

Análise palinológica de um filtro de ar-condicionado veicular

R. F. Rodrigues^a, M.M. do Amaral-Pais^{b*}, P. E. de Oliveira^c

^a SETEC – Campinas (SP), Brasil

^b Instituto de Criminalística – Superintendência da Polícia Técnico-Científica do Estado de São Paulo (SP), Brasil

^c Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo (SP), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: marina.mma@polcientifica.sp.gov.br

Recebido em 24/05/2024; Revisado em 18/09/2024; Aceito em 24/09/2024

Resumo

A Palinologia é uma área de grande potencial de aplicação forense, mas ainda pouco adotada. Através da interpretação ambiental de assembleias polínicas presentes nas peças examinadas, é possível orientar investigações sobre a procedência delas. Nesse escopo, o presente estudo teve por objetivo realizar a análise palinológica em um filtro de ar-condicionado de automóvel, com percurso conhecido na região metropolitana da cidade de São Paulo e imediações, para avaliar a metodologia e o potencial resolutivo no contexto forense brasileiro. Os grãos encontrados foram analisados morfológicamente e identificados nos níveis de família e gênero. A assembleia de grãos de pólen e esporos é compatível com os locais por onde o automóvel trafegou, principalmente áreas de florestais com perturbação urbana, cerrado e áreas de silvicultura.

Palavras-Chave: Botânica; Palinologia; Pólen; Rota; Geolocalização.

Abstract

Palynology is an area with great potential for forensic application, but few adopted. Through the environmental interpretation of pollen assemblages present in evidence, it is possible to guide investigations to verify their origin. Within this scope, the present study had the objective of achieving the palynological analysis on a car air conditioning filter, with a known route in the metropolitan region of the city of São Paulo and its surroundings, to evaluate the methodology and decisive potential in the Brazilian forensic context. Pollen grains and spores found were morphologically characterized and identified at the family and genus level. The assemblage of pollen grains and spores is compatible with the places where the car travelled, mainly forest areas with urban disturbance, savannah and forestry areas.

Keywords: Palynology; Pollen; Filter; Geolocation.

1. INTRODUÇÃO

A Palinologia Forense aplica os conhecimentos sobre pólen de angiospermas e gimnospermas, esporos de pteridófitas e briófitas, algas e fungos para resolução de casos criminais e cíveis. Esses palinomorfos [1] apresentam estruturas de parede celular complexas e diversas, sendo possível identificar diferentes níveis taxonômicos, como família e gênero [2] e, em alguns casos, espécies [3].

Grãos de pólen e esporos são abundantes na maioria dos ambientes e conhecer quais as plantas que os originam, bem como seus padrões de produção e dispersão, e a ocorrência das plantas, possibilita apontar uma região através deles, informação de grande importância em

estudos forenses [4], permitindo análises de geolocalização.

Em países com grande investimento em desenvolvimento científico e/ou tradição em pesquisa, como Estados Unidos, Nova Zelândia, Reino Unido e Áustria, a palinologia forense é utilizada há décadas, com as primeiras iniciativas na década dos 50, auxiliando no rastreamento e localização de vítimas e suspeitos, objetos, veículos e no tráfico de drogas [5].

No Brasil, essa ciência vem ganhando cada vez mais notoriedade [6] e para que os vestígios palinológicos possam ser aceitos de forma consistente como prova judicial, são necessários protocolos que ainda não estão consolidados no país [7]. Principalmente, as amostras

precisam ser devidamente coletadas e armazenadas para que a cadeia de custódia seja assegurada [8].

É rotineiro o exame em veículos ao longo de investigações criminais, uma vez que são uma boa fonte de diversos tipos de vestígios, tais como fluidos biológicos, projéteis, impressões dígito-papilares, solo e folhas. O filtro de ar condicionado de um automóvel pode reter vestígios palinológicos dos ambientes em que ele teve contato, podendo se constituir prova material, ligando-o ao local de crime, como também auxiliar na reconstrução de possíveis rotas das regiões pelas quais um veículo tenha trafegado [9].

Dado que estudos desse tipo foram sugeridos e realizados em países com realidade ambiental diferente do Brasil [4, 10 - 11], que possui megadiversidade biológica, predomínio de polinização por insetos e áreas de intensa urbanização, é necessário construir protocolos próprios e validá-los após a análise dos resultados em pesquisas controladas. Dito isso, o presente estudo teve por objetivo realizar a análise palinológica em um filtro de ar condicionado de automóvel, com percurso conhecido em determinadas regiões do estado de São Paulo para avaliar sua viabilidade de análise e potencial resolutivo no contexto forense brasileiro. Nessa abordagem inicial foi verificado, em primeiro lugar, o estado de preservação dos grãos de pólen e esporos, em segundo e dependente da primeira condição, a possibilidade de identificação e, conseqüentemente, em terceiro, se os resultados da análise indicam vegetações compatíveis aos locais com que o automóvel teve contato.

