Geolocalização Forense com Recurso a Assinaturas Polínicas no Arquipélago da Madeira

Vitor Oliveira[1 2], Carina Reis[2], Joana Martins[3]

[1] *Mestrado em Tecnologias Laboratoriais em Ciências Forenses, Egas Moniz School of Health and Science, Quinta da Granja, 2829-511 Caparica, Almada, Portugal*

[2] *Egas Moniz School of Health and Science and Egas Moniz Center for Interdisciplinary Research (CiiEM), Egas Moniz School of Health and Science, Quinta da Granja, 2829-511 Caparica, Almada, Portugal*

[3] *Faculty of Sciences of the University of Lisbon, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal*

01 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A palinologia forense estuda grãos de pólen e esporos enquanto microvestígios ambientais com interesse para a investigação criminal. A resistência da exina, a diversidade morfológica dos palinomorfos e a sua relação com a vegetação permitem comparar associações polínicas de diferentes proveniências (Mildenhall et al., 2006). A composição destas associações depende da cobertura vegetal, da dispersão e deposição do pólen, da sazonalidade e das condições de preservação. Por isso, a sua interpretação exige informação ecológica e ambiental de referência, não sendo possível atribuir, apenas com base no pólen, uma origem geográfica inequívoca (Taylor & Skene, 2003; Laurence & Bryant, 2019). A ilha da Madeira apresenta uma marcada heterogeneidade ambiental, incluindo formações de laurissilva, áreas agrícolas, zonas urbanas e ambientes costeiros (Capelo et al., 2005). Este estudo pretende avaliar se essa diversidade se traduz em padrões polínicos com capacidade de discriminação espacial e potencial aplicação forense.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a capacidade discriminativa das associações polínicas de diferentes ambientes da ilha da Madeira, integrando caracterização morfológica e molecular para estudar a possível proveniência geográfica de vestígios ambientais.

02 PLANEAMENTO DAS RECOLHAS E DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

Foram definidos 25 pontos em cinco concelhos da ilha da Madeira, procurando abranger diferentes contextos ecológicos e usos do solo, nomeadamente laurissilva, áreas urbanas, rurais e costeiras, bem como distintos intervalos altitudinais.

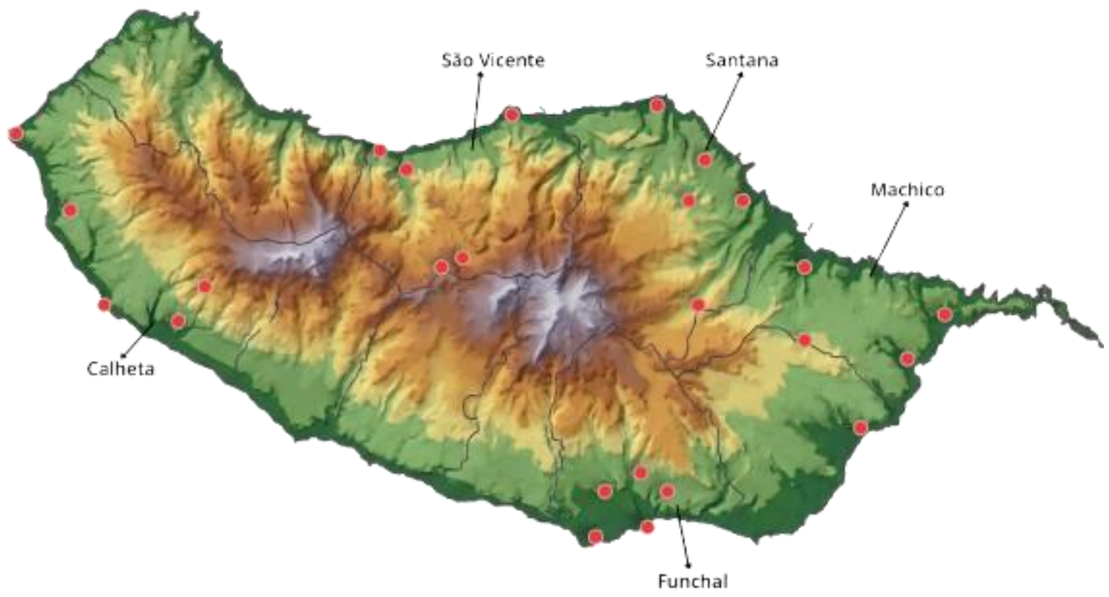

Figura 1. Mapa hipsométrico da ilha da Madeira, com indicação, a vermelho, dos 25 pontos de amostragem previstos.

Em cada ponto prevê-se a recolha de solo superficial e material vegetal de referência, bem como a instalação de uma armadilha polínica. As condições de recolha, exposição, acondicionamento e transporte deverão ser padronizadas para reduzir a variabilidade e a contaminação cruzada.

Planeamento das Recolhas	Armadilhas Polínicas	Amostras de Solo	Amostras de Flora
Cinco locais por concelho, num total de 25 pontos, selecionados para representar diferentes condições ambientais e altitudinais.	25 armadilhas polínicas (uma por ponto) Caracterização da deposição polínica atmosférica.	25 amostras de solo superficial (uma por ponto) Caracterização das associações polínicas do solo.	25 recolhas de material vegetal de referência (uma por ponto) Apoio à identificação morfológica e molecular.

A caracterização morfológica e a análise molecular serão utilizadas de forma complementar, tendo em conta a resolução taxonómica e as limitações de cada abordagem.

