MARINA MILANELLO DO AMARAL

Avaliação forense de vestígios botânicos em
canaviais do estado de São Paulo

Forensic evaluation of botanical remains and
trace-matter in sugarcane fields in the state of
São Paulo

São Paulo

2020

Resumo

O desenvolvimento da Botânica e da Palinologia forense no Brasil depende da organização de métodos que compreendam as peculiaridades dos ecossistemas e da ocupação antrópica do território. A alta frequência de canaviais como local de crime no estado de São Paulo exige que peritos criminais estudem como os vestígios vegetais se apresentam nessas áreas, a fim de que os resultados produzidos pelo exame de local de crime possam ser interpretados e comparados a peças de vestuário de suspeitos. Para tanto, foram realizadas simulações de crimes em canaviais, seguida pela aplicação de técnicas periciais e exames botânicos e palinológicos, envolvendo morfologia, anatomia, palinologia e partículas carbonizadas, nos locais e nas peças do autor. Os resultados promoveram organizar fundamentos para análise, interpretação e comparação de locais com peças, bem como os limites dos vestígios como meios de prova, a fim de evitar vieses e conclusões que não encontram apoio científico, através de uma avaliação baseada na Razão de Verossimilhança.

Palavras-chave: Botânica forense; Palinologia forense; canavial, método, avaliação.

Abstract

The development of Forensic Botany and Palynology in Brazil depends on organizing methods that encompass the peculiarities of ecosystems and the anthropic occupation of the territory. The high frequency of sugarcane fields as a crime scene in the state of São Paulo requires that crime scene investigators study how botanical remains and trace-matter are disposed in these sites, in order to results from the crime scene examination can be interpreted and compared to suspect garments. For this purpose, simulations of crimes in sugarcane fields were carried out, followed by the application of forensic techniques, botanical and palynological examinations, including morphology, anatomy, palynology and analysis of carbonized particles, in the sites and author garments. The results promoted the organization of fundamentals for analysis, interpretation and comparison of sites with garments, as well as the limits to consider remains as evidence, in order to avoid bias and conclusions that do not find scientific support, using evaluation based on the likelihood ratio.

Keywords: Forensic Botany; Forensic palynology; sugarcane crop, method, evaluation.

1. Introdução

1.1. Introdução geral

Devido à ubiquidade das plantas, há muitas possibilidades de sua aplicação em questões legais. Com a crescente popularização dos conhecimentos científicos, os vestígios botânicos deixaram de ser subestimados, e passaram a representar importância para a convicção do juiz e do corpo de jurados (Lane *et al.*, 1990; Bock & Norris, 1997; Miller Coyle, 2005). De fato, na última década, o emprego dos conhecimentos botânicos para esclarecimentos de questões criminais também apresentou substancial aumento nos países sul-americanos. Seu maior emprego tem como razão principal a aproximação entre órgãos periciais e institutos de pesquisas, e consequente divulgação dos resultados alcançados sob o rigor científico (Povilauskas, 2017; Amaral, 2018).

Os fundamentos e as técnicas desenvolvidas nessa área são agrupados sob o termo Botânica Forense, tendo como derivação a Palinologia Forense (Bryant *et al.*, 1990). Portanto, fazem parte do conjunto das Ciências Forenses, como a Balística, a Toxicologia, a Medicina Legal, a Genética Forense, a Entomologia Forense, dentre outras, dado que se constituem ramos da ciência utilizados para fins legais, tanto na esfera criminal quanto cível. O que as difere da Ciência Básica é a intermediação da disciplina Criminalística, que define as normas e as boas práticas para a aplicação das Ciências Forenses no interesse da Justiça.

Em nosso país, tomando-se como ponto de partida a comunicação do crime, o Delegado de Polícia determina a realização da perícia criminal, que consiste basicamente em um conjunto de procedimentos científicos relacionados à elucidação de um evento delituoso (Dias, 2009). Através de exames periciais, são coletados vestígios que, após submetidos à análise adequada, se for verificada sua vinculação ao crime, poderão comprovar elementos objetivos da conduta delituosa de um ou mais indivíduos, justificando por fim a condenação.