2. METODOLOGIA

2.1. Coleta da amostra e área de estudo

O filtro de ar condicionado selecionado para estudo foi adquirido novo, colocado em um automóvel particular e usado de julho de 2016 até agosto de 2017. Em sua remoção, foi prontamente armazenado em embalagem plástica lacrada. O automóvel realizou percursos somente no Estado de São Paulo, tendo como principais deslocamentos o eixo Zona Oeste / Zona Leste da capital os interiores e arredores do campus central da Universidade de São Paulo e a sub-região oeste da região Metropolitana de São Paulo, com destaque para o município de Osasco. Outros deslocamentos pontuais tiveram como ponto de partida a Zona Oeste da Capital (onde o automóvel pernoitava frequentemente) e como destinos as Regiões Metropolitanas de Jundiaí (município de Itupeva - quatro vezes), Piracicaba (municípios de Leme e de Pirassununga - três vezes), Sorocaba (municípios de Sorocaba e de Itu - uma vez) e da Baixada Santista (município de Santos - uma vez) (Figura 1).

2.2. Caracterização da vegetação

A vegetação do estado de São Paulo é bastante diversificada, representada por Mata Atlântica, Cerrado e regiões de transição [12]. Devido à lavoura intensa, principalmente de monocultura de café, e à urbanização, a maior parte da cobertura vegetal do estado de São Paulo foi desmatada, sendo o Cerrado o mais atingido nesse processo de degradação [13]. A Mata Atlântica apresenta-se reduzida, abrigando suas principais reservas florestais ao longo da Serra do Mar, cuja ocupação é dificultada em função do relevo [14]. Devido ao histórico de degradação, a vegetação da Grande São Paulo é secundária, portanto os remanescentes florestais primários são praticamente inexistentes [15].



Figura 1. Mapa dos Biomas de São Paulo (Resolução SMA nº 146, de 08/11/2017) indicando área de tráfego do automóvel fornecedor do filtro objeto de estudo (pontilhados de cor vermelha).



Figura 2. Bomba à vácuo utilizada na montagem do equipamento.



Figura 3. Desenho esquemático do equipamento.

2.3. Extração do material palinológico do filtro de ar condicionado veicular

Em outubro de 2017, o filtro foi retirado de sua embalagem. Primeiramente, foi efetuada a remoção com pinça das partículas visíveis a olho nu contidas no filtro, que correspondiam a fragmentos de insetos e de folhas.

Para capturar os microvestígios acumulados nos filtros de ar-condicionado veicular, foi montado um equipamento com funcionalidade semelhante a de aspiradores forenses, que apresentam um recipiente com um filtro de celulose para reter todo o material aspirado [16]. Este equipamento consiste, basicamente, por uma bomba a vácuo (marca “Primatec”, modelo “131 2 VC”, **Figura 2**) em cuja mangueira foi acoplado um cassete amostrador de ar (marca “Criffier”, modelo “CT-300”) com papel filtro de celulose comum e, em seu lado oposto, foi fixada uma ponteira de pipetador cortada obliquamente na extremidade final (marca “Gilson”, de 100 a 1000 ul) (**Figura 3**).

A aspiração consistiu em acionar a bomba à vácuo, pressionar a ponta da ponteira contra o filtro, percorrer toda a sua superfície, repetindo esse procedimento uma vez (**Figura 4**). O papel filtro de celulose foi retirado do cassete (**Figura 5**) e armazenado em tubo do tipo Falcon de 15 mL.

2.4. Acetólise

A exina é a parede mais externa dos grãos de pólen e esporos, constituída por um polímero denominado esporopolenina, muito estável e resistente à ação de compostos químicos e que pode apresentar ornamentações diagnósticas o gênero botânico. Para a análise de identificação dos grãos de pólen e esporos é necessário remover o seu conteúdo citoplasmático, pois assim eles se tornam mais translúcidos e as características estruturais da exina podem ser visualizadas em microscópio.

A técnica utilizada para remover o citoplasma foi a acetólise [17] que consiste na acetilação da exina [18]. No tubo Falcon com o papel filtro foi adicionada a solução de acetólise (9 mL de anidrido acético 99% + 1 mL de ácido sulfúrico 97%) em banho-maria a 100° durante 15 minutos, seguida por centrifugação a 3000 rpm por 5 minutos e descarte de sobrenadante. A lavagem foi realizada com 10 mL de ácido acético glacial, por duas vezes, e água

destilada, por duas vezes, centrifugando e descartando o sobrenadante entre as trocas. Para armazenamento, foi adicionado 5 mL de álcool absoluto, seguido por centrifugação e descarte do sobrenadante, e depois algumas gotas de glicerina até cobrir todo o resíduo final. O tubo foi mantido aberto na estufa a 40°C para evaporação total da água e álcool e, depois, a amostra foi transferida para tubo de armazenamento tampado e guardado na geladeira (**Figura 6**).



Figura 4. Aspiração do filtro veicular.