Análise Morfológica	Análise Molecular
▪ Preparação de lâminas para observação por microscopia ótica e identificação dos palinomorfos. Serão considerados, entre outros caracteres, dimensão, forma, simetria, tipo e número de aberturas e ornamentação da exina, recorrendo a coleções e bibliografia de referência.	▪ A identificação molecular do material vegetal poderá recorrer a marcadores de ADN, como rbcL e matK. A análise de misturas polínicas por metabarcoding exige seleção e validação próprias dos marcadores, controlos laboratoriais e bases de dados de referência adequadas.

03 CONSTRUÇÃO DE UMA BIBLIOTECA DE REFERÊNCIA E MODELO DE ATRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Será organizada uma biblioteca de referência que reúna os perfis polínicos e a informação taxonómica, ambiental e geográfica dos pontos amostrados.

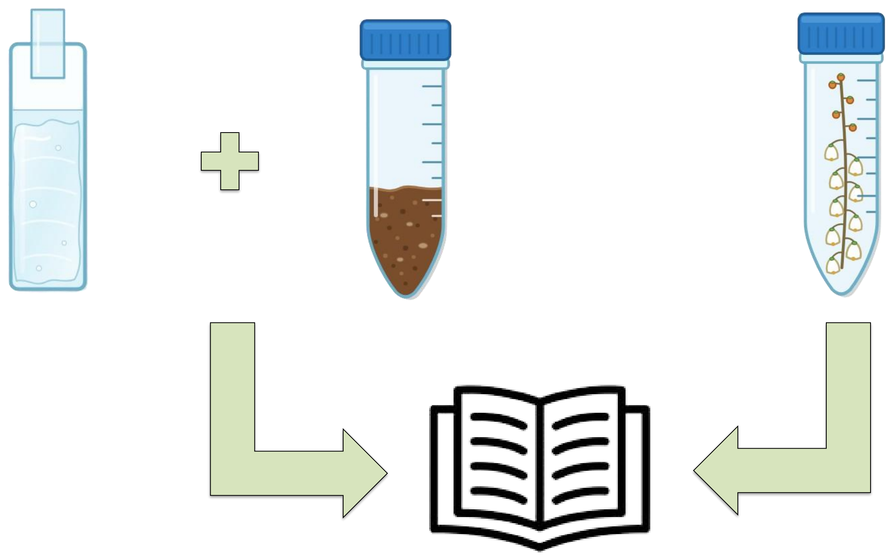

Figura 2. Esquema de integração dos dados morfológicos e moleculares do material vegetal de referência com os perfis polínicos das armadilhas e do solo.

A biblioteca permitirá comparar associações de diferentes ambientes e avaliar a compatibilidade de amostras de origem desconhecida com os perfis de referência, sem pressupor uma identificação geográfica inequívoca.

04 ANÁLISE DE DADOS

Serão analisadas a riqueza e a diversidade taxonómica, as semelhanças entre amostras e a estrutura espacial das associações. A capacidade de discriminação geográfica deverá ser avaliada com métodos multivariados e procedimentos de validação adequados.

Diversidade e composição polínica

Comparação entre matrizes e locais

Padrões espaciais e validação

05 RESULTADOS ESPERADOS E RELEVÂNCIA FORENSE

- Espera-se identificar diferenças na composição das associações polínicas entre os ambientes amostrados na ilha da Madeira e avaliar a sua consistência espacial. A comparação entre amostras de solo, deposição atmosférica e material vegetal de referência permitirá reconhecer táxones informativos e compreender a influência das diferentes matrizes nos perfis obtidos. A integração da identificação morfológica com dados moleculares, quando tecnicamente viável, poderá melhorar a resolução taxonómica e apoiar a construção de uma biblioteca de referência. A relevância forense será avaliada pela capacidade de distinguir áreas de amostragem e de estimar a compatibilidade de amostras de proveniência desconhecida com os perfis de referência. Os resultados deverão ser interpretados à luz da variabilidade ambiental, sazonal e da dispersão polínica, evitando atribuições geográficas categóricas. O estudo poderá fornecer uma base metodológica para futuras aplicações da palinologia forense em contextos insulares e para a ampliação de bases de dados ambientais em Portugal.



Referências Bibliográficas: Capelo, J., Sequeira, M., Jardim, R., Mesquita, S., & Carlos Costa, J. (2005). The vegetation of Madeira Island (Portugal). A brief overview and excursion guide. In Quercetea (Vol. 7).

Laurence, A. R., & Bryant, V. M. (2019). Forensic palynology and the search for geolocation: Factors for analysis and the Baby Doe case. Forensic Science International, 302. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109903

Mercuri, A. M. (2015). Applied palynology as a trans-disciplinary science: the contribution of aerobiology data to forensic and palaeoenvironmental issues. In Aerobiologia (Vol. 31, Issue 3, pp. 323–339). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/s10453-015-9367-5

Mildenhall, D. C., Wiltshire, P. E. J., & Bryant, V. M. (2006). Forensic palynology: Why do it and how it works. In Forensic Science International (Vol. 163, Issue 3, pp. 163–172). Elsevier Ireland Ltd. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.07.012

Taylor, B., & Skene, K. R. (2003). Forensic palynology: Spatial and temporal considerations of spora deposition in forensic investigations. Australian Journal of Forensic Sciences, 35(2), 193–204. https://doi.org/10.1080/00450610309410582