Na legislação brasileira, conforme proclama o Código de Processo Penal (Brasil,

1941), no artigo 158, o exame pericial é indispensável nas infrações que deixam vestígios, sob pena de nulidade do processo. Nem mesmo a confissão substitui o exame pericial.

Como todo e qualquer ente presente em um local de crime é um vestígio material (Dias, 2008), os Peritos Criminais responsáveis pelos exames devem ser preparados para desempenhar seu ofício de modo que acompanhe o avanço tecnológico e o aumento de complexidade do conhecimento. Ademais, o método científico é o agente afiançador de que a Perícia siga um conjunto de normas para produzir e desenvolver conhecimentos de forma criteriosa.

Historicamente, a modificação e a substituição de métodos de investigação visando ao embasamento científico para a produção de provas teve como importantes fomentadores o jurista austríaco Hans Gross (1847-1915), com a obra clássica de 1893 “Handbuch für Untersuchungsrichter” (“Manual para Juízes de Instrução”, com diversas atualizações e traduções na Europa), e o cientista francês Edmond Locard (1877-1966), autor de tratados monumentais da Criminalística e fundador do “Laboratório de Polícia Técnica” de Lyon em 1910, o primeiro do mundo nessa vertente.

Atualmente, umas das forças estimuladoras do desenvolvimento das Ciências Forenses é representada pela “National Academy of Sciences” (NAS, fundada em 1863), uma sociedade privada estadunidense, sem fins lucrativos, formada por acadêmicos ilustres engajados em pesquisa científica e que aconselha o governo federal em assuntos científicos e técnicos (NAS, 2009).

No âmbito forense, as ações principais dessa entidade fortalecem a confiabilidade das disciplinas, identificando potenciais avanços científicos que possam auxiliar a aplicação da lei, estabelecendo padrões e organizando orientações para programas de formação de cientistas forenses. Além disso, promovem as melhores práticas e diretrizes relativas à coleta e à análise de evidências forenses e atuam como um canal de comunicação entre os executores das atividades e os governantes,

propiciando a constante avaliação das práticas e das estruturas que compõem a esfera forense.

Da mesma forma que ocorre em instituições de pesquisa de países em desenvolvimento, o trabalho dos pesquisadores norte-americanos é frequentemente limitado por falta de recursos adequados, políticas sólidas e apoio nacional. Tal conjuntura não é negligenciada, pelo contrário, é levada ao centro da discussão. A conscientização do comitê diretor da NAS é sintomática:

“O sistema de ciência forense, abrangendo pesquisa e prática, tem sérios problemas que só podem ser resolvidos por uma comunidade nacional” (NAS, 2009).

Como resposta, o comitê da NAS sustentou o compromisso de reformular a estrutura que apoiava a comunidade científica forense naquele país, o que exigia lideranças eficazes nos níveis mais altos dos governos federal e estadual, além de significativo empenho de fundos federais.

Em 2015, o “President's Council of Advisors on Science and Technology” (PCAST, fundada em 2001) foi solicitado a apresentar um levantamento sobre medidas adicionais do ponto de vista científico para fortalecer as disciplinas de ciência forense, visando garantir a validade das provas usadas no sistema legal. Pelo relatório encaminhado em 2016, foi concluído que existem duas lacunas importantes: (1) clareza sobre os padrões científicos para a validade e confiabilidade dos métodos forenses e (2) avaliação dos métodos forenses específicos para determinar se eles foram cientificamente estabelecidos para serem válidos e confiáveis. Concomitantemente, iniciaram-se os trabalhos do “Center for Statistics and Applications in Forensic Evidence” (CSAFE, fundada em 2015), com o intuito de avaliar os resultados forenses sob o enfoque estatístico.

Nessa vertente, nas duas últimas décadas, o sistema judicial estadunidense veio introduzindo em níveis federal e estadual o “Padrão Daubert”, um dispositivo legal em que o próprio juiz avalia os testemunhos de especialistas, evidências científicas e dados técnicos antes de apresentá-los aos jurados. Para que um dado seja considerado prova científica e, portanto, admissível no processo, é necessário atender aos seguintes fatores de confiabilidade:

- (1) teste em condições de campo reais;
- (2) revisão por pares e publicação de artigos científicos;
- (3) taxa de erro conhecida ou potencial;
- (4) existência e manutenção de padrões controlando o funcionamento da técnica;
- (5) grau de aceitação dentro de uma comunidade científica relevante.

