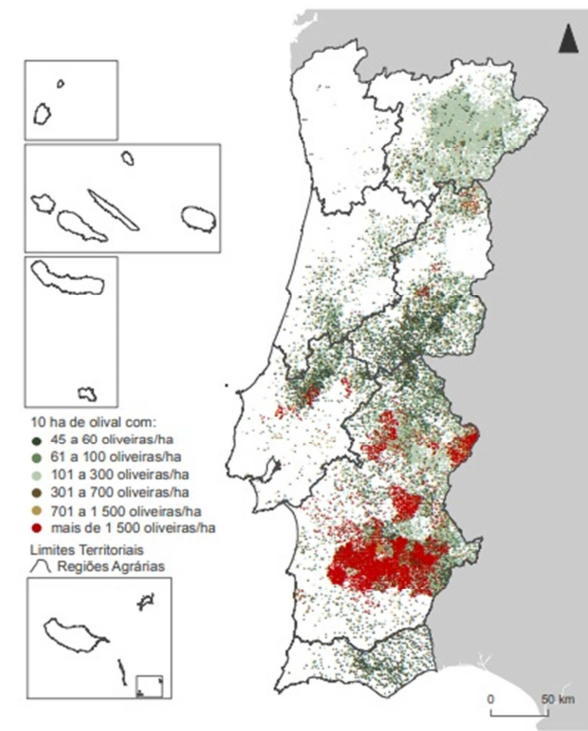


Figura 1 - Olivais em Portugal.
Fonte: INE (2021b).

As oliveiras são árvores que apresentam porte médio, com copa arredondada e densa. Quando necessárias intervenções humanas (podas) permitem uma maior entrada de luz, necessária ao seu desenvolvimento (Barranco et. al, 1999). Também são influenciadas por fatores ambientais (deficit hídrico, temperatura ambiental) e problemas fitopatológicos períodos de pré-floração e pós-polinização (Orlandi et. al, 2020).

O ciclo biológico da oliveira é caracterizado por uma produção bienal, favorecendo a variabilidade interanual na produção de frutos, acentuado pela alternância do pólen produzido (Rojo et. al, 2015).

Quanto aos hábitos de frutificação da oliveira, a alternância prevalece, onde a produção de um ano limita as reservas da planta e interfere com a produção do próximo ano. Esse fenómeno não pode ser completamente controlado pelo homem, porém, com uma técnica cultural equilibrada, a severidade da contra-safra pode ser minimizada, mantendo boas condições de crescimento (Rodrigues & Correia, 2009).

Este estudo mostra-se importante uma vez que permite conhecer de forma fidedigna, a

distribuição sazonal do pólen da *Olea europaea* na atmosfera da cidade de Bragança, para prevenção de doenças alérgicas em pessoas sensíveis a esse pólen.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Este estudo tem por objetivo principal analisar a aerobiologia do pólen atmosférico de *Olea europaea* e a relação entre as suas concentrações diárias atmosféricas e os parâmetros meteorológicos na cidade de Bragança durante maio e junho de 2021.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analisar o comportamento estacional e intradiário do tipo polínico *Olea europaea*;
- Analisar a variação dos fatores meteorológicos durante o período de estudo;
- Analisar a influência/ correlação dos fatores meteorológicos sobre as concentrações diárias polínicas atmosféricas dos pólenes de *Olea europaea*;
- Contribuir com informações para a elaboração do calendário polínico na cidade de Bragança.

1.3. Organização da Tese

O trabalho foi estruturado em cinco capítulos, sendo apresentado na seguinte forma:

O capítulo 1 apresenta uma breve introdução e enquadramento do tema deste estudo, cultivo de oliveiras em Portugal, a importância do tema, objetivos gerais e específicos do trabalho.

O capítulo 2 apresenta referencial teórico sobre a aerobiologia, aeropalinologia, características do pólen abordando-se o pólen *Olea europaea* e a relação do mesmo com parâmetros meteorológicos.

O capítulo 3 apresenta a área de estudo, área de amostragem selecionada, olivais na cidade de Bragança, metodologia para a preparação do material de coleta e respetivos equipamentos utilizados, assim como a descrição do processo de preparação das amostras, da leitura das lâminas, da fórmula com fator de correção, dos dados meteorológicos utilizados e dos aspetos relacionados com a realização de testes não paramétricos.

O capítulo 4 apresenta resultados incluindo os meteorológicos, os das concentrações de pólen obtidos a partir da análise das lâminas laboratoriais, da realização de testes não

paramétricos e discussões do tema em outras localidades.

Por fim, o capítulo 5 aborda a conclusão contendo uma síntese, identificando períodos e condições mais críticas.

2. AEROBIOLOGIA

Até recentemente, os estudos de alergologia tratavam principalmente das propriedades alergénicas das partículas, independentemente de suas características aerobiológicas. Atualmente, realizam-se estudos sobre os efeitos dos alérgenos em pessoas sensíveis, após deposição nos diferentes órgãos do aparelho respiratório. O conhecimento das propriedades aerodinâmicas das partículas aerotransportadas de alérgenos permite uma melhor compreensão dos sintomas da alergia respiratória (Spieksma, 1992).

A aerobiologia é definida como a ciência do transporte aéreo de microorganismos e outros materiais biológicos microscópicos através do ar, incluindo a libertação, a permanência no ar e a deposição de partículas, assim como as consequências resultantes para as formas de vida, incluindo a próprias entidades microscópicas. A partir dessa definição, têm-se diversas especialidades, como a física de aerossóis, alergia, bacteriologia, biometeorologia, botânica, entomologia, epidemiologia, qualidade do ar ambiente e interior, micologia, palinologia, fitopatologia, fisiologia respiratória (Muilenberg & Burge, 1996; Spieksma, 1992).

A aeropalinologia é uma disciplina da aerobiologia, especializada em grãos de pólen e todos os fatores relacionados com a libertação, dispersão e presença na atmosfera destes bioaerossóis. Os estudos aeropalinológicos permitem a caracterização do pólen da atmosfera, contribuindo para a prevenção de alergias causadas por pólen (Nítiu et. al, 2003), desempenhando papel fundamental nas clínicas de doenças alérgicas (Zemmer & Ozkaragoz, 2022).

Estudos demonstram que as mudanças climáticas e a poluição atmosférica podem alterar a produção de pólen, morfologia, alergenicidade, e a sua distribuição, o que pode aumentar os casos de doenças alérgicas como tem ocorrido nas últimas décadas (Ravindra & Mor, 2022).

Devido ao aperfeiçoamento dos diagnósticos em "alergologia", identificaram-se inúmeras espécies vegetais que potencialmente podem produzir e libertar pólen capaz de causar reações alérgicas em indivíduos predispostos (Della Rocca & Zangari, 2017).

Em Espanha, a SEAIC - Sociedade Espanhola de Alergologia e Imunologia Clínica foi fundada em 1986, sem fins lucrativos, para estimular a pesquisa na área de Alergologia e Imunologia Clínica, contribuindo para a formação e aperfeiçoamento científico de profissionais, difundindo o conhecimento, estabelecendo padrões em nível de território nacional. A rede de aerobiologia espanhola possui 40 estações de amostragem de pólen e publica os resultados de monitoração por meio da internet (SEAIC, 2021).

Paralelamente, as ações para a criação de uma Rede de Monitorização Aerobiológica em Espanha, com a possibilidade de integrá-la na Rede Europeia de Aeroalérgenos (EAN), foram iniciadas em 1991. A Rede Espanhola de Aerobiologia foi formada como uma rede académica, composta por docentes e pesquisadores altamente qualificados em disciplinas relacionadas com a Botânica, Micologia, Palinologia e Dinâmica da Atmosférica. Um dos primeiros objetivos consolidados foi a padronização de uma metodologia que seria aplicada tanto pelos centros já em operação quanto pelos recém-criados. Atualmente, conta com 47 unidades de monitorização aerobiológica, permitindo a partir delas, gerar informações comparativas e rigorosas. O Centro Coordenador Nacional da REA tem a função de receber, armazenar e organizar os dados obtidos nos diferentes locais amostrados, divulgando informações sobre os níveis de concentração polínica da atmosfera para os meios de comunicação. Ademais, verificou-se o desenvolvimento tecnológico devido às pesquisas contínuas, permitindo o desenvolvimento de modelos cada vez mais precisos, que envolve todos os fatores no complexo processo de emissão, difusão e transporte no ar e deposição de pólen e esporos (REA, 2022).

Em Portugal, criou-se a RPA - Rede Portuguesa de Aerobiologia em 2002, sendo um serviço público gratuito disponibilizado pela SPAIC - Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica. A RPA é responsável pela monitorização dos grãos de pólen e esporos de fungos presentes na atmosfera com potenciais efeitos sobre a saúde humana, difundindo o boletim semanal com as previsões polínicas. Esta rede possui 9 centros de monitorização, e nenhuma estação em Bragança (RPA, 2022). Porém, para suprir esta lacuna, em julho de 2020 foi estabelecido um convénio entre o IPB - Instituto Politécnico de Bragança e a USAL - Universidade de Salamanca cujo um dos principais objetivos visava a recolha de grãos de pólen e de esporos fúngicos na cidade de Bragança. Para o efeito tem estado instalado, desde então, um captador Hirst na cobertura do hospital municipal de Bragança.

Calendários polínicos auxiliam profissionais da saúde no tratamento profilático de pessoas sensíveis ao pólen (Rodrigues & Lisboa, 2016).

A Rede Portuguesa de Aerobiologia monitoriza a concentração de pólenes na atmosfera, emitindo periodicamente calendários polínicos. Porém, a RPA não apresenta classificação quanto à concentração dos pólenes no ar, assim, nesse estudo, consideraram-se os valores estabelecidos pela Rede Espanhola de Aerobiologia no seu Manual da Qualidade e Gestão (Galán et al., 2007).

Muitos são os métodos para o acompanhamento da concentração de pólenes no ar. O método desenvolvido por Hirst é o mais utilizado pelos diversos grupos da European

Aeroallergen Network (EAN). O uso do captador Hirst deve-se ao facto de permitir amostragem horária e diária, possuindo metodologia de qualificação e quantificação. Ademais, o equipamento é de fácil utilização, eficiente e requer pouca manutenção (Rodrigues & Lisboa, 2016).

2.1. Pólen

O pólen é produzido nas plantas superiores com semente, sendo essencial para a reprodução sexual das plantas. Quando libertado na atmosfera, podem desencadear alergias na população, manifestando-se como rinite alérgica, conjuntivite, inflamações cutâneas e outros sintomas (Rodrigues & Lisboa, 2016).

O grão de pólen ou microgametófito é o elemento masculino responsável pela fertilização das flores e, conseqüentemente, pela formação de sementes. A determinação de características microscópicas do grão de pólen permite identificar a polaridade e simetria, tamanho, cor, formato, esporoderme, ornamentação e aberturas (Sánchez Reyes & Sánchez Sánchez, 2017).

No que se refere à simetria um grão de pólen pode apresentar dois planos de simetria (bissimétrico), três ou mais planos de simetria (radiossimétrico) ou nenhum plano de simetria (assimétrico). O tamanho do pólen é definido pelo seu diâmetro, quando o grão de pólen é esférico e pelos comprimentos de seus eixos polar e equatorial se for elipsóide, independente do tamanho ou ornamentação que possuam. Para a classificação dos grãos de pólen quanto ao tamanho utiliza-se os grupos estabelecidos por Erdtman (1952), sendo eles: muito pequeno, para diâmetro inferior a 10 μm ; pequeno para diâmetros compreendidos entre 10-24 μm ; médio, entre 25-49 μm ; grande, entre 50-99 μm ; muito grande, entre 100-200 μm ; e gigante, para diâmetros superiores a 200 μm . A cor do pólen não é perceptível em leituras de microscópio, sendo visível em agrupamentos polínicos. A cor dos pólenes depende da composição química e da sua origem botânica (Sánchez Reyes & Sánchez Sánchez, 2017). Assim, nesse estudo não se considerou a cor do pólen da oliveira.