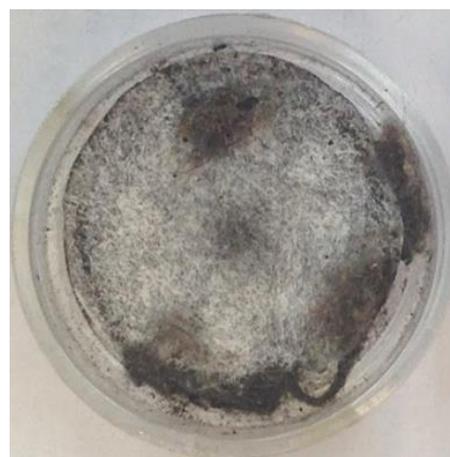


Figura 5. Amostrador contendo resíduos aspirados retidos no papel filtro.

Posteriormente, para montagem de dez lâminas, uma gota do resíduo final foi disposta em cada uma delas

juntamente com adição de uma gota de glicerina e seladas de acordo com o método tradicional palinológico [3].

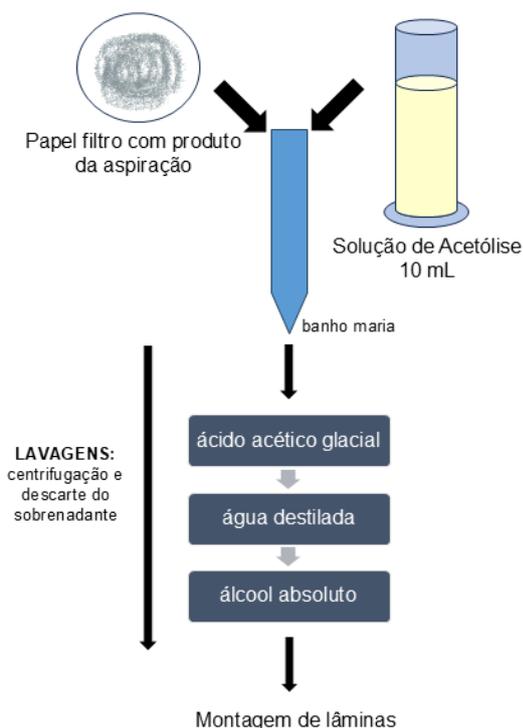


Figura 6. Desenho esquemático dos principais passos do protocolo.

2.5. Análise palinológica

Uma vez que algumas espécies de plantas do mesmo gênero ou família podem compartilhar grãos de pólen com as mesmas características quando visualizados em Microscopia Óptica, recomenda-se tratá-los como morfotipos polínicos, ou seja, um conjunto de grãos de mesma forma, tamanho, ornamentação, tipos de abertura, que remetem a um gênero, ou gêneros relacionados, de plantas.

Sendo assim, os morfotipos encontrados foram fotografados com o microscópio Axio Scope, incluindo o aumento de 1000x (imersão a óleo). Para a contagem, estabeleceu-se um valor mínimo de 200 grãos, pois os primeiros 200 elementos são um conjunto estatisticamente representativo da população de grãos de pólen e esporos [2]. A identificação dos diferentes grãos de pólen e esporos foi realizada através da consulta de lâminas referência da palinoteca do Laboratório de Micropaleontologia “Setembrino Petri”, no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, e bibliografias específicas [19-28].

2.6. Levantamento do período de floração e do tipo de polinização dos taxa identificados

O levantamento do período de floração e do tipo de polinização dos diferentes grãos de pólen e esporos encontrados foi realizado através de consulta bibliográfica [14, 26-27, 29-37]. Todos os morfotipos de angiospermas se relacionam a espécies que florescem todos os anos, ao longo de vários meses.

3. RESULTADOS

Foram contabilizados 209 grãos, relacionados a morfotipos de 21 famílias, sendo que 17 delas pertencem às Angiospermas, uma às Gimnospermas e três ao grupo das Samambaias (Tabela 1; Figura 7).

Os grãos foram descritos segundo forma, tamanho, ornamentação e aberturas, e separados em 24 morfotipos, pois em Myrtaceae foi encontrado o morfotipo do *Eucalyptus* e o morfotipo relacionado a espécies nativas, em Euphorbiaceae foi encontrado o morfotipo da *Alchornea* e outro representante da família, em Asteraceae foram encontrados os morfotipos de *Baccharis* e *Vernonia* (Tabela 1).

A família que teve o maior número de grãos encontrados foi Myrtaceae, seguida de Euphorbiaceae e Pinaceae, que representaram 68% dos palinomorfos. Em Myrtaceae, o morfotipo polínico mais encontrado foi *Eucalyptus*, em Euphorbiaceae foi *Alchornea* e em Pinaceae apenas *Pinus*. Poaceae representou 9% dos grãos, seguido de Asteraceae, Cannabaceae e Urticaceae, com 3% cada. As demais famílias representaram menos de 3% cada.

A maioria, 16 deles, estava relacionada a polinização através dos animais (zoofilia) e 8 deles relacionada a polinização pela ação dos ventos (anemofilia). Também o número de palinomorfos zoófilos foi maior (141 unidades), chegando a 67% de representação numérica e por morfotipos (Gráficos 1 e 2).

Tabela 1. Famílias botânicas relacionadas aos grandes grupos, aos morfotipos representados no filtro, às quantidades removidas do filtro e às síndromes de polinização.