No cenário europeu, a entidade promotora do fortalecimento das Ciências Forenses é o “The European Network of Forensic Science Institutes” (ENFSI, fundada em 1995), formada por uma rede de especialistas que organiza estudos colaborativos, reuniões e manuais de boas práticas, culminando em acordos mútuos no campo da ciência forense, estendidos a todos os laboratórios a ele ligados. Um de seus êxitos refere-se à consolidação e à uniformização da apresentação dos resultados forenses em termos estatísticos.

Quanto à integração entre continentes, a “Organização das Nações Unidas” (ONU) com sede em Viena, Áustria, mantém o “Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime” (UNODC, fundada em 1997), uma agência especializada que atua como líder global contra o crime internacional, destacando-se o tráfico de drogas ilícitas, a corrupção e o terrorismo, estruturando a cooperação entre países, provendo assistência jurídica e produzindo pesquisa científica. Periodicamente são divulgados relatórios estatísticos com resultados de operações e políticas públicas, além de manuais contendo diretrizes e recomendações para a execução de procedimentos forenses.

Em quadros menores, com o mesmo intuito, existem diversas associações agrupadas principalmente por área de interesse, contudo concentradas no eixo América

do Norte - Europa, tais como IABPA (“International Association of Bloodstain Pattern Analysts”) e SWGDRUG (“Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs”).

Além disso, os eventos forenses gerais e específicos, internacionais e nacionais, multiplicaram-se nos últimos anos. O Brasil já abrigou dois eventos internacionais de grande porte realizados pela Academia Brasileira de Ciências Forenses (InterFORENSICS, 2017 e 2019) e vem se candidatando a ser país-sede do congresso trienal da “International Association of Forensic Sciences”.

Essa incessante busca pelo aprimoramento da esfera forense atende a três finalidades: i) identificação de criminosos com maior confiabilidade; ii) redução da ocorrência de condenações injustas, o que reduz o risco de que os infratores verdadeiros continuem a cometer crimes enquanto pessoas inocentes cumprem o tempo indevidamente; iii) aumentar a capacidade das nações de atender às suas necessidades de segurança interna (NAS, 2009).

No nosso país, essas mesmas preocupações experimentadas pela comunidade internacional iniciaram-se a partir do maior engajamento dos quadros periciais em pesquisa científica, que prontamente reconheceram a necessidade de correções e aprimoramento dos métodos, tendo em vista o perigo potencial de dar peso indevido a resultados derivados de análises imperfeitas. No início de 2014, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) lançou o edital Programa Ciências Forenses nº 25/2014 “Pró-Forenses”, a fim de incentivar a produção de pesquisas científicas e a formação recursos humanos pós-graduados aplicados às Ciências Forenses, e assim fundar o pensamento brasileiro na área.

Ademais, o aperfeiçoamento dos ramos das Ciências Forenses faz-se imperativo diante do panorama da violência em nosso país. Embora no Brasil não exista registro oficial de guerras civis, o país vem liderando o número de mortes violentas em números absolutos, segundo dados expostos pela ONU em 2011 e em 2013. Conforme assinalado nos relatórios da UNODC, a redução dos crimes violentos em algumas cidades brasileiras resultou da modernização das práticas policiais e de trabalhos sociais envolvendo

organizações não governamentais. Levantamentos recentes que contam com entidades como o “Fórum Brasileiro de Segurança Pública” (FBSP) e a publicação do *Atlas da Violência* em 2019, produzido pelo “Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada” (IPEA) e FBSP sobre dados em 2007 e 2017¹, indicaram o número de quase 60 mil homicídios para o ano de 2015², chegando a 65.602 pessoas assassinadas em 2017, o maior nível histórico de letalidade violenta intencional no país. Os anos de 2018 e 2019 apresentaram queda, principalmente no último ano, mas com a contrapartida do crescimento das mortes decorrentes de intervenção policial³.