Os grãos de pólen são estruturas tridimensionais, com possibilidades de apresentarem diferentes formas de acordo com a vista (equatorial ou polar), sendo uma das principais características para a identificação dos mesmos. O formato do grão de pólen pode ser definido de acordo com a relação entre o comprimento do eixo polar e o diâmetro equatorial, sendo classificados em nove tipos de acordo com a classificação de Erdtman (1943, 1952) e Reitsma (1970), (Sánchez Reyes & Sánchez Sánchez, 2017).

Esporoderme são as camadas que envolvem o grão, protegendo o pólen de agentes

externos. Deve-se avaliar a intina que é a camada mais interna da esporoderme e circunda o citoplasma, levando-se em consideração a sua espessura e posição. Em relação à ornamentação, esta está associada à camada protetora superior, mais externa da esporoderme (tecto) presente no grão de pólen. Alguns grãos podem não conter esta camada protetora e, nestes casos, são chamados de intectates, alguns apresentam cobertura parcial (semitectates) e outros apresentam cobertura completa (tectates) (Sáenz Laín, 2004; Sánchez Reyes & Sánchez Sánchez, 2017).

As aberturas atuam como via para a transferência de água e outras substâncias, cumprindo função harmomégata, sendo uma área diferenciada do restante da superfície do pólen por onde o tubo polínico pode sair. Para a classificação do grão do pólen deve ser considerado o número e a posição das aberturas presentes. Podem ser poros, colpos ou sulcos (Caeiro, 2013 e Sáenz Laín, 2004).

2.1.1. O pólen da *Olea europaea*

Os impactos epidemiológicos e clínicos causados pela polinose variam de acordo com a região, uma vez que a fonte de pólen, a oliveira, é uma espécie cultivada e a sua distribuição altera-se de região para região. O que é marcante nesse pólen é que o período de polinização da oliveira é curto e intenso. O seu pólen está mais presente na atmosfera entre maio e o início de junho, período em que são libertadas grandes quantidades de pólen, embora siga a alternância de produção (Fernandes et. al., 2010 e Lombardero et al., 2002).

Regiões com grande densidade de olivais devem ser consideradas como uma referência para estabelecer o período de polinização em locais onde esta espécie não é tão comum. Além disso, são necessárias pesquisas que se concentrem em novas metodologias para prever contribuições externas para os níveis de pólen, a fim de alertar a população alérgica de concentrações excepcionalmente altas (Viney et al., 2021).

Quanto à morfologia do pólen da *Olea europaea*, a mesma vem a ser trizonocolpado (com a abertura de 3 colpos), isopolar, com simetria radial, suboblato a subprolato e tamanho pequeno a médio (eixo 22-28 µm polar). A forma é lobada subcircular a triangular em vista polar e circular a ligeiramente elíptica em vista equatorial. A sua abertura é simples, do tipo colpo com aproximadamente 19 µm de comprimento. Apresenta superfície reticulada, com espaçamentos irregulares de 1,5-2 µm de diâmetro (Fernández, 2008). A seguir, a Figura 2 apresenta imagens do pólen obtidas por meio de microscópio eletrônico.

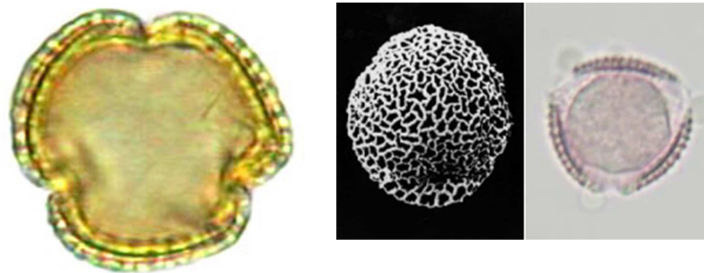


Figura 2 - Características do pólen da oliveira.

(a) Polen trizonocolpado, (b) Pólen prolado e esfeiroidal, (c) Isopolar, simetria radial, (d) Colpo / aberturas, (e) Membrana reticulada.

Fonte: Colín (2020) e Fernández (2008).

2.2. Processos Aerobiológicos: influência de parâmetros meteorológicos

Muitos dos trabalhos de Aerobiologia têm como objetivo principal estabelecer relações entre condições meteorológicas e concentrações polínicas, devido ao conhecimento da influência que as condições climáticas exercem sobre a floração, produção de pólen e polinização, uma vez que determinam o início da floração, quantidade da vegetação e pólen diário libertado na atmosfera (Caeiro, 2013).

Geralmente, as árvores e arbustos têm polinização anemófila, ou seja, pelo vento, onde as flores produzem uma grande quantidade de pólen extremamente pequeno que pode ser transportado por massas de ar até distâncias consideráveis, dependendo das condições meteorológicas (Della Rocca & Zangari, 2017).

As condições microclimáticas mais favoráveis para reprodução em oliveiras são encontradas em anos e áreas de olivais com baixa temperatura e elevados registros de precipitação durante os meses anteriores à floração das oliveiras (Aguilera & Valenzuela, 2012).

A emissão de pólen é influenciada por variáveis ambientais das fases de indução floral do ano precedente (final do outono – início do inverno) até à maturação das estruturas reprodutivas (Aguilera et al., 2014).

O transporte e a dispersão das partículas estão intimamente ligados às características físicas do pólen, como tamanho, forma, densidade e a aerodinâmica do grão de pólen. O tempo que as partículas permanecem suspensas no ar é inversamente proporcional a seu tamanho (Colín, 2020).

A temperatura é um dos principais fatores que afetam a floração das árvores mediterrâneas. No caso de *Olea europaea*, um período de baixa temperatura é essencial para interromper a dormência. Depois de atingida uma temperatura base, a planta acumula calor

até ao início da floração (Galán et al., 2001).

O comportamento fisiológico das oliveiras varia em função do microclima, com produção média diferenciada de flores e grãos de pólen. As oliveiras tendem a aumentar o seu período de floração e a produção de pólen à medida que a altitude aumenta. Baixas temperaturas e elevada precipitação, durante os meses anteriores ao período de floração, são as condições meteorológicas que afetam a produção de flores e pólen (Aguilera et al., 2012).

As mudanças no clima estão alterando a distribuição do pólen. Evidências crescentes confirmam que o aumento de alérgenos de pólen em pequenas partículas respiráveis no ar, explica o aumento da ocorrência de doenças respiratórias na estação polínica (Burge, 2002).

Para se entender os efeitos dos fatores climáticos na concentração polínica, estudos de correlação são utilizados onde as condições meteorológicas comumente utilizadas são: temperatura máxima, temperatura média e temperatura mínima do ar, humidade relativa, radiação global, número de horas de insolação, períodos de calma, velocidade e direção do vento (Caeiro, 2013).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Amostragem Aeropalinológica

3.1.1. Localização e tipo do captador

O amostrador de grãos de pólen e de esporos fúngicos foi instalado na cobertura do Hospital de Bragança (coordenadas 41° 48' 7.517"N, 6° 46' 4.742"W), num local de fácil acesso, com ponto de energia próximo e a sensivelmente 25 metros acima da superfície.

Além de aspetos logísticos relevantes como os referidos anteriormente, a escolha do local teve por base outros critérios como a redução da influência de potenciais fontes de pólenes (árvores presentes na zona envolvente e gramíneas) presentes na vizinhança próxima, a ausência de obstáculos, como edifícios de grandes dimensões que pudessem perturbar o fluxo do ar (Rodrigues & Lisboa, 2016). A figura 3 apresenta o hospital de Bragança com destaque para o captador instalado em sua cobertura.



Figura 3 - Hospital de Bragança e captador em destaque.
Fonte: Autoria própria (2022).

A monitorização polínica realizou-se de maio a junho de 2021, utilizando o captador volumétrico de sucção tipo Hirst VPPS 2000 (Lanzoni®), que permite a sua operação durante um período de até uma semana, sem necessidade de qualquer intervenção humana. Esse equipamento apresenta como vantagem ser de fácil utilização, baixo custo e requer pouca manutenção (Galán et al., 2007).

O captador volumétrico tipo Hirst é constituído por três componentes, são eles: bomba

de vácuo, leme e unidade de impacto. A bomba de vácuo está localizada na parte inferior do equipamento, é movida por meio de corrente elétrica. Aspira caudal constante de ar, que foi definido como 10 litros de ar por minuto (14,4 m³/dia), para simular a respiração humana. O leme está localizado no invólucro exterior da unidade de impacto, permite a orientação da parte superior do captador de acordo com a direção do vento dominante, permitindo que o bocal fique posicionado no sentido oposto ao do vento. Também é dotado de uma viseira na parte superior que permite reduzir ao máximo o efeito da turbulência, do vento e da precipitação no bocal do aparelho. O bocal, com uma dimensão de 14 x 2 mm, capta o ar e lança-o sobre o tambor revestido por uma fita de melinex (14 mm X 336 mm) impregnada com uma solução de silicone. Esse tambor é movido por um mecanismo de relojoaria que permite que o mesmo gire a uma velocidade constante de 2 mm/h (48 mm/dia) durante um período de 7 dias. Após os sete dias, esse tambor deve ser retirado e substituído por outro contendo uma nova fita com solução de silicone (Galán et al., 2007). A figura 4 apresenta a ilustração do captador volumétrico de ar do tipo Hirst e corte esquemático da unidade de impacto. A figura 5 apresenta o tambor do amostrador, com a marcação de onde deve ser o posicionamento do equipamento. A figura 6 apresenta a fotografia do captador instalado na cobertura do Hospital de Bragança.

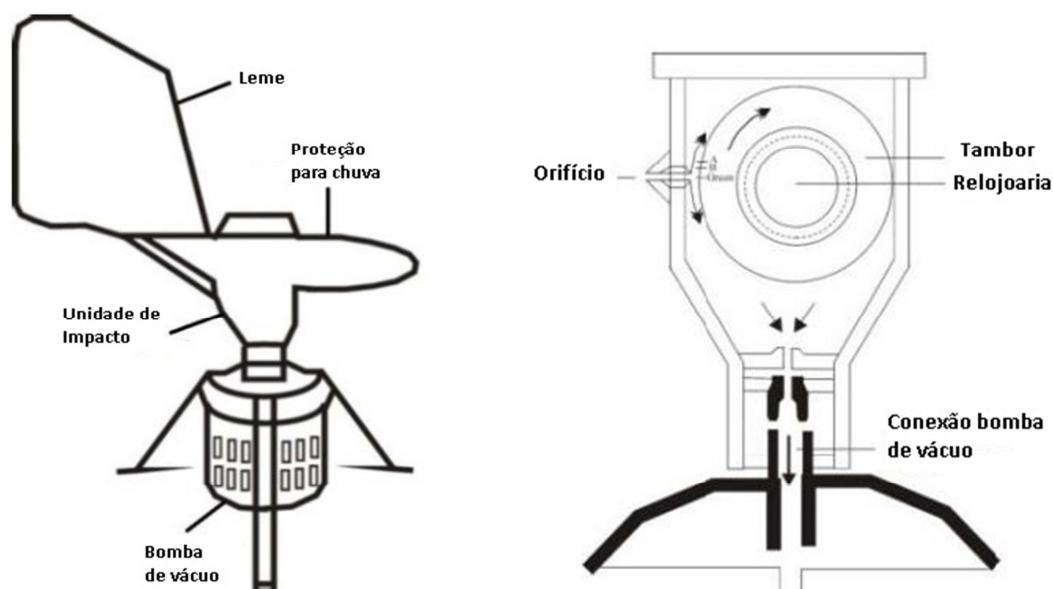


Figura 4 – Captador volumétrico de ar tipo Hirst e corte esquemático da unidade de impacto.
Fonte: Adaptado de Galán et al. (2007).



Figura 5 - Tambor do amostrador
Fonte: Autorial própria (2022).



Figura 6 - Capturador volumétrico do tipo Hirst instalado na cobertura do Hospital de Bragança.
Fonte: Autorial própria (2022).