Família	Grupo	Morfotipo	Quantidade	Síndrome de Polinização
Cyatheaceae	Samambaia	<i>Cyathea</i>	3	Anemofilia
Dennstaedtiaceae		<i>Pteridium</i>	2	Anemofilia
Polypodiaceae		<i>Polypodium</i>	1	Anemofilia
Pinaceae	Gimnosperma	<i>Pinus</i>	33	Anemofilia
Amaranthaceae	Angiosperma	<i>Alternanthera</i>	2	Zoofilia
Araliaceae		<i>Schefflera</i>	1	Zoofilia
Arecaceae		<i>Euterpe</i>	1	Zoofilia
Asteraceae		<i>Baccharis</i>	6	Zoofilia
		<i>Vernonia</i>		
Bignoniaceae		<i>Handroanthus</i>	2	Zoofilia
Cannabaceae		<i>Trema</i>	6	Anemofilia
Caryocariaceae		<i>Caryocar</i>	1	Zoofilia
Cyperaceae		Cyperaceae	1	Anemofilia
Euphorbiaceae		<i>Alchornea</i>	40	Zoofilia
		Euphorbiaceae		
Fabaceae - Mimosoideae		<i>Piptadenia</i>	5	Zoofilia
Lythraceae		<i>Cuphea</i>	1	Zoofilia
Melastomataceae		<i>Miconia</i>	2	Zoofilia
Myrtaceae		<i>Eucalyptus</i>	69	Zoofilia
		Myrtaceae nativa		
Nyctaginaceae		<i>Bougainvillea</i>	5	Zoofilia
Poaceae		Poaceae	18	Anemofilia
Primulaceae		<i>Myrsine</i>	4	Anemofilia
Urticaceae		<i>Cecropia</i>	6	Zoofilia

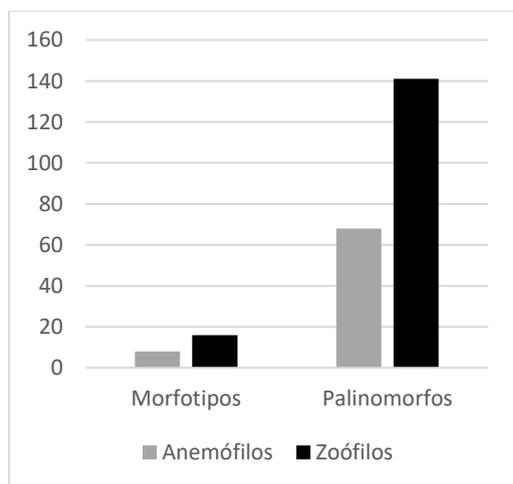


Gráfico 1. Quantidade de morfotipos e de palinomorfos por Síndrome Polínica.

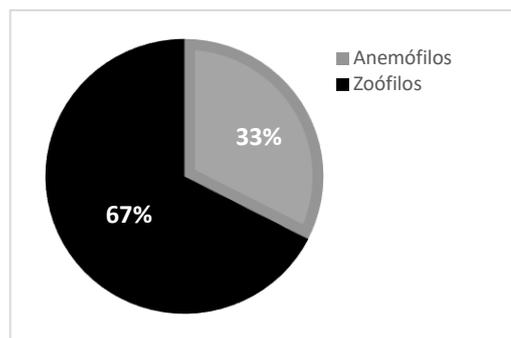


Gráfico 2: Porcentagem de palinomorfos por Síndrome Polínica (mesmos valores para morfotipos).

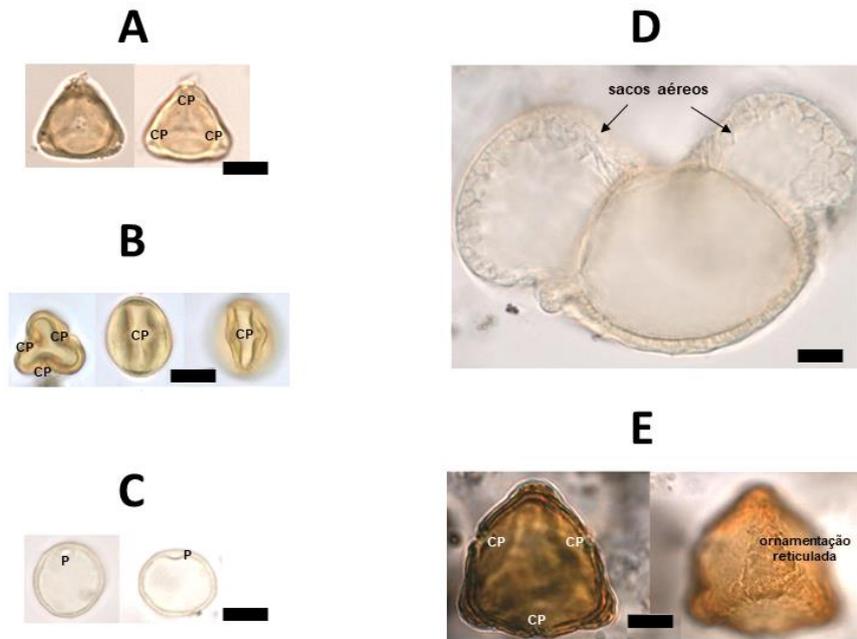


Figura 4. Morfotipos. A - *Eucalyptus*; B - *Alchornea*; C - Poaceae; D - *Pinus*; E - *Caryocar*. Barra de escala 10 μ m. Siglas das aberturas: CP - cólporo; P - poro.