Contudo, na situação em que o crime não pôde ser evitado e, portanto, está consumado, a questão da impunidade é o aspecto mais desafiador a ser considerado, convocando para seu combate o aperfeiçoamento da polícia judiciária, com ações periciais mais céleres e competentes. É fundamental que a coleta de vestígios no local de crime seja completa e eficiente, pois a partir deles poderão ser obtidas as provas materiais que sustentam a condenação de um indivíduo culpado ou a absolvição do inocente injustamente acusado.

Em termos gerais, a prova⁴ é um instrumento usado para demonstrar os fatos de uma causa e tem como finalidade permitir que o julgador conheça o conjunto sobre os quais fará incidir o direito (Bonfim, 2008). Desse modo, a prova serve de base à imputação penal feita pelo Ministério Público e deve contribuir para a formação do convencimento do corpo de jurados ou do magistrado sobre um determinado evento.

¹ Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas e Fórum Brasileiro de Segurança Pública. Atlas da Violência, 05 jun. 2019. Disponível em: <http://www.forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2019/06/Atlas-da-Violencia-2019_05jun_vers%C3%A3o-coletiva.pdf> Acesso em: 02 de agosto de 2019 às 14:33.

² 58.383 homicídios em 2015, enquanto na Síria, no mesmo ano, o conflito culminou em 55.219 mortes (conforme relatório apresentado pelo Fórum Nacional de Segurança Pública em 2016).

³ Monitor da violência - Parceria entre o Núcleo de Estudos da Violência (NEV), o portal de jornalismo G1 (Rede Globo) e o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP).

⁴ "O termo prova origina-se do latim – *probatio* –, que significa ensaio, verificação, inspeção, exame, argumento, razão, aprovação ou confirmação. Dele deriva o verbo provar – *probare* –, significando ensaiar, verificar, examinar, reconhecer por experiência, aprovar, estar satisfeito com algo, persuadir alguém a alguma coisa ou demonstrar"(Nucci, 2014 e 2015).

1.2. Área da Botânica forense

No artigo 332 do Código de Processo Civil encontramos que “Todos os meios legais, bem como os moralmente legítimos, ainda que não especificados neste Código, são hábeis para provar a verdade dos fatos, em que se funda a ação ou a defesa”. Esses meios de prova são justamente os instrumentos utilizados para produzir a prova de fato e levá-la ao conhecimento do magistrado. Ou seja, é tudo aquilo que pode ser usado, direta ou indiretamente, para demonstrar o que se alega no processo. Garantir essa amplitude obedece ao princípio da “verdade real”, que estabelece que o processo penal almeja reconstruir aquilo que realmente ocorreu quando o crime foi praticado. Desse modo, não há quaisquer obstáculos ou requisitos prévios no código de processo penal brasileiro para aplicar conhecimentos botânicos – veremos adiante uma abordagem rigorosa desse aspecto.

Todavia, há de se encontrar os vestígios. Reconhecer, coletar, preservar e analisar adequadamente os vestígios botânicos não são atividades triviais. Aliás, as dificuldades em utilizá-las desestimulam seu uso, como admitido pelos especialistas em Botânica Forense (Lane *et al.*, 1990; Bock & Norris, 1997). Com efeito, enquanto outras linhas biológicas de aplicação forense similar, como a entomologia, possuem maior casuística e grupos de pesquisa estruturados, a botânica surge como investidas isoladas.

Para enfrentar essa dificuldade, deve-se partir de seu fator primordial: nosso próprio viés cognitivo, explicitado pelo termo “Cegueira Botânica”, cunhado por Wandersee e Schussler (2002). Esses autores indicam uma origem neurofisiológica para o “desprezo” geral com as plantas, uma vez que, com o processamento de somente 0,00016% dos dados captados pelos olhos, nossa cognição prioriza aspectos como movimento, padrões salientes de cores e seres ameaçadores. A imobilidades das plantas e sua consequente assimilação como cenário no qual os animais desempenham papéis de protagonistas acabam por relegá-las ao descaso no processamento cerebral.