3.2. Obtenção e preparação das amostras

A fita de Melinex com os tambores foram substituídos semanalmente, e sempre que essa substituição é realizada, o mecanismo de relojoaria contido na unidade de impacto também era acionado. Além disso, o caudal de sucção de ar foi sempre verificado por meio de um fluxímetro (rotâmetro), para assegurar que o mesmo permanecesse em 10 L/min. Após a verificação do caudal, era necessário bloquear o leme do captador. Depois, a barra de bloqueio era pressionada (como pode ser verificado na figura 7) e girada para abrir a unidade

de impacto, retirando-se do seu interior o tambor que era guardado no porta-tambor e inserido outro tambor com nova fita Melinex no captador. Após a substituição do tambor, procedia-se ao acionamento do mecanismo de relojoaria, onde se girava de forma manual, no sentido anti-horário, até chegar ao batente, sem forçar (Ferro, 2011).



Figura 7 - Barra de bloqueio sendo pressionada para troca do tambor.
Fonte: Autoria própria (2022).

Posteriormente, a cabeça que contém a unidade de impacto era inserida no equipamento com o auxílio de um trilho guia existente. A unidade de impacto era fechada hermeticamente para que não ocorresse perda de vácuo ou variação no volume de sucção. Após a substituição do tambor, com a unidade de impacto fechada, verificava-se novamente o caudal da sucção por meio do mesmo fluxímetro, para assegurar que o mesmo se mantinha nos 10 L/min, conforme apresentado na figura 8. Após a verificação do volume de sucção, o leme era desbloqueado para operação (Galán et al., 2007).



Figura 8 - Verificação do caudal de entrada por meio de fluxímetro.
 Fonte: Autoria própria (2022).

Os materiais utilizados para o processamento das amostras é previamente apresentado na figura 9, com a identificação dos itens por meio de letras.



Figura 9 - Materiais utilizados para a preparação das amostras.
 (a) álcool etílico, (b) pincel, (c) conta gotas, (d) estilete, (e) solução de gliceroelatina com fucsina básica, (f) solução de silicone, (g) lamina, (h) lamela, (i) porta-tambor, (j) fita Melinex, (k) suporte, (l) regua de acrílico transparente específica.
 Fonte: Autoria própria (2022).

Após a recolha das amostras, na cobertura do hospital, o processamento das amostras era efetuado no Laboratório de Qualidade do Ar do Instituto Politécnico de Bragança. Primeiramente, realizava-se a desinfecção do material e da bancada a ser utilizada com o auxílio de álcool etílico, seguindo-se da retirada da fita Melinex do tambor contido no porta-tambor, com recurso a um suporte, conforme ilustrado na figura 10. De seguida, a fita era colocada sobre uma régua de acrílico transparente específica, e comum estilete procedia-se ao corte da fita em 7 partes iguais, com 48 mm cada (correspondente a 24 horas), de acordo com o apresentado na figura 11. Depois desta etapa cada segmento da fita era transferido para uma lâmina devidamente etiquetada (nome da cidade e data da amostra).

Com a amostra da fita na lâmina, aplicava-se de 3 ou 4 gotas de uma solução de glicerogelatina com fucsina básica, com o auxílio de um conta-gotas, previamente amornada, para coloração dos grãos de pólen e para fixação da lamela, conforme apresentado na figura 12.

As lâminas preparadas (figura 13) eram armazenadas em estojo específico para posterior análise em microscópio eletrónico para identificação e contagem dos grãos de pólen *Olea europaea*.

Após a preparação das amostras, nova fita Melinex é colocada no tambor previamente desinfetado, e com o recurso do suporte e o uso de um pincel é aplicada uma solução de silicone na nova fita com o pincel. Finalmente, o tambor era guardado no porta-tambor previamente desinfetado para posterior utilização.

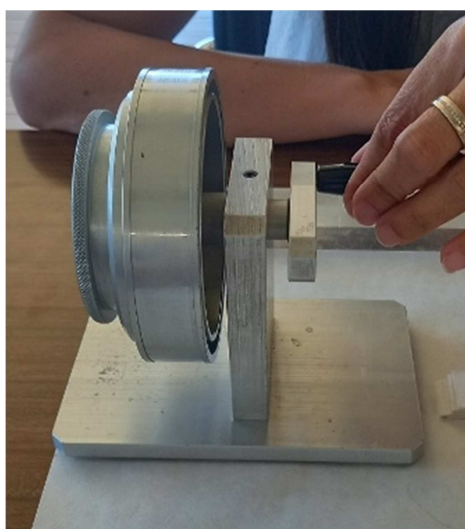


Figura 10 - Suporte utilizado para a substituição da fita do tambor.
Fonte: Autoria própria (2022).

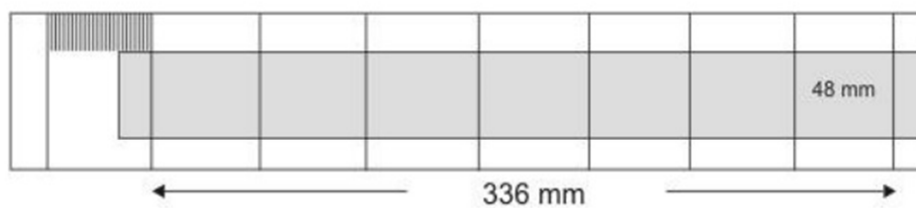


Figura 11 – Fita Melinex sobre régua de acrílico, para marcação e segmentação.
Fonte: Galán et al. (2007).



Figura 12 - Preparação das lâminas com 4 gotas da substância colorante e fixadora.
Fonte: Autoria própria (2022).

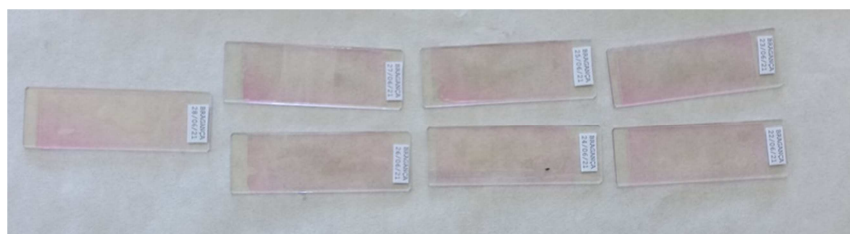


Figura 13 - Lâminas identificadas e preparadas.
Fonte: Autoria própria (2022).

3.3. Leitura das amostras e fator de correção

As lâminas preparadas eram armazenadas em frigorífico para conservação e posteriormente, analisadas com o auxílio de um microscópio eletrônico Leica CME, sendo a leitura realizada em quatro varreduras longitudinais equidistantes, utilizando uma objetiva de aumento 40x. Na figura 14 apresenta-se uma foto do microscópio utilizado.



Figura 14 - Microscópio Leica CME utilizado.
Fonte: Autoria própria (2022).

Para a leitura das lâminas, com o objetivo de conhecer a variação intradiária de pólen, utilizou-se uma régua de acetato conforme orientações da REA, onde um pedaço de acetato cortado do tamanho da lâmina de amostra diária é dividido transversalmente em 24 intervalos de 2 milímetros, conforme giro da fita siliconada a cada hora (Galán et. al, 2007). Efetuaram-se 4 varreduras horizontais, e contabilizou-se o número de grãos de pólen *Olea europaea* por hora.

A seguir, apresenta-se um breve esquema da leitura das lâminas com o auxílio do gabarito de acetato, na figura 15. E em seguida, apresenta-se na figura 16, a fotografia da lâmina com a régua de acetato já pronta para leitura da amostra.

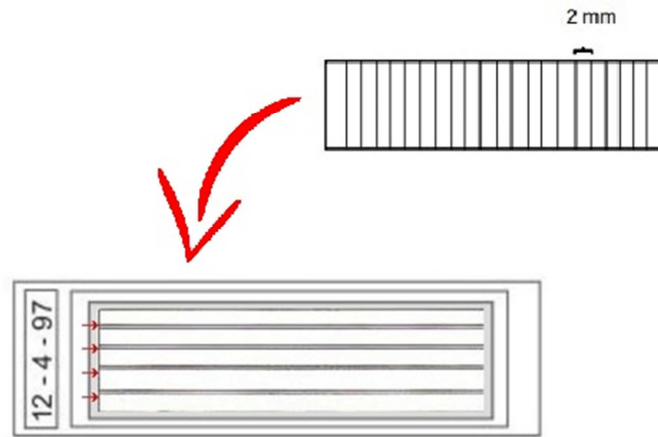


Figura 15 - Método de contagem de pólen para varreduras horizontais contínuas com o auxílio da régua de acetato.

Fonte: Adaptado de Galán et al. (2007) e Sánchez Reyes (2021).

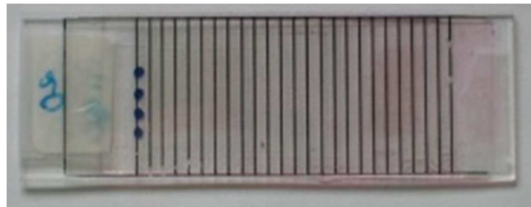


Figura 16 - Lâmina com régua de acetato.

Fonte: Galán et al.(2007).

Após a quantificação dos grãos de pólen de *Olea europaea*, com auxílio do Excel, elaborou-se tabela da distribuição dos grãos de pólen por hora e por dia. Em seguida, aplicou-se um fator de correção de unidades, para que a concentração seja expressa em grãos de pólen por metro cúbico de ar cuja fórmula se apresenta a seguir:

$$Factor\ de\ Correção = \frac{C \times L}{A \times C \times n \times V}$$

C = comprimento da fita de Melinex (336 mm)

L = largura da fita de Melinex (14 mm)

A = amplitude do campo optico a 40X (0,45 mm)

n = numero de varreduras (4)

V = Volume de Sucção (14,4 m³)

$$Factor\ de\ Correção = \frac{336 \times 14}{0,45 \times 336 \times 4 \times 14,4}$$

$$Factor\ de\ Correção = 0,54$$

3.4. Análise dos dados da concentração de pólen

Após a aplicação do fator de correção sob a concentração de grãos de pólenes, foram elaborados gráficos com o auxílio do Programa Excel, para melhor entendimento dos resultados obtidos.

Elaborou-se gráficos referentes a: variação estacional e variação intradiária e respectivas análises. A seguir, apresenta-se detalhamento da análise em questão. Os gráficos elaborados e respectivas análises encontram-se no capítulo 4 desse estudo - Resultados e Discussão.

3.5.1 Comportamento estacional

A análise do comportamento estacional tem como maior objetivo avaliar a variação da concentração de grãos de pólen ao longo do ano, permitindo identificar os picos, os períodos de redução da concentração, a classificação quanto aos riscos de desenvolvimento de sintomas que a população sensível devido à presença de pólen, e a identificação do período polínico.

A Concentração Diária dos pólenes foi apresentada por meio de gráfico com o total de grãos de pólenes de *Olea europaea* por metro cúbico de ar identificadas por dia ao longo do período do estudo.

Apresentou-se um gráfico referente à média móvel da concentração de grãos de pólen identificados ao longo do tempo do estudo, considerando-se os 5 dias prévios (assim, a média móvel começa a ser apresentada a partir do dia 05/05/2021), para compreensão dos aumentos da concentração e para suavizar a linha de tendência média móvel.

No que se refere à classificação da concentração diária dos grãos de pólen, de acordo com os riscos que a população sensível desenvolva sintomas associados à presença de pólen, a Rede Espanhola de Aerobiologia apresenta, no “manual de Qualidade e Gestão de Aerobiologia Espanhola”, os tipos de pólen e sua respetiva segregação em quatro grupos e os limiares dos grãos de pólen de *Olea europaea* são apresentados no Grupo 4, sendo apresentadas as seguintes classificações já com o fator de correção aplicado: nula, com concentração inferior a 1 grão de pólen por m³/ de ar; baixo, com a concentração entre 1 a 50 grãos de pólen por m³/ de ar; moderada, com a concentração entre 51 a 200 grãos de pólen por m³/ de ar; e alta, com a concentração superior a 200 grãos de pólen por m³/ de ar. Para enquadramento elaborou-se um gráfico no qual se apresenta a concentração diária identificada e os limiares estabelecidos pela REA.

Para a definição do período polínico, considerou-se o período de tempo em que 95% da carga total do pólen *Olea europaea* foi coletado, descartando-se as duas extremidades, cada uma correspondente a 2,5% da concentração total de grãos de pólen, sendo a data de início da estação o dia em que 2,5% da carga total de pólen do estudo foi registrada e a data de término o dia em que foi registrado 97,5% da carga total de pólen (Andersen, 1991).