4. DISCUSSÃO

Diferente das análises anteriores publicadas, que removeram os grãos de pólen e esporos dos filtros pela agitação e por protocolos químicos mais longos, a aspiração seguida por acetólise se mostrou rápida e eficiente, recuperando quantidade necessária para iniciar uma interpretação ambiental.

A assembleia palinológica encontrada é representada por morfotipos relacionados a espécies comumente encontradas em áreas antropizadas, isto é, que apresentam influência urbana, reflorestamento e vegetação secundária, tais como plantas ruderais, arbóreas exploradas na silvicultura e pioneiras. Portanto, o espectro polínico é compatível com o histórico predominante de tráfego do veículo nas Zonas Oeste e Leste do município de São Paulo.

Eucalyptus e *Pinus* são árvores muito utilizadas para reflorestamento; dados de 2016 mostram que 5,5 milhões de ha são ocupados por *Eucalyptus* e mais de 1,3 milhões de ha são ocupados por *Pinus* [38]. O estado de São Paulo ocupa a segunda posição como maior produtor de *Eucalyptus* no Brasil e quarta posição de maior produtor de *Pinus* [38].

No entanto, *Eucalyptus* e *Pinus* são taxa anemófilos, seus grãos podem viajar quilômetros de distância, por conseguinte, encontrá-los na amostra não possui alto valor informativo para geolocalização. Nas análises forenses,

taxa zoófilos são muito informativos, pois não são produzidos grãos em abundância e eles ficam próximos da planta mãe, facilitando a delimitação de áreas ou a determinação de regiões específicas através do espectro polínico em amostras relacionadas a suspeitos. Quanto menor a distribuição espacial e frequência dos taxa, maior a possibilidade de geolocalização.

Quanto às espécies nativas, os trabalhos de levantamento florístico na Grande São Paulo destacam Myrtaceae e Euphorbiaceae entre os 10 grupos mais abundantes [36, 39-45]. De fato, Myrtaceae é uma das famílias mais representativas da Mata Atlântica [42-44] e o morfotipo proveniente de espécie nativa evidencia esse dado.

É apontada grande riqueza de *Alchornea* para a microrregião de Osasco [36], sendo que a sub região oeste da metrópole foi transitada com frequência pelo veículo. Esse morfotipo e os outros que estão relacionados à polinização pelos animais, foram provavelmente captados pelo filtro durante o tráfego nas proximidades dos indivíduos deste gênero, por exemplo, rodovias que apresentam mata em suas bordas ou demais fragmentos de vegetação secundária da Mata Atlântica. Devido à ampla ocorrência de espécimes de *Alchornea*, sua presença no filtro não delimita uma área específica na qual o veículo tenha passado.

Também no município de São Paulo, além de *Alchornea*, nos trechos com maior dano ambiental por influência urbana, há ocorrência de *Cecropia* (Cecropiaceae), *Baccharis* e *Vernonia* (Asteraceae), *Piptadenia* (Fabaceae) e *Trema* (Cannabaceae) [46]. Portanto, tais morfotipos captados pelo filtro poderiam ser oriundos dessas áreas.

O campus central da Universidade de São Paulo apresenta um grande fragmento florestal com ocorrências dos gêneros *Alchornea*, *Baccharis*, *Cecropia*, *Myrsine*, *Schefflera* e *Vernonia* [37, 47], cujos morfotipos foram bem representados no espectro.

Particularmente, *Cecropia* é um gênero comum nos estágios iniciais de recuperação de matas degradadas [48], *Baccharis* e *Vernonia* são gêneros típicos de plantas ruderais [49], e *Alchornea*, *Piptadenia* e *Trema* são gêneros arbóreos pioneiros que também colonizam áreas antropizadas [50]. Desse modo, o espectro polínico encontrado no filtro representa o tráfego mais recorrente desenvolvido pelo automóvel.

Apesar de alguns dos morfotipos também remeterem ao Cerrado, que apresenta um padrão florístico caracterizado pela presença de espécies das famílias Asteraceae, Fabaceae e Poaceae [30, 51], os morfotipos dessas famílias encontrados no filtro incluem espécies ruderais. Logo, são mais consistentes com áreas antropizadas.

Entretanto, faz exceção o encontro de um grão de pólen de *Caryocar brasiliensis*, espécie típica do Cerrado, e que possibilita a sugestão do tráfego de veículo em área com esse bioma, o que de fato ocorreu por três vezes, mas de modo breve, na Região Metropolitana de Piracicaba, constituindo-se, pois a possível região origem deste grão.