Salatino e Buckeridge (2016) ampliam a discussão sobre a “Cegueira Botânica” considerando outras hipóteses agravantes no viés cognitivo: os fatores culturais. Como explicitam os autores, no cotidiano do mundo urbanizado temos contato apenas com o resultado do processamento das plantas, sem a experiência com o todo da planta (seu corpo, suas mudanças, onde cresce) e, como resultado, a dissociação dos conhecimentos se torna inevitável. Como explicam os autores, tal distanciamento, seja pelos aspectos neurológicos, seja pelos culturais, prejudica as condições de ensino e pesquisa em Botânica, motivo de preocupação no Brasil (Seniciato & Cavassan, 2004; Towata *et al.*, 2010). Segundo Kinoshita *et al.* (2006), o ensino básico de Botânica em nosso país tem-se caracterizado como excessivamente teórico, desestimulante e subvalorizado no conjunto das ciências biológicas.

Trazendo essa problemática para a esfera forense, o recente levantamento de Manvailer *et al.* (2018) sobre o conhecimento botânico dos peritos criminais brasileiros que atuam em local de crime indicou que apesar da maioria reconhecer a importância dos vestígios botânicos, apenas cerca de 20% dos entrevistados afirmou ter conhecimento dos procedimentos de coleta e preservação de material botânico. Além disso, ainda houve uma parcela que não soube indicar o método adequado quando testado em situação hipotética.

As implicações dessa conjuntura na esfera legal são, portanto, desfavoráveis para a perícia, pois seria frequente desconsiderar vestígios relevantes, mesmo que nosso cotidiano seja “permeado” pelos vegetais e que a diversidade morfológica (inclui-se molecular) se expresse em cerca de 390.000 espécies, mais de 40.000 só no Brasil (Flora do Brasil 2020, em construção), sem contar os aspectos ecológicos e que qualquer parte de uma planta pode se tornar uma prova. Um vestígio ou um conjunto deles pode indicar uma origem geográfica, ligar um indivíduo ao local de um crime ou ainda ser usado para a defesa de um indivíduo equivocadamente apontado como suspeito. Mesmo que um hábil criminoso possua conhecimentos técnicos para destruir ou ocultar alguns vestígios que o apontem como autor, é praticamente impossível que ele consiga manipular ou anular os inúmeros vestígios macro e microscópicos das plantas (Amaral, 2016).

Portanto, é altamente recomendável que os Peritos Criminais busquem se associar com pesquisadores da área, uma vez que o treinamento dos Peritos Criminais não tem como objetivo sua independência em relação aos especialistas - julgar essa substituição como possibilidade seria paradoxalmente retirar a importância da diversidade vegetal (Amaral, 2016). Aos peritos competirá o reconhecimento de vestígios botânicos durante o levantamento de local, sua descrição, coleta, preservação e encaminhamento para os exames adequados, obedecendo a cadeia de custódia⁵. No momento das análises, com ou sem auxílio de especialistas em botânica, os procedimentos deverão estar balizados no método científico, garantindo a idoneidade da prova, bem como assegurar condições para sua contestação.

No entanto, para que essa atividade se torne mais frequente, são também necessárias pesquisas no sentido de estabelecer protocolos que orientem e unifiquem as tarefas dos peritos, bem como forneçam dados que apoiem a interpretação dos resultados. Tais empreendimentos foram viabilizados pelo projeto “Microvestígios de Interesse Forense” (3423/14) aprovado no programa “Pró-Forenses” da CAPES, coordenado pelo Perito Criminal Federal Dr. Fábio Augusto da Silva Salvador, do qual a presente tese de doutorado faz parte juntamente com outros projetos do Instituto de Geociências (Universidade de São Paulo) e do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (Universidade Federal do Paraná).