3.5.2 Variação intradiária

A análise da variação intradiária tem como principal objetivo verificar como a concentração de grãos de pólen se comporta ao longo do dia.

Elaborou-se um gráfico em que é expressa a concentração de grãos de pólen pelas horas do dia e a cada duas horas; para assim identificar os horários de maiores concentrações de grãos de pólen e comportamento ao longo do dia. Ademais, apresentou-se um gráfico com o percentual das concentrações horárias e bi-horárias para entender a distribuição percentual dos grãos de pólen ao longo do dia.

3.5. Área de Estudo

A cidade de Bragança é a sede do Concelho e do Distrito de Bragança, estando localizada no nordeste Transmontano de Portugal. O Concelho faz fronteira a Norte e a Este com a província de Zamora (Espanha), a Sudeste com o Concelho de Vimioso, a Sudoeste com Macedo de Cavaleiros e a Oeste com Vinhais.

A cidade de Bragança está rodeada pela Serra de Montesinho a Norte e pela Serra de Nogueira a Sul. O município de Bragança apresenta altimetria com elevada complexidade,

com variações de altitude de 325 a 1487 metros, característica de espaços montanhosos, onde as variações podem atingir os duzentos metros numa distância reduzida. A sua área é de aproximadamente 1.173,57 km², com população de 34.380 habitantes em 2021. Na figura 17 apresenta-se o mapa de localização da cidade de Bragança (Gonçalves, 2013; INE, 2012; INE, 2021a).

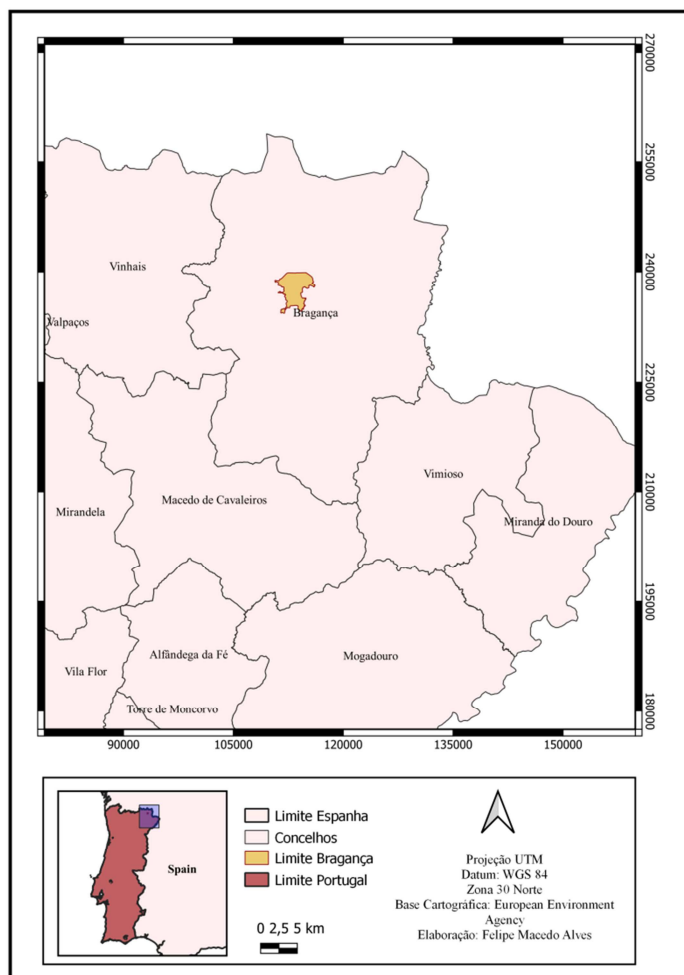


Figura 17 - Mapa de localização da cidade de Bragança
Fonte: Autoria própria (2022).

O espaço urbano da cidade apresenta diversidade, com bairros de edifícios unifamiliares e plurifamiliares. No interior do seu perímetro observam-se espaços verdes com variadas características (espaços verdes públicos e de atividades agrícolas e florestais). A economia local é sustentada, maioritariamente, por instituições públicas de prestação de serviços, e algumas pequenas e médias empresas, ainda que a atividade industrial seja pouco representativa (Gonçalves, 2013).

3.5.1. Classificação climática

De acordo com a classificação climática de Köppen e Geige, a cidade de Bragança caracteriza-se pelo clima Csb, que vem a ser o clima temperado, onde a temperatura média do ar se encontra entre -3°C e 18°C nos meses mais frios, e a temperatura média do ar se encontra acima de 10°C nos meses mais quentes, tendo as estações de inverno e verão distintas e bem definidas (Gonçalves, 2013; Medeiros, 2019).

De acordo com a classificação de Thornthwaite, o clima na cidade é do tipo B2 B'4 s b'4, caracterizado como mesotérmico, húmido, com moderada deficiência hídrica no verão (Gonçalves, 2013; Medeiros, 2019).

3.5.2. Análise meteorológica

Para a análise meteorológica, neste estudo, utilizaram-se os dados diários dos parâmetros meteorológicos da cidade de Bragança, durante o período de maio a junho de 2021. Os dados meteorológicos utilizados foram recolhidos na estação de monitorização do grupo de Tecnologia Ambiental do Instituto Politécnico de Bragança – IPB. Foram apresentadas informações dos parâmetros meteorológicos: temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$), temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$), humidade relativa média (%), precipitação (mm), insolação (horas), velocidade média do vento (m/s), direção predominante do vento e frequência de calma dos ventos (%). Os valores dos parâmetros apresentados foram expressos em médios diários, com exceção da precipitação e insolação, onde os valores foram expressos como valor acumulado durante o dia.

Elaborou-se um quadro com os parâmetros meteorológicos agrupados por semana. A partir dos dados fornecidos, elaborou-se um climograma, gráfico das temperaturas médias, máximas e mínimas; e gráfico da direção predominante dos ventos na cidade de Bragança para os meses de maio e junho de 2021.

3.5.3. Identificação dos Olivais

Realizou-se o levantamento da localização de oliveiras na área do estudo. O levantamento envolveu a realização de percursos a pé e de bicicleta, com marcação dos exemplares de oliveira ornamentais identificados e delimitação de polígonos de plantações mais extensas através da utilização do Google Earth.

Foi realizada a construção de mapa com a divisão dos quadrantes de vento onde o ponto central escolhido foi o captador de ar localizado na cobertura do hospital, conforme se ilustra na figura 18.

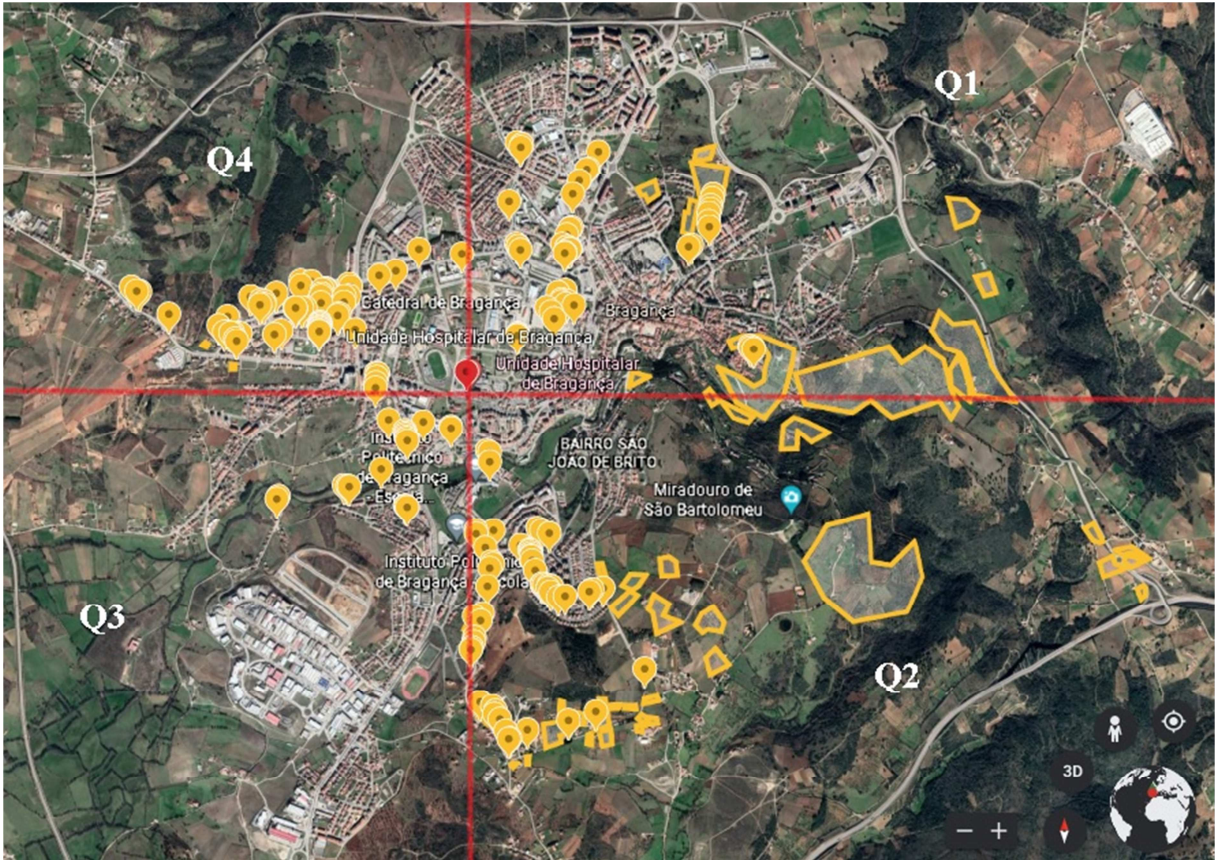


Figura 18 - Localização das oliveiras identificadas
Fonte: Autoria própria (2022).

No quadrante 1, identificou-se grande quantidade de exemplares ornamentais e foram localizadas plantações comerciais na zona próxima à Trajinha, conforme pode ser verificado nas figura 19.



Figura 19 - Olival localizado na área da Trajinha
Fonte: Autoria própria (2022).

A área identificada entre o quadrante 1 e quadrante 2 corresponde à zona de cultivo mais extenso de oliveiras. Essa zona localiza-se na área envolvente do castelo, onde os cultivos se dão em área inclinada com alta variação na altitude, sendo apresentados de ambos os lados do rio Fervença e continuam após a rodovia E82. Exemplos ornamentais foram identificados nos jardins internos do castelo. As figuras 20 e 21 apresentam as plantações de oliveiras identificadas próximas ao castelo.



Figura 20 - Olivais identificados na envolvente do castelo
Fonte: Autoria própria (2022).



Figura 21 - Plantação de olivais identificada nos arredores do castelo.
Fonte: Autoria própria (2022).

Também no segundo quadrante, além da zona envolvente do castelo, foram identificadas exemplares ornamentais nas zonas residenciais, como por exemplo, o Bairro São João de Brito e Artur Mirandela, com alguns plantios comerciais na zona próxima ao miradouro de São Bartolomeu e na região de Samil, conforme apresentado na figura 22.



Figura 22 - Olival identificado próximo ao Miradouro de São Bartolomeu.
Fonte: Autoria própria (2022).

No terceiro quadrante, foram identificados exemplares ornamentais, sendo essa a zona da cidade com menor concentração de oliveiras, que podem ser identificadas no Bairro dos Formarigos e no Bairro do Campo Redondo.

Já no quarto quadrante foram identificados diversos exemplares ornamentais, não sendo identificados cultivos de grande extensão. A figura 23 apresenta foto de oliveiras de ornamentação identificadas numa rua relativamente recente da cidade de Bragança.



Figura 23 - Oliveiras ornamentais identificadas.
Fonte: A autoria própria (2022).

3.5.3. Correlações com os parâmetros meteorológicos

A análise estatística foi realizada com recurso ao programa IBM SPSS Statistics 28.0., tendo envolvido testes não paramétricos de correlação de Spearman para identificar as possíveis correlações entre a concentração de pólen do tipo polínico *Olea europaea* e os parâmetros meteorológicos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Meteorologia

- Climograma

A tabela 1 apresenta os dados meteorológicos (temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitação, humidade relativa do ar e horas de sol) utilizados agrupados semanalmente.