Tendo em vista ser uma planta pioneira e comum em áreas antropizadas, provavelmente sua captação ocorreu durante o tráfego pelas vias públicas. Por ter como principais polinizadores morcegos e mariposas [52], a probabilidade de ser encontrado no município de São Paulo, trazidas pelas correntes de ar é muito baixa. Com efeito, o grão de *Caryocar* é um importante indicador de Cerrado, mas para uma geolocalização mais segura é necessária uma contagem mais alta de grãos típicos desse bioma.

A princípio, esperava-se a abundância de grãos de taxa anemófilos, uma vez que existiria uma altíssima quantidade de grãos em suspensão que poderia ser facilmente capturada pelo filtro. Contudo, os grãos de taxa zoófilos dominaram o espectro, tanto em morfotipos, quanto no número total de palinomorfos, chegando a quase 70% de representação em ambos.

Essa observação é de considerável valor forense porque a síndrome de polinização zoófila está relacionada ao transporte do grão de pólen realizado por animais, tendo as paredes dos grãos de pólen características que facilitam essa aderência - em vez da aerodinâmica, relacionada aos

grãos dispersos por longas distâncias pelas correntes de ar. Sendo assim, a captação desses grãos, que não se distanciam da planta-origem, ocorre quando o veículo transita nas proximidades dessa espécie. Quanto mais restrita for a distribuição dessa espécie, melhor a indicação de uma rota. Estudos da Índia e da Nigéria também informaram a captação de pólen de cultivares, tais como da manga (*Mangifera indica* L.), das frutas cítricas (*Citrus* spp.) e do milho (*Zea mays* L.), que não possuem a capacidade de alcançar longas distâncias [10-11]. A numerosa quantidade de plantas dos cultivos pode ter contribuído para aumentar a chance de captação, uma vez que os os veículos não transitaram em meio às plantações, somente nas rodovias adjacentes.

Todavia, grãos de pólen de espécies bastante presentes na arborização do município de São Paulo, como *Tipuana tipu* e *Ligustrum* sp. não foram encontrados. Provavelmente, assim como outras plantas zoófilas, a produção de pólen é muito baixa, de modo a tornar sua captura menos frequente.

Como o filtro foi removido para análise em agosto e houve a ocorrência de grãos que são liberados meses antes, supõe-se que a degradação sob o contínuo fluxo de ar não cause fragmentação severa.

Apesar da correspondência entre a assembleia polínica presente no filtro e as áreas percorridas pelo automóvel, o resultado não permite apontar áreas específicas de deslocamento, tendo em vista que os grãos de pólen e esporos não remetem a espécies de ocorrência restrita e exclusiva, e que diversos tipos de associações entre plantas podem ocorrer em diferentes regiões, dificultando apontar em qual delas o pólen foi capturado. O melhor uso dessa análise é o de complementar diferentes análises forenses, mais notadamente aliada aos exames de solos e de isótopos forenses [53-54]. Tendo em vista que veículos relacionados a ilícitos podem ter suas placas substituídas, prejudicando uma investigação pelas imagens de monitoramento, e que diversos deles são flagrados envolvidos em crimes ambientais (animais traficados e madeira ilegal) e em apreensões de drogas, que podem envolver longas distâncias, uma abordagem pericial integrativa sobre o trajeto desses veículos pode se tornar valiosa para excluir hipóteses ou reforçar uma linha investigativa, principalmente quando as suposições se referem a floras distintas.

Embora o filtro veicular não esteja sujeito à mesma contaminação que possa acometer os bancos, pedais, tapetes e volantes dos veículos, que ocorre pelo uso após o ato criminoso, há de se considerar que o espectro polínico representa uma história de deslocamentos por um período de tempo que, em geral, antecede excessivamente o momento do ilícito investigado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados demonstram a viabilidade de recuperação de grãos por um método simples de aspiração com protocolo químico básico e a aplicabilidade da análise polínica usando filtros de ar condicionado veiculares relacionados a países com predomínio de plantas zoófilas.

A assembleia de grãos de pólen e esporos encontrada foi compatível com os locais por onde o veículo trafegou, principalmente áreas antropizadas, caracterizadas por vegetação em estágio secundário de Mata Atlântica, Cerrado e áreas de reflorestamento.