Tais condições permitem que as perícias sejam cada vez mais objetivas, evitando que dependam do acaso ou da sorte. Há de se reconhecer que muitas resoluções de casos criminais foram marcadas pela presença de circunstâncias fortuitas ou ocorreram por meio de aplicações empíricas da ciência, por técnicas desenvolvidas de forma heurística, baseadas em observação, experiência e raciocínio sem uma teoria científica subjacente. Contudo, sem desmerecer os diversos modos de produção de conhecimento, o desenvolvimento científico conduziu a área forense para a etapa de

⁵ Cadeia de custódia: “uma sucessão de eventos concatenados, em que cada um proporciona a viabilidade ao desenvolvimento do seguinte, de forma a proteger a integridade de um vestígio do local de crime ao seu reconhecimento como prova material até o trânsito em julgado do mérito processual” (Dias, 2012).

projetar experimentos que considerem a linguagem científica, a confiabilidade do método e a verificação de incertezas.

Trazendo tais necessidades de aperfeiçoamento científico para a Botânica (e Palinologia) Forense, acrescenta-se a ela uma peculiaridade que lhe confere maior complexidade, que é seu caráter misto. Tal como Toxicologia, Análise de Substâncias Entorpecentes e Identificação Humana pelo DNA nuclear e mitocondrial, a Botânica Forense necessita de laboratório - a Biologia Molecular de Plantas, a Anatomia Vegetal, que inclui a Anatomia da Madeira, e a Palinologia dependem de procedimentos laboratoriais, microscópios, e até mesmo softwares para serem executadas com excelência. Por outro lado, assim como as impressões digitais, amostras de manuscritos, marcas de ferramentas e de mordida, a Botânica Forense envolve a interpretação especializada de padrões. Por exemplo, a identificação de espécies, tendo em vista um holótipo (área da Taxonomia), bem como a reconstrução de ambientes a partir de espectros polínicos, temas que serão aprofundados nessa tese.

Para avanços e solidez dos estudos em Botânica Forense no Brasil, a permanência de estudos é fundamental, uma vez que a mera importação de protocolos de outras nações é infrutífera. A estrutura e a dinâmica da vegetação de nosso país são essencialmente diferentes daquelas dos países onde os protocolos tradicionais foram elaborados, isto é, países de clima temperado com baixa diversidade, fazendo-se necessária a adaptação. Além disso, a execução das tarefas policiais também é influenciada por fatores regionais.

Na particularidade do estado de São Paulo, dentre as dezenas de trabalhos em botânica realizados no Instituto de Criminalística, com suporte da Universidade de São Paulo, do Instituto de Botânica e Instituto Florestal, um estudo de confronto de vestígios foliares entre peças de suspeitos e locais de crime em investigações de homicídio e execução sumária (Amaral *et al.*, 2016) suscitou a necessidade do aprofundamento da matéria, pois salientou a importância das ações pré e pós-levantamento de local. Em síntese, como ações pré-levantamento de local, o Perito Criminal deverá planejar as coletas botânicas, determinando onde, o quê e quanto coletar no local e em suas

imediações; quanto às ações pós-levantamento de local, de posse dos resultados do confronto botânico, em alguns casos, o Perito Criminal deverá retornar ao local de crime, verificando a presença de espécimes que poderiam ser a origem dos materiais amostrados ou ainda para realizar coletas complementares. Com efeito, esse estudo, que compreendia locais de crime tanto em canavial quanto áreas de vegetação densa e antropizada, se constituiu em um motor para o presente trabalho, uma vez que gerou interesse em esmiuçar esse tipo de análise e fornecer um arcabouço para interpretações ambientais e suas limitações.

Diante desse cenário complexo e sabendo que há um processo a ser percorrido para alcançar a excelência na perícia, há que se priorizar algumas ações, a fim de otimizar os recursos humanos e materiais. Logo, na presente tese, foi proposto desenvolver um projeto específico, que se somando a outros, fornecerá os subsídios para o desenvolvimento forense. Portanto, daqui partimos para uma das referências mais importantes da criminologia, que é o próprio local onde ocorreu o crime.