Quanto ao climograma elaborado pela autora, contendo informações da temperatura média e precipitação e apresentado na figura 24, verificou-se, durante o período de estudo, irregularidade na distribuição da precipitação, sendo ela mais evidenciada no período de 13 a 21 de junho.

Quanto às temperaturas (figura 25) verificou-se que a temperatura média sofreu variação, a temperatura média mínima foi registada no dia 10 de maio com 8,2°C e a temperatura média máxima foi de 23,9 °C no dia 11 de junho. Já o máximo da temperatura máxima foi observado no dia 15 de junho, em que se atingiu 32,6°C e mínimo da temperatura mínima, de 2 °C, foi registado no dia 1 de maio.

Tabela 1 - Dados meteorológicos de Bragança.

Data	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima [°C]	Temperatura Mínima [°C]	Precipitação (mm/dia)	Humidade relativa do ar [%]	Horas Sol [h]
01/05 - 07/05	13.2	20.0	5.3	0.0	59.8	12.0
08/05 - 14/05	11.3	16.1	6.8	15.4	73.1	10.5
15/05 - 21/05	15.0	21.0	8.1	1.2	63.0	11.4
22/05 - 28/05	15.1	22.0	7.2	1.0	57.6	11.8
29/05 - 04/06	18.4	25.2	10.9	1.0	62.2	11.7
05/06 - 11/06	21.8	29.6	12.8	0.0	48.3	12.2
12/06 - 18/06	19.7	27.2	13.4	31.2	69.2	10.0
19/06 - 25/06	15.8	21.7	9.8	14.0	68.1	10.9
26/06 - 30/06	17.5	23.3	9.8	0.0	60.2	12.1

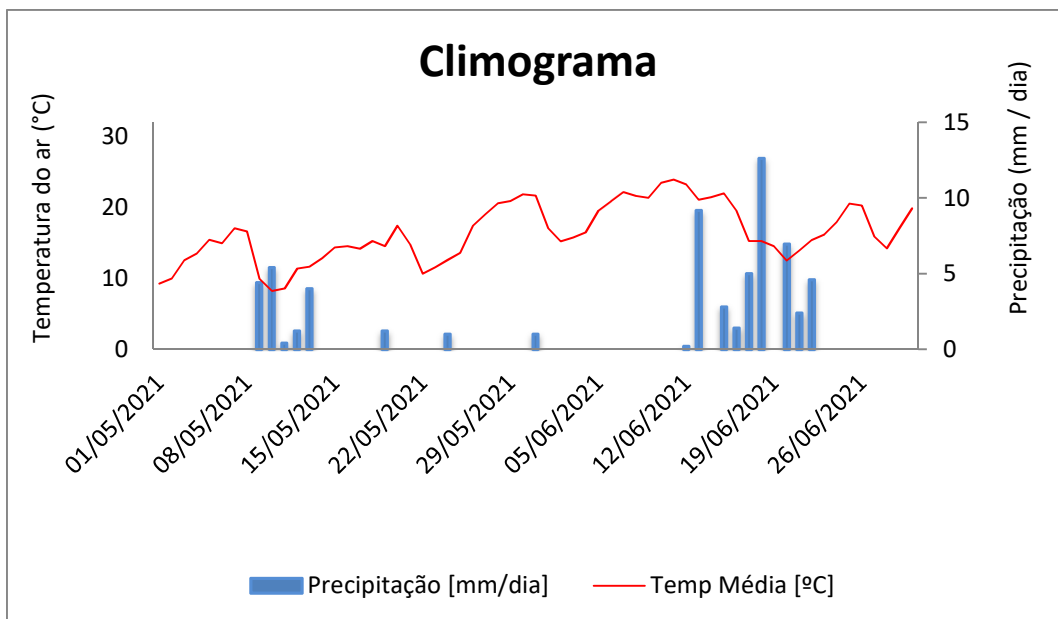


Figura 24 - Climograma da cidade de Bragança para os meses de maio e junho de 2021.
Fonte: Autoria própria (2022).

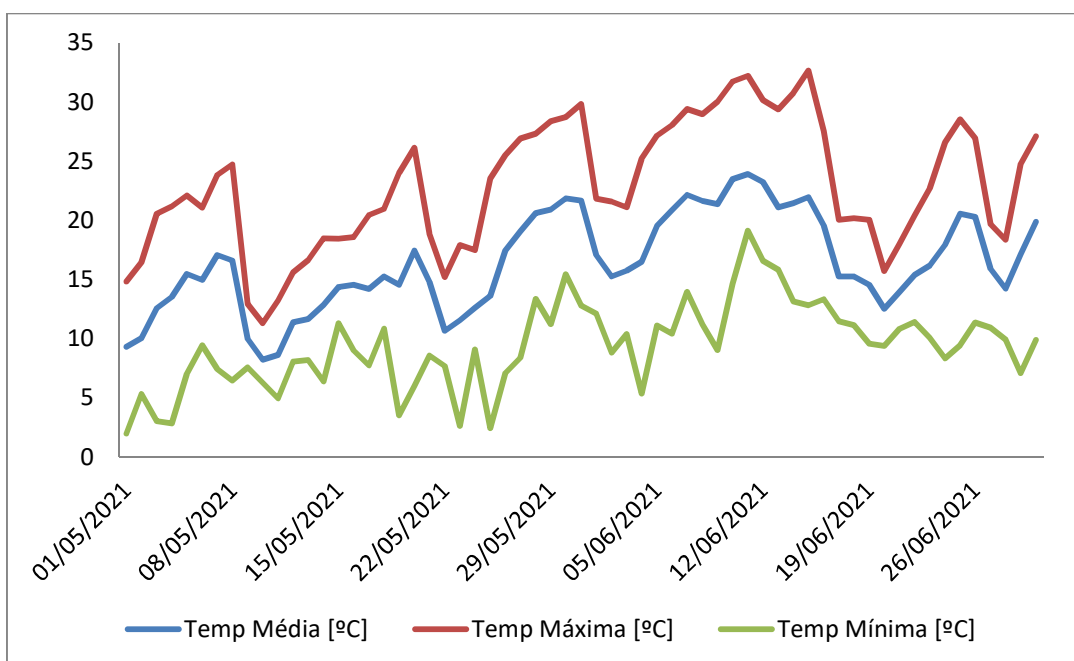


Figura 25 - Valores diários de temperaturas máximas, médias e mínimas (em °C) em Bragança.
Fonte: Autoria própria (2022).

- Predominância dos ventos

De acordo com a análise realizada, entende-se que os ventos predominantes no período estudado são os do 3º quadrante, vindos da direção sudoeste.

A seguir tem-se a tabela 2, apresentando os dados referentes aos ventos em Bragança (velocidade dos ventos, direção e períodos de calma). O gráfico de direção dos ventos (figura 26) com os respetivos quadrantes na cidade de Bragança nos meses de maio e junho de 2021.

Tabela 2 - Dados referentes aos ventos de Bragança.

Data	Vento [m/s]	Q1 [%]	Q2 [%]	Q3 [%]	Q4 [%]	Calmas [%] (para $U < 0,5$ m/s)
01/05 - 07/05	1.9	16.2	10.8	52.0	2.6	18.5
08/05 - 14/05	2.8	1.3	16.1	74.6	1.6	6.4
15/05 - 21/05	2.8	3.1	12.1	74.9	4.0	6.0
22/05 - 28/05	1.8	12.4	12.5	51.7	7.9	15.5
29/05 - 04/06	1.7	13.5	9.8	52.1	8.0	16.6
05/06 - 11/06	1.7	34.3	6.6	26.0	22.8	10.2
12/06 - 18/06	1.6	34.5	19.2	21.0	11.7	13.5
19/06 - 25/06	1.9	16.1	18.8	43.6	9.0	12.6
26/06 - 30/06	2.4	8.2	7.1	67.5	3.6	13.6

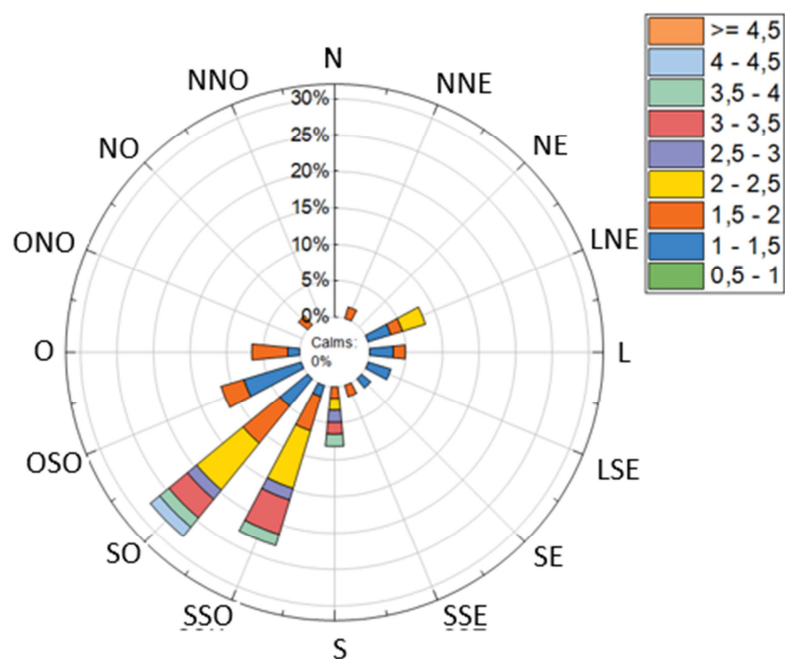


Figura 26 - Gráfico da predominância de vento na cidade de Bragança nos meses de maio e junho de 2021, segundo os quadrantes da direção do vento.
Fonte: Autoria própria (2022).

4.2. Comportamento Estacional

Baseado na análise dos dados gerados por meio da análise das lâminas, com a posterior aplicação do fator de correção, tem-se os seguintes gráficos e considerações.

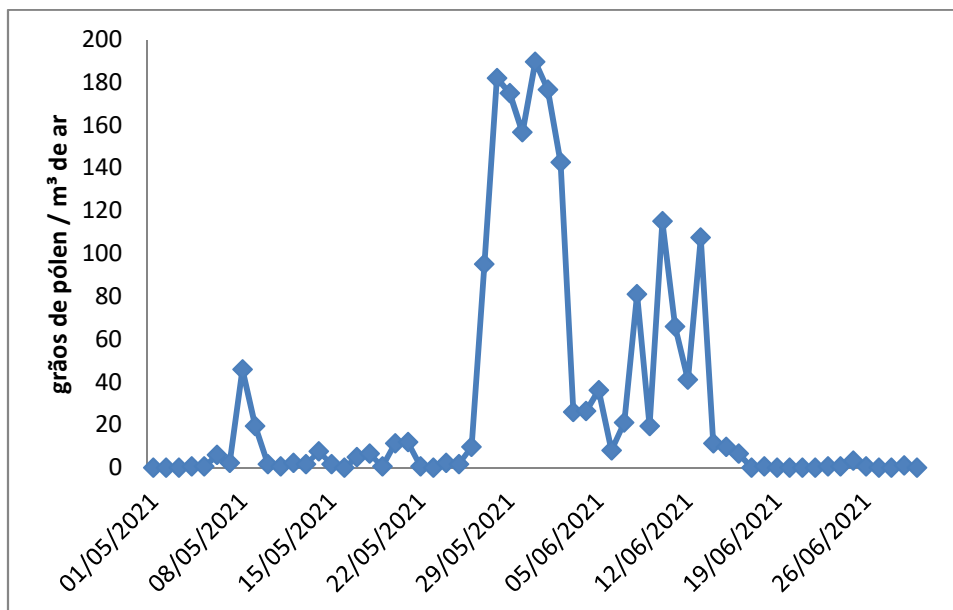


Figura 27 - Concentração diária de grãos de pólen de *Olea europaea* / m³ de ar.
 Fonte: Autoria própria (2022).