Para maiores avanços, são necessários estudos controlados, com um maior número de veículos e por estações do ano, para análises estatísticas e para verificar se com o tempo os grãos, ou uma parte deles mais frágil, sofrem fragmentação nos filtros em razão do contínuo fluxo de ar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Matheus Fortes Santos, responsável pela orientação do Trabalho de Conclusão de Curso de Raphaella Fernandes Rodrigues, que forneceu dados para o presente artigo, e a Dra. Vanda Brito de Medeiros pelo auxílio laboratorial e discussão dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Traverse. *Paleopalynology*, 2ª edição. The Netherlands: Springer (2007).
- [2] K. Walsh; M. Horrocks. Palynology: Its Position in the Field of Forensic Science. *Journal Of Forensic Sciences* **53(5)**: 1053-1060 (2008).
- [3] F.H.M. Silva. *Palinologia Forense na Bahia: relatos de um projeto pioneiro*. In: M.M. Amaral. *A Botânica vai ao tribunal*. São Carlos: RiMa (2019).
- [4] V.M. Bryant; D.C. Mildenhall. Forensic Palynology: A New Way to Catch Crooks. In: V.M. Bryant; J.H. Wrenn. *New Developments in Palynomorph Sampling, Extraction and Analysis*. 33ª edição AASP Foundation. 145-155 (1998).
- [5] L.A. Milne; V.M. Bryant; D.C. Mildenhall. *Forensic Palynology* – Cap. 14. In: H.M. Coyle. *Forensic Botany: Principles and Applications to Criminal Casework*. Boca Raton: Crc Press (2005) 217-252.
- [6] P. E. Oliveira. *O Bioma em uma Caixa: Reconstrução de Ambientes pela Palinologia*. In: M.M. Amaral. *A Botânica vai ao tribunal*. São Carlos: RiMa (2019).
- [7] M.M. Amaral. *Botânica e Palinologia Forenses*. In: C.R. Dias; P.A. Francez. *Introdução à Biologia Forense 3ª edição*, Campinas: Millennium (2022).
- [8] C.R. Dias. Cadeia de custódia: do local de crime ao trânsito em julgado; do vestígio à evidência. *Revista dos Tribunais (São Paulo)* **883**: 437-451 (2009).
- [9] V.M. Bryant. *Pollen and Spore Evidence in Forensics*. In: A. Jamieson; A. Moenssens. *Wiley Encyclopedia of Forensic Science*, Nova Jersey: John Wiley & Sons (2014) 1-16.
- [10] S. More; K.K. Thapa; S. Bera. Potential of Dust and Soot from Air-Filters of Motor Vehicle Engines as a Forensic Tool: First Experimental Palynological Approach in India. *Journal of Forensic Research* **4** (2013). DOI:10.4172/2157-7145.1000177.
- [11] E.A. Orijemie; I. Israel. Palynomorphs and travel history of vehicles in Nigeria. *Aerobiologia* **35(3)**: 497-510 (2019).
- [12] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados de Informações Ambientais – BdiA (2019).
- [13] R.R. Rodrigues; V.L.R. Bononi (Orgs.) *Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo*, São Paulo: Instituto de Botânica/Programa BIOTA/FAPESP (2008).
- [14] M.G.L. Wanderley; G.J. Shepherd; A.M. Giulietti (Ed.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, São Paulo: Hucitec (2001).
- [15] E.H.P. Barretto; E.L.M. Catharino. Florestas maduras da região metropolitana de São Paulo: diversidade, composição arbórea e variação florística ao longo de um gradiente litoral-interior, Estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea* **42(3)**: 445-469 (2015).
- [16] P.E.J. Wiltshire. Protocols for forensic palynology. *Palynology* **40(1)**: 4-24 (2015).
- [17] G. Erdtman. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Bot. Tidskr.* **54**: 561-564 (1960).
- [18] M.L. Salgado-Labouriau. *Critérios e Técnicas Para o Quaternário*, São Paulo: Edgard Blucher (2007).
- [19] M.L. Salgado-Labouriau. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*, Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências (1973).
- [20] P. Colinvaux; P.E. de Oliveira; J.E.M. Patiño. *Amazon Pollen Manual and Atlas: Manual e Atlas Palinológico da Amazônia*, The Netherlands: Harwood Academic Publishers (1999).
- [21] T.S. Melhem; M.A.V. Cruz-Barros; A.M.S. Corrêa; H. Makino-Watanabe; M.S.F.S. Capelato; V. Gonçalves-Esteves. Variabilidade polínica em plantas de Campos de Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* **16**: 9-104 (2003).
- [22] M.A.V. Cruz-Barros; A.M.S. Corrêa; E.C. Gasparino; V.B. Paes. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual

- das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Família: 90 - Melastomataceae. *Hoehnea* **34(4)**: 531-552 (2007).
- [23] S.G. Bauermann; A.C.P. Evaldt; J.R. Zanchin; S.A.L. Bordignon. Diferenciação polínica de *Butia*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Syagrus* e *Thrtrinax* e implicações paleoecológicas de Arecaceae para o Rio Grande do Sul. *Iheringia: Série Zoologia* **65(1)**: 35-46 (2010).
- [24] A.G. Freitas; M.A. Carvalho. Análise Morfológica e Inferências Ecológicas de Grãos de Pólen e Esporos (últimos~8.000 anos) da Lagoa da Ferradura, Armação dos Búzios, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia* **15(3)**: 300-318 (2012).
- [25] P.P. Oliveira; F.A.R. dos Santos. *Prospecção Palinológica em Méis da Bahia*, Feira de Santana: Print Mídia (2014).
- [26] C.I. Silva (Org.). *Catálogo Polínico: das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto*, Ribeirão Preto: Holos (2014).
- [27] R.F. Cassino; C.T. Martinho; S. Caminha. Diversidade de Grãos de Pólen das Principais Fitofisionomias do Cerrado e Implicações Paleoambientais. *Gaea - Journal Of Geoscience* **9(1)**: 4-29 (2016).
- [28] F.L. Lorente; A.A. Buso Júnior; P.E. de Oliveira; L.C.R. Pessenda. *Atlas Palinológico: Laboratório 14C - Cena/USP*, Piracicaba: FEALQ (2017).
- [29] E.F. Penhalber; W.M. Vani. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Botânica* **20(2)**: 205-220 (1997).
- [30] M.A. Batalha. Análise da vegetação da ARIE Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passo Quatro, SP). *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, São Paulo (1997).
- [31] R. Dislich; W. Manotovani. A Flora de Epífitas Vasculares da Reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" (São Paulo, Brasil). *Boletim de Botânica* **17**: 61-83 (1998).
- [32] M. Mantovani; A.R. Ruschel; M.S dos Reis; A. Puchalski; R.O. Nodari. Fenologia Reprodutiva de Espécies Arbóreas em uma Formação Secundária da Floresta Atlântica. *Revista Árvore* **27(4)**: 451-458 (2003).
- [33] L.S. Kinoshita; R.B. Torres; E.R. Forni-Martins; T. Spinelli; Y.J. Ahn; S.S. Constâncio. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **20(2)**: 313-327 (2006).
- [34] E. Gressler. Floração e frutificação de Myrtaceae de floresta atlântica: limitações ecológicas e filogenéticas. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro (2005).
- [35] P.E.R. Carvalho. Pequizeiro *Caryocar brasiliense*. *Embrapa Informação Tecnológica, Colombo* **1**: 1-10 (2009).
- [36] E.H.P. Barretto. Florestas climáticas da região metropolitana de São Paulo – SP: caracterização florística, estrutural e relações fitogeográficas. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo (2013).
- [37] C.V.F. Marmontel; V.A. Rodrigues; T.M. e Martins; R. Starzynski; J.L. de Carvalho. Caracterização da Vegetação Secundária do Bioma Mata Atlântica com Base em sua Posição na Paisagem. *Bioscience Journal* **29(6)**: 2042-2052 (2013).
- [38] ABAF. *Anuário Brasileiro de Silvicultura*, Santa Cruz do Sul: Gazeta (2016).
- [39] H. Ogata; E.P.C. Gomes. Estrutura e composição da vegetação no Parque CEMUCAM, Cotia, SP. *Hoehnea* **33(3)**: 371-384 (2006).
- [40] R.P.G. Rosario. Estágios sucessionais e o enquadramento jurídico das florestas montanas secundárias na Reserva Florestal do Morro Grande (Cotia, SP) e entorno. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo (2010).
- [41] F.A.R.D.P. Arzolla; F.E.S.P. Vilela; G.C.R. de Paula; G.J. Shepherd; F. Descio; C. de Moura. Composição florística e a conservação de florestas secundárias na Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. *Revista do Instituto Florestal, São Paulo* **23(1)**: 149–171 (2011).
- [42] R. Reitz; R.M. Klein; A. Reis. Projecto Madeira de Santa Catarina. *Sellowia* **28**: 11-330 (1978).
- [43] H.F. Leitão-Filho. *Ecologia da Mata Atlântica de Cubatão (São Paulo)*, São Paulo: Editora Unesp (1993).
- [44] G.M. Barroso; M. Peron. *Myrtaceae*. In: M.P.M. Lima; R.R. Guedes-Bruni. *Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo-RJ. Aspectos florísticos das espécies vasculares*, Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro - 1 (1994) 259–302.
- [45] M.R. Tanus; M. Pastore; R.S. Bianchini; E.P.C. Gomes. Estrutura e composição de um trecho de Mata Atlântica no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea* **39(1)**: 157-168 (2012).
- [46] R.J.F. Garcia; J.R. Pirani. Estudo Florístico dos Componentes Arbóreo e Arbustivo da Mata do Parque Santo Dias, São Paulo, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* **19**: 15-42 (2001).
- [47] R. Dislich. Análise da vegetação arbórea e conservação na Reserva Florestal da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira", São Paulo, SP. *Tese de Doutorado*, Universidade de São Paulo, São Paulo (2002).
- [48] J.E. Dias; L.C. Laureano. *Farmacopeia popular do Cerrado*, Cidade de Goiás: Articulação Pacari (2009).
- [49] K.G. Kissmann; D. Groth. *Plantas infestantes e nocivas, Tomo II*, São Paulo: Basf Brasileira S.A. (1992).

- [50] H. Lorenzi. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, Nova Odessa: Plantarum (1992).
- [51] J.A.A. Neto; F.R. Martins; G.E. Valente. Composição Florística e Espectro Biológico na Estação Ecológica de Santa Bárbara, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Árvore, Viçosa* **31(5)**: 907-922 (2007).
- [52] R. Gribel; J.D. Hay. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *Journal of Tropical Ecology* **9**: 199-211 (1993).
- [53] V.F. Melo; S.A. Testoni; L. Dawson; A.G. de Lara AG, F.A. da Silva Salvador. Can analysis of a small clod of soil help to solve a murder case? *Sci Justice* **59(6)**: 667-677 (2019).
- [54] F.J.V. Costa; J.P. Sena-Souza; G.B. Nardoto. Determinação da origem geográfica de vestígios utilizando isótopos estáveis: base científica e potencial de uso no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Policiais* **10(1)**: 15-54 (2019)