1.3. Os canaviais no estado de São Paulo

Quando olhamos a ocupação territorial do estado de São Paulo, verificamos como é significativa a presença de canaviais pelo interior paulista. Essa paisagem é objeto do interesse pericial porque, seja em qualquer estado brasileiro que apresente esse cultivo, está fortemente associada a um rol de crimes. Nos canaviais são praticados homicídios, estupros ou, ainda, neles são abandonados cadáveres (vulgo “desova”). Além disso, comumente servem como esconderijo para objetos produtos de furto/roubo e até mesmo como pista de pouso para aviões carregados de substâncias entorpecentes (Abreu, 2017). As características principais que tornam canaviais os locais preferenciais para o cometimento de crimes são a presença de vegetação de médio porte, densa, ocupando grande extensão, capaz de promover a ocultação das ações lá perpetradas, bem como a proximidade de rodovias e pequenas áreas urbanas, facilitando o deslocamento.

Tem importância notar a forte ligação brasileira ao cultivo de cana-de-açúcar. A presença de canaviais no território brasileiro data de 1532, com o primeiro engenho, na capitania de São Vicente, chegando ao planalto paulista em 1615 (Cesnik & Miocque, 2004). Com as políticas incentivadoras iniciadas por Getúlio Vargas, especialmente com a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool em 1934, foi possível em 1975 com o Programa Proálcool diminuir a dependência externa de combustíveis fósseis. A decadência dos anos 90 alternou-se com momentos de estímulo, através de leis que autorizavam a mistura de álcool anidro como aditivo da gasolina. Em 2003, o Projeto Genoma da cana-de-açúcar debruçou-se sobre pesquisar modos de melhoramento das partes da planta enfrentando as perspectivas da agricultura, do meio ambiente, da energia e da saúde. O Brasil vem despontando como o principal país produtor de cana-de-açúcar, visando diversos mercados: álcool, açúcar, alimentação animal, aguardente e caldo de cana. Há quase 10 anos, a cultura ocupava uma área de cerca de 9 milhões de hectares, com a maior produtividade na região sudeste (Faostat, 2010). Ademais, estimativas indicam que a produção brasileira de cana-de-açúcar deva continuar a crescer para atender a demanda de uma adição de etanol à gasolina em todo o mundo, e, com o recente Decreto nº 10.084, de 5 de novembro de 2019, que autoriza o plantio de cana para a Amazônia, o Pantanal e a Bacia do Alto Paraguai, os canaviais continuarão sua expansão em nosso território, justificando a validade de produzir conhecimento científico forense nessas áreas.

Na ocasião de pensarmos em vestígios produzidos por canaviais, nos dirigimos primeiramente aos próprios espécimes vegetais. As plantas de cana-de-açúcar cultivadas são variedades dos híbridos derivados de cruzamentos de espécies do gênero *Saccharum*⁶, principalmente entre *S. officinarum* L. e *S. spontaneum* L., uma vez que se mostraram melhores para acumular sacarose e em resistir a doenças e ao estresse. As espécies *S. sinense* Roxb., *S. barberi* Jeswiet e *S. robustum* Brandes & Jesw. ex Grassl

⁶ A cana-de-açúcar é uma planta perene da família Poaceae (Graminae), subfamília Panicoideae, tribo Andropogoneae. O gênero *Saccharum* foi descrito pela primeira vez por Linnaeus (1753) em seu livro *Species Plantarum*.

também forneceram pequenas contribuições para o desenvolvimento de algumas variedades modernas de cana-de-açúcar.

Há uma expectativa de que nos solos dos canaviais possam ser encontrados fragmentos dos cultivares em razão de sua abundância e de seu corte, seja manual com facão, seja mecanizado (Figuras 1 e 2). O maquinário, acessível mesmo para pequenos produtores através do arrendamento, literalmente tritura todas as partes desprezadas da cana, em sua maioria as folhas secas (palha da cana), que poderiam contribuir para a produção de grande quantidade de fragmentos lançados ao solo.

Figura 1: Corte manual da cana-de-açúcar: primeiro são eliminadas as folhas secas e os caules são dispostos no solo. Figura 2: Corte mecanizado da cana-de-açúcar: simultaneamente ocorrem a trituração das partes indesejadas pela indústria e a transferência dos caules para caminhões.

Contudo, apesar da possibilidade de indicação de contato com um canavial, os cultivares são morfologicamente muito semelhantes, bem como as condições do solo. Ademais, um único vestígio indicador de