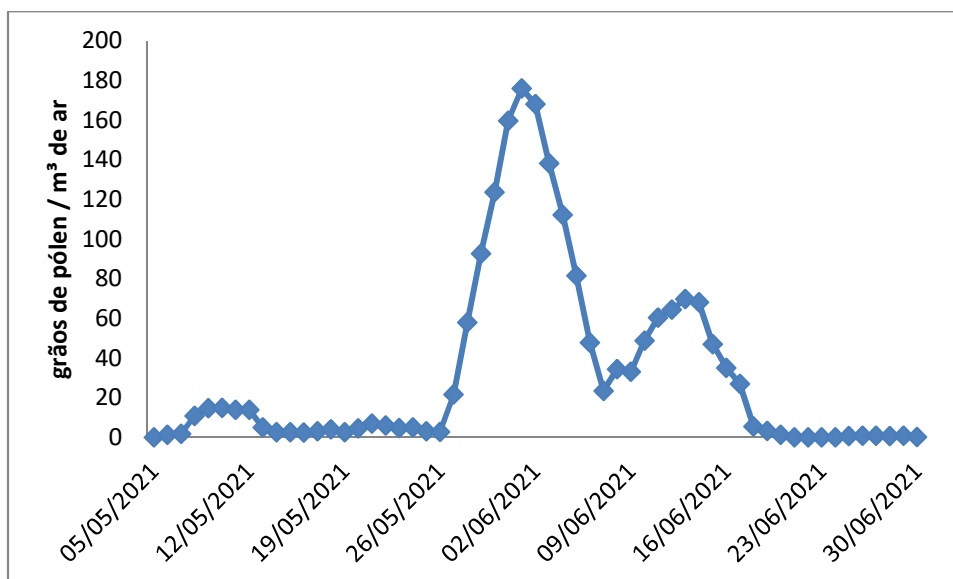


Figura 28 - Média móvel (5 dias prévios) da concentração diária de grãos de pólen de *Olea europaea* / m³ de ar.
 Fonte: Autoria própria (2022).

A concentração diária de pólen *Olea europaea* na atmosfera de Bragança apresentou variação durante o período estudado. No período inicial, compreendido entre 1 de maio a 24 de maio, a concentração deste pólen manteve-se baixa, tendo sofrido um ligeiro aumento nos dias 8 e 9 de maio. A concentração mais elevada foi identificada no período entre 28 de maio a 2 de junho, sendo o valor máximo da concentração de grãos de pólen de *Olea europaea* observado no dia 31 de maio, tendo atingido o valor de 189 grãos de pólen/m³ de ar. Nos dias 10 e 13 de junho registou-se um novo acréscimo, voltando a ter decrescer a partir do dia 14 de junho até atingir concentrações nulas, como pode ser verificado na figura 27.

Em relação à média móvel (calculada para os cinco últimos dias) da concentração de pólen de *Olea europaea*, entende-se que a mesma permaneceu baixa para o período entre 5 de maio a 26 de maio, com ligeiro aumento no período de 8 a 12 de maio, mas não sendo superior a 20 grãos de pólen /m³ de ar. A partir do dia 21 de maio identifica-se aumento da concentração até o mesmo atingir o valor máximo no dia 1 de junho (176 grãos de pólen/m³ de ar). Após o pico da concentração de grãos de pólen de *Olea europaea*, observou-se uma redução durante o período compreendido até o dia 7 de junho. Após esse período, foi identificado um novo aumento na concentração de grãos de pólenes, com um novo pico no dia 13 de junho (70 grãos de pólen/m³ de ar), seguindo-se uma redução até atingir um valor insignificativo a partir do dia 21 de junho, como pode ser verificado na figura 28.

No que se refere à classificação quanto aos riscos à população alérgica, estabelecida pela Rede Espanhola de Aerobiologia, não foram identificados dias em que a concentração de pólen de *Olea europaea* fosse alta, superior a 200 grãos de pólen/m³. Para a concentração considerada moderada, entre 51 a 200 grãos de pólen/m³, foram identificados 11 dias (18%), sendo os dias compreendidos entre 27 de maio a 2 de junho o maior período contínuo com essa incidência, e os outros dias serem dia 8, 10, 11 e 13 de junho. Para a concentração considerada baixa, entre 1 a 50 grãos de pólen/m³, foram identificados 28 dias (46%). Já para a concentração considerada nula, inferior a 1 grão de pólen/m³, foram identificados 22 dias (36%), sendo a sua classificação tida como baixa na maior parte do período estudado. Ressalta-se que em nenhum momento do estudo a concentração de pólen da oliveira está na faixa de concentração considerada alta para desencadear problemas alérgicos na população.

A seguir, apresenta-se na figura 29 a classificação polínica do estudo, com o respetivo enquadramento estabelecido pela Rede Espanhola de Aerobiologia.

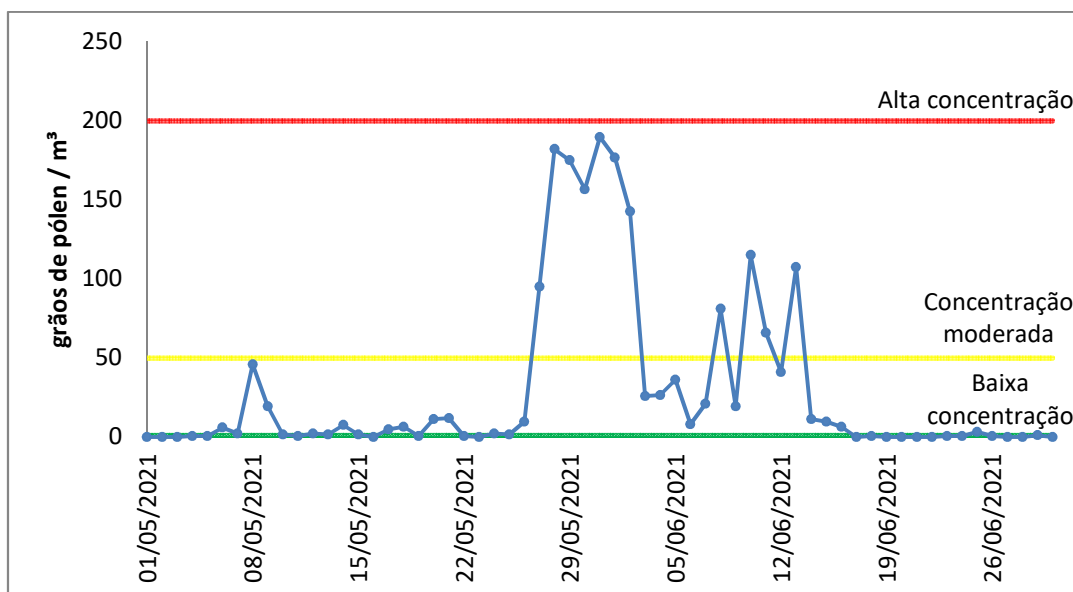


Figura 29 - Classificação polínica.
 Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo com a metodologia utilizada, entende-se que o dia 8 de maio de 2021 é o início da estação polínica de *Olea europaea* com o fim em 13 de junho de 2021, tendo o mesmo a duração de 36 dias.

Para comparação dos resultados obtidos com outros estudos de concentração polínica, elaborou-se a tabela 3, na qual são apresentados dados do período polínico (início, fim e duração), concentração e datas de pico polínico para diferentes cidades de Espanha e Portugal.

Tabela 3 - Dados do início, fim e duração do período polínico, concentração e datas de pico polínico em diferentes cidades.

Cidade	Ano dos dados	Início	Final	Dias	Pico	Concentração
Bragança	2021	08/mai	13/jun	36	31/mai	190
Lisboa	(2002 / 2008)	20/abr	03/jun	44	05/mai	492
Évora	(2001/ 2008)	08/mai	09/jun	32	18/mai	731
Portimão	(2002 / 2008)	23/abr	26/mai	33	06/mai	1196
Beja	(2003 / 2004)	-	-	-	16/mai	1269
Badajoz	(2011/2018)	08/mai	25/mai	17	14/mai	842
Cáceres	(2016 / 2018)	16/mai	04/jun	19	15/mai	723
Don Benito	(2011 / 2014 e 2016 e 2018)	16/mai	24/mai	9	19/mai	649
Plasencia	(2011 / 2016)	19/mai	26/mai	7	22/mai	404
Zafra	(2011 / 2018)	11/mai	30/mai	18	19/mai	934
Alicante	(2010/2015)	-	-	-	16/mai	344
Málaga	2020	-	-	-	01/mai	482
Jaen	2021	-	-	-	06/mai	9153
Córdoba	2021	-	-	-	05/mai	5846

Fonte: Caeiro, 2013; Fernandes et al., 2010; Fernández-Rodríguez et al., 2020; Pérez, 2021 SEAIC, 2022; Viney et al., 2021.

Com os dados apresentados na tabela 3, entende-se que o período de polinização de Bragança é próximo ao período de polinização das cidades apresentadas, sendo a diferença maior verificada para as cidades de Lisboa e Portimão (Caeiro, 2013), onde a polinização se inicia em período mais precoce.

Quanto à concentração no dia de pico, Bragança apresentou data tardia em relação às outras cidades. A concentração de grãos de pólen em Bragança mostrou-se moderada, sendo observados 189 grãos de pólen por m³ de ar. Já nas outras cidades, essa concentração se mostrou muito superior, sendo a concentração considerada alta de acordo com a classificação da REA.

Em cidades como Portimão (Caeiro, 2013), Beja (Fernandes et al., 2010) (ambas localizadas em Portugal) e Córdoba e Jaén (SEAIC, 2021) (localizadas na Espanha), as concentrações médias diárias podem superar os 1000 grãos de pólen/m³, o que, segundo a REA, se encontra em limiar superior ao estabelecido.

Todas as localidades comparadas localizam-se mais a sul em relação a Bragança, onde a temperatura é mais elevada. Ademais, verifica-se grande concentração de olivais, como o caso do Alentejo, Jaén e Córdoba, o que acaba por apresentar maiores concentrações de pólen na atmosfera.

O valor da concentração dos grãos de pólen na cidade de Bragança mostraram-se inferiores às outras cidades como Lisboa, Évora, Portimão e Beja (Caeiro, 2013), além de outras cidades na Espanha. Assim, entende-se que sendo a região de Trás-os-Montes a segunda maior região com cultivo de oliveiras em Portugal, o pólen da *Olea europaea* não apresenta riscos à população de Bragança. A diferença entre as concentrações resulta das diferenças microclimáticas, fatores climáticos e transporte das partículas.

4.3. Variação intradiária

Quanto à variação intradiária, as concentrações mais elevadas registaram-se das 15:00 às 16:00 horas, sendo esse horário o correspondente a 10% da concentração total diária. As concentrações aumentaram a partir das 8:00, atingindo o seu valor máximo às 16:00 horas e a partir dessa hora assiste-se a uma redução gradual das concentrações na atmosfera até às 24:00. As concentrações de pólen mais baixas observaram-se entre as 07:00 às 8:00 horas, conforme apresentado nas figuras 30 e 31.

Quando a concentração de pólen *Olea europaea* é avaliada pelo período de cada duas horas, as concentrações mais elevadas registaram-se das 14:00 às 16:00 horas, sendo esse horário o correspondente a 19,8% da concentração total diária, e a partir dessa hora assiste-se

a uma redução gradual das concentrações na atmosfera até às 24:00. As concentrações de pólen mais baixas observaram-se entre as 02:00 às 04:00 horas. As concentrações aumentaram a partir das 06:00 horas, atingindo o seu valor máximo das 14:00 às 16:00 horas, conforme apresentado nas figuras 32 e 33.

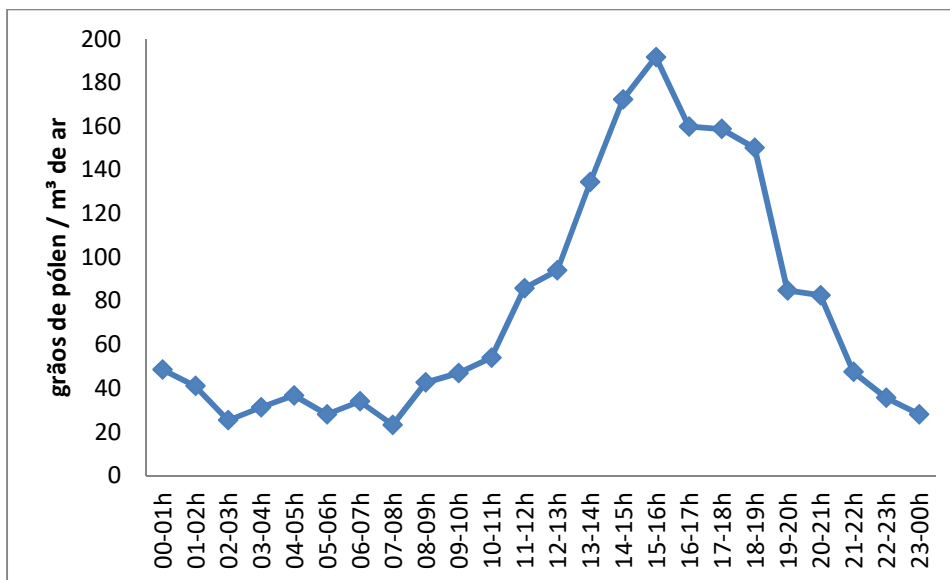


Figura 30 - Variação intradiária de grãos de pólen / m³ de ar.
Fonte: Autoria própria (2022).

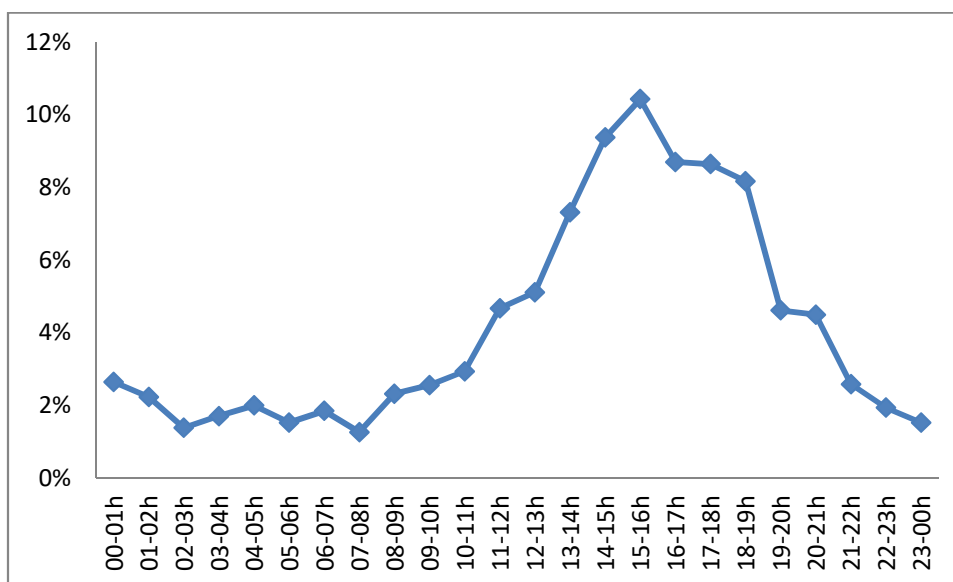


Figura 31 - Variação percentual horária de grãos de pólen / m³ de ar.
Fonte: Autoria própria (2022).

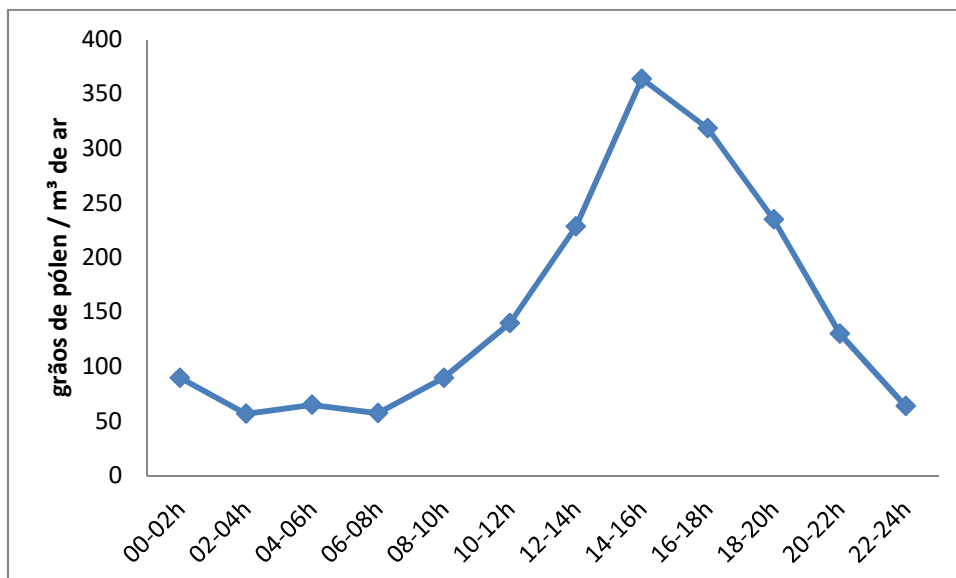


Figura 32 – Concentração média bihorária de grãos de pólen / m³ de ar.
 Fonte: Autoria própria (2022).

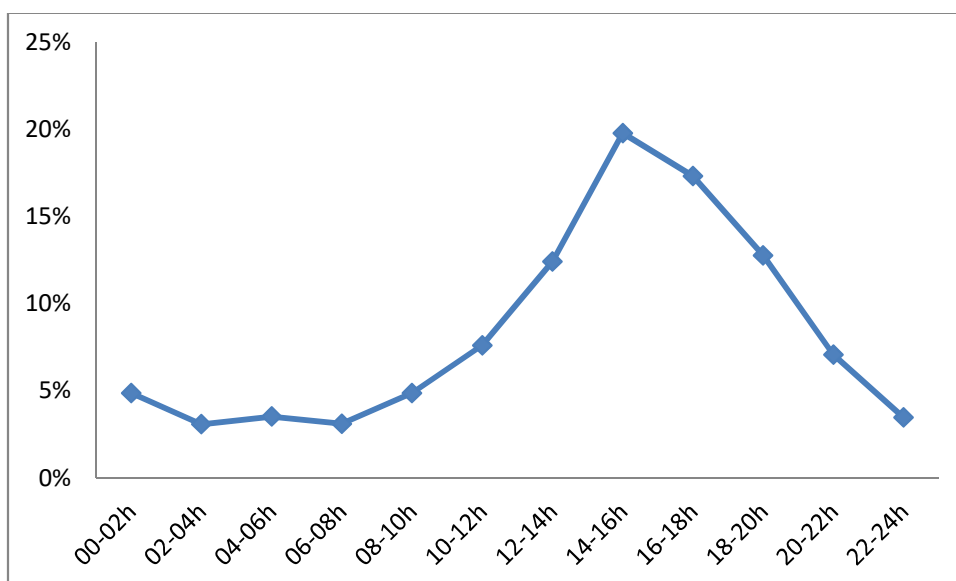


Figura 33 - Porcentagem a cada duas horas
 Fonte: Autoria própria (2022).

Na tabela 4 apresenta dados do pico horário em diferentes cidades da Espanha e Portugal.

Tabela 4 – Concentrações em horários de pico.

Cidade	Pico horário	
Bragança	15:00	10%
Lisboa	10:00	8%
Évora	10:00	7%
Portimão	13:00	9%
Badajoz	14:00	7%
Cáceres	14:00	6%
Don Benito	09:00	6%
Plasencia	07:00	7%
Zafra	13:00	7%
	05:00 /	
Alicante	07:00	38%
	14:00 /	
Bragança	16:00	19%

Fonte: Caeiro, 2013; Fernandes et al., 2010; Fernández-Rodríguez et al., 2020; Viney et al., 2021.

Com os dados apresentados na tabela 4, quando comparado com outros estudos, a variação intradiária dos grãos de pólen na atmosfera, o horário em que a concentração de grãos de pólen se apresentou mais elevada em Bragança foi às 15 horas, e nos demais estudos o horário identificado foi mais cedo, conforme pode ser verificado na tabela 4.

Quando analisada a proporção, entende-se que durante o horário de concentração de pico de grãos de pólen, verifica-se que a concentração de grãos de pólen identificados em Bragança vem a ser superior que nas demais cidades estudadas, com exceção da cidade de Alicante na Espanha (38%) (Viney et al., 2021), onde a variação num período de duas horas foi superior à observada em Bragança (19%) e o seu pico ocorreu em horário anterior. Entende-se que em todas as regiões o pico polínico diário ocorre mais cedo do que em Bragança, e paralelamente, verifica-se que a temperatura média do ar nas áreas comparadas é superior à de Bragança.

4.4. Correlações com os parâmetros meteorológicos

Ao realizar o teste de correlação de variáveis não paramétricas de Spearman, com recurso ao programa IBM SPSS Statistics 28.0., entre as concentrações do pólen de *Olea europaea* e os valores dos parâmetros meteorológicos, verificou-se a existência de correlações estatisticamente significativas moderadas e positivas para alguns parâmetros meteorológicos, sendo elas: temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, ventos originados no Quadrante IV – Noroeste. Já a humidade relativa do ar foi classificada como significativa, fraca e negativa.

A correlação mais significativa a 99% foi positiva, moderada ($r=0,614$) entre a temperatura máxima e a concentração de pólen *Olea europaea* na atmosfera. Isso indica que o aumento da temperatura máxima está associado a maiores valores de concentração de pólen *Olea europaea* na atmosfera.

O segundo parâmetro meteorológico associado à correlação das variáveis, foi a temperatura média ($r=0,609$). Isso se deve ao facto do valor da temperatura média estar associado à temperatura máxima, uma vez que a correlação entre as duas foi de 99%, com um coeficiente de correlação de 0,955.

Quanto à direção dos ventos, entende-se que o vento originado no quarto quadrante (noroeste) vem a ser o mais significativo. Conforme levantamento realizado no terreno da envolvente, entende-se que os exemplares ornamentais presentes no quadrante 4 apresentam maior influência na concentração de grãos de pólen na atmosfera para o período estudado.

Já para as correlações significativas a 95% têm-se para os ventos provenientes no quadrante III - Sudoeste, uma correlação de sinal negativo e para os ventos provenientes do quadrante I – Nordeste, a correlação foi de sinal positivo.

Os ventos provenientes do quadrante III – Sudoeste, que são os predominantes em Bragança, mostraram-se pouco significativos e negativos quanto à correlação com a concentração dos grãos de pólen na atmosfera. Assim, existe pouca relação entre a direção dominante do vento, o vento dominante na região estudada e a concentração de grãos de pólen na atmosfera. Isso provavelmente se deve à localização dos exemplares de oliveiras localizados.

Os parâmetros da velocidade do vento, precipitação, horas de insolação, horas de calma e ventos provenientes do quadrante II – Sudeste, apresentaram uma correlação fraca e sem significância com a concentração do pólen *Olea europaea* na atmosfera. A seguir, na tabela 5, apresentam-se os valores de correlação resultantes da análise.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação de Spearman entre as concentrações do pólen atmosférico de *Olea europaea* e os parâmetros meteorológicos de Bragança durante os meses de maio e junho de 2021.

<i>Olea europaea</i>	
Tmax	0,614**
Tmean	0,609**
Tmin	0,410**
Quadrante IV	0,402**
Humidade	-0,345**
Quadrante III	-0,307*
Quadrante I	0,264*
Vento	-0,157
Precipitação	-0,141
Insolação	0,136
Calmas	0,107
Quadrante II	0,085

** A correlação é significativa no nível 99%.

* A correlação é significativa no nível 95%.

Em estudos similares, realizados noutras regiões, como o realizado por Caeiro (2013), verificou-se que as correlações mais significativas entre os parâmetros meteorológicos e a concentração de pólen, em Lisboa, foram encontradas para a radiação global ($r = 0,566$), seguido pela temperatura máxima ($r = 0,358$), em Évora, a correlação mais significativa foi temperatura máxima ($r=0,509$), e em Portimão, as correlações mais significativas foi com a radiação global ($r = 0,622$), seguido pela temperatura máxima ($r=0,472$).

Quando comparadas as correlações mais significativas, entende-se que em Bragança a correlação entre os parâmetros meteorológicos e a concentração de pólen foi mais significativa, estando sempre diretamente ou indiretamente relacionada com a temperatura, como por exemplo, a radiação e a insolação que alteram a temperatura máxima e média, reforçando o apontado por Galán et al (2001), que afirmou que a temperatura é um dos principais atores que afetam a floração das árvores mediterrâneas.

5. CONCLUSÃO

O estudo realizado possibilitou analisar a aerobiologia do pólen atmosférico de *Olea europaea* e a relação entre as suas concentrações diárias atmosféricas e os parâmetros meteorológicos na cidade de Bragança durante maio e junho de 2021, sendo possível observar o início e o fim do período de prevalência dos grãos do pólen ao longo do período estudado.

De acordo com a metodologia utilizada, entende-se que o dia 8 de maio de 2021 é o início da estação polínica de *Olea europaea* com o fim em 13 de junho de 2021, tendo o mesmo a duração de 36 dias. O pico polínico ocorreu no dia 31 de maio com a concentração de 189 grãos de pólen/m³ de ar e a temperatura máxima no dia foi de 29.8°C.

No que se refere à classificação quanto aos riscos à população alérgica, estabelecida pela REA, não foram identificados dias em que a concentração de pólen *Olea europaea* fosse alta, superior a 200 grãos de pólen/m³, em nenhum momento do estudo a concentração de pólen da oliveira esteve na faixa de concentração considerada alta para desencadear problemas alérgicos na população.

Quanto à concentração intradiária, as concentrações mais elevadas registaram-se das 14:00 às 16:00 horas, sendo esse horário o correspondente a 19,8% da concentração total diária.

A correlação mais significativa a 99% foi positiva, moderada ($r=0,614$), entre a temperatura máxima e a concentração de pólen *Olea europaea* na atmosfera. Isso indica que o aumento da temperatura máxima está associado aos valores mais elevados de concentração de pólen *Olea europaea* na atmosfera.

As concentrações dos grãos de pólen na cidade de Bragança mostraram-se inferiores aos registados noutras cidades como Lisboa, Évora, Portimão e Beja, além de outras cidades de Espanha. Assim, entende-se que mesmo a região de Trás-os-Montes seja a segunda maior região com cultivo de oliveiras em Portugal, o polén da *Olea europaea* na atmosfera não apresenta riscos à população de Bragança.

Ademais, sugere-se a continuidade do estudo, incorporando-se pontos de amostragem de áreas com olivais mais intensivos como a região de Mirandela.

Referências bibliográficas

- Aguilera, F., & Valenzuela, L. R. (2012). Microclimatic-induced fluctuations in the flower and pollen production rate of olive trees (*Olea europaea* L.). *Grana*, 51(3), 228-239.
- Aguilera, F., Ruiz, L., Fornaciari, M., Romano, B., Galán, C., Oteros, J., Dhiab A., Msallem M. & Orlandi, F. (2014). Heat accumulation period in the Mediterranean region: phenological response of the olive in different climate areas (Spain, Italy and Tunisia). *International Journal of Biometeorology*, 58(5), 867-876.
- Andersen, T. B. (1991). A model to predict the beginning of the pollen season. *Grana*, 30(1), 269-275.
- Asturias, J. A., Arilla, M. C., Gómez-Bayón, N., Martínez, J., Martínez, A., & Palacios, R. (1997). Cloning and expression of the panallergen profilin and the major allergen (Ole e 1) from olive tree pollen. *Journal of allergy and clinical immunology*, 100(3), 365-372.
- Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (1999). El cultivo del olivo, *Botánica y morfología*, 35 (2): 51-52; Variedades e patrones, 61 (3): 72-77.
- Burge, H. A. (2002). An update on pollen and fungal spore aerobiology. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110(4), 544-552.
- Caeiro, E. R. G. (2013). Aerobiologia do Pólen de Poaceae, *Olea europaea* L. e *Platanus hispanica* Miller ex Münchh. e potenciais repercursões na doença alérgica respiratória no Sul de Portugal, Tese de Doutoramento em Biologia, Universidade de Évora, Instituto de Investigação e Formação Avançada, Évora.
- Colín, A. M. (2020). *Estudios comparativos de Fenología en Aerobiología*. Tese de Doutoramento, Universidade de Extremadura.
- D'amato, G., Pawankar, R., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A., Stanziola, A. Sanduzzi A., Vatrella A. & D'amato, M. (2016). Climate change and air pollution: effects on respiratory allergy. *Allergy, Asthma & Immunology Research*, 8(5), 391-395.
- Della Rocca G., & Zangari, F. (2017). Pollini, Allergia, Pollinosi - Progetto Qualiviva - Qualita' Nel Settore Vivaistico. 10.13140/RG.2.1.2902.9366.
- DGADR - Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. (2010). Produção Integrada do Olival. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. https://www.drapc.gov.pt/base/documentos/prodi_olival_2ed.pdf.
- Erdtman, G. (1943). *An Introduction to Pollen Analysis*. The Ronald Press Co. New York, 239 pp.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 539 pp.
- Felgueiras, P., Correia, R., & Carvalho, A. (2021). O potencial do oleoturismo no concelho de

Mirandela. In Proceedings of the INVTUR 2021 International Conference “Tourism and the Sustainable Development Goals: From Theory to Practice” p. 813-830.

Fernandes, F. M., Molina, R. T., & Carvalho, L. M. M. (2010). Estudo aerobiológico de Beja (Sul de Portugal). *Rev Port Imunoalergologia*, 18(5), 419-429.

Fernández D. S. (2008). Estudio aerobiológico de la atmósfera de la costa oriental de Málaga (sur de España) e incidencia de las esporas fúngicas en el interior de la Cueva de Nerja. Tese de Doutoramento, Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Vegetal. Málaga.

Fernández-Rodríguez, S., Maya-Manzano, J. M., Colín, A. M., Pecero-Casimiro, R., Buters, J., & Oteros, J. (2020). Understanding hourly patterns of *Olea* pollen concentrations as tool for the environmental impact assessment. *Science of the Total Environment*, 736, 139363.

Ferro, R. S. L. (2011). *Estudo para o desenvolvimento de métodos para quantificação de Olea em amostras de ar atmosférico colhidas na cidade de Évora* (Tese de Mestrado, Universidade de Évora).

Galán, C., Cariñanos, P., Alcázar, P., & Domínguez, E. (2007). Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología (REA). Interpretación de los Resultados. Categorías Polínicas. Calidad Biológica del Aire. Difusion de Informacion; 28-31; Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba;

Galán, C., García-Mozo, H., Cariñanos, P., Alcázar, P., & Domínguez-Vilches, E. (2001). The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in southwestern Spain. *International Journal of Biometeorology*, 45(1), 8-12.

Gonçalves, A. J. D. J. (2013). *El valor funcional de la estructura verde urbana: Aportación desde el estudio de los espacios verdes de la ciudad de Bragança (Portugal)*, (Dissertação de Doutoramento, Universidad Politécnica de Madrid).

GPP - Gabinete de Planeamento e Políticas do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. (2007). Olivicultura Diagnostico Sectorial. https://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/Azeite__Diagnostico_Sectorial.pdf

GPP - Gabinete de Planeamento e Políticas e Administração Geral do Ministério da Agricultura.(2020). Análise Setorial Azeite. In: https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo_NDICE_ANLISE_SETORIAL__AZEITE.pdf

INE Instituto Nacional de Estatística (Ed.). (2012). Anuário Estatístico da Região Norte 2012 (2013th ed.). Lisboa, Portugal: INE. https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=210189912&att_display=n&att_download=y

INE - Instituto Nacional de Estatística (2021a). Plataforma de Divulgação dos Censos 2021 – Resultados Preliminares. https://www.ine.pt/scripts/db_censos_2021.html.

INE - Instituto Nacional de Estatística (2021b) - Recenseamento Agrícola. Análise dos principais resultados : 2019. <https://www.ine.pt/xurl/pub/437178558>>. ISBN 978-989-25-

0562-6

Lombardero, M., Obispo, T., Calabozo, B., Lezaun, A., Polo, F., & Barber, D. (2002). Cross-reactivity between olive and other species. Role of Ole e 1-related proteins. *Allergy*, 57(s 71), 29-34.

Medeiros, R. M. (2019). Método da classificação climática de Köppen e Thornthwaite aplicado ao município de Bom Jesus-PI, Brasil. *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*, 1(2).

Muilenberg, M., & Burge, H. (1996). *Aerobiology*: [proceedings of the Pan-American Aerobiology Association]. Boca Raton, Lewis Publishers.

Nitiu, D. S., Mallo, A. C., & Romero, E. J. (2003). Quantitative aeropalynology in the atmosphere of Buenos Aires city, Argentina. *Aerobiologia*, 19(1), 1-10.

Orlandi, F., Rojo, J., Picornell, A., Oteros, J., Pérez-Badia, R., & Fornaciari, M. (2020). Impact of climate change on olive crop production in Italy. *Atmosphere*, 11(6), 595.

Pérez, M. M. T. (2021). *Estudio Aerobiológico de la Atmósfera de Málaga Estación Málaga-Centro* (Dissertação de Doutoramento, Universidad de Málaga).

Pimentel, R. M. S. (2004). Contributo para o estudo da dispersão do pólen da *Cryptomeria japonica* (L.) D. Don na Ilha Terceira. Relatório de estágio da licenciatura em Engenharia do Ambiente, Universidade dos Açores.

Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of palaeobotany and palynology*, 143(1-2), 1-81.

Ravindra, K., Goyal, A., & Mor, S. (2022). Pollen allergy: Developing multi-sectorial strategies for its prevention and control in lower and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 242, 113951.

REA - Red Española de Aerobiología (2022). Universidad d Córdoba.
https://www.uco.es/investiga/grupos/rea/?page_id=19

Reitsma, T.J. (1970). Suggestions towards unification of descriptive terminology of Angiosperm pollen grains. *Rev Palaeobot Palynol*, 10, 39-60.

Rodrigues, P. M., & Lisboa, I. (2016). Metodologias para análise qualitativa e quantitativa de pólenes no ar atmosférico. *Egitania Scientia*, (18), 33-46.
<https://doi.org/10.46691/es.v1i18.90>

Rodrigues, M. A., & Correia, C. M. (2009). O ciclo bienal da oliveira. *Manual da Safra e contra Safra do Olival*, Bragança: IPB, 17-20.

Rojo, J., Salido, P., & Pérez-Badia, R. (2015). Flower and pollen production in the ‘Cornicabra’ olive (*Olea europaea* L.) cultivar and the influence of environmental factors. *Trees*, 29(4), 1235-1245.

RPA – Rede Portuguesa de Aerobiologia (2022). <https://www.rpaerobiologia.com/a-rpa>

Sáenz Laín, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 25, 93-112.

Sánchez Reyes, E. (2021). Atmospheric monitoring of pollen grains and fungal spores. Apresentação. Laboratórios de Qualidade Ambiental II, do Mestrado em Tecnologia Ambiental. Instituto Politécnico de Bragança.

Sánchez Reyes, E., & Sánchez Sánchez, J. (2017). Botanical classification. In *Bee Products-Chemical and Biological Properties* (pp. 3-19). Springer, Cham.

SEAIC - Sociedad Española de Alergología y la Inmunología Clínica (2021). <https://www.seaic.org/inicio/fundacion>.

SEAIC – Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica (2022). Niveles ambientales de pólenes. <https://www.polenes.com/es/home>

Spieksma, F. T. M. (1992). Allergological aerobiology. *Aerobiologia*, 8(1), 5-8.

Viney, A., Nicolás, J. F., Galindo, N., Fernández, J., Soriano-Gomis, V., & Varea, M. (2021). Assessment of the external contribution to *Olea* pollen levels in southeastern Spain. *Atmospheric Environment*, 257, 118481.

Zemmer, F., & Ozkaragoz, F. (2022). Aerobiology in the Clinics of Pollen Allergy. In (Ed.), *Allergic Disease - New Developments in Diagnosis and Therapy [Working Title]*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.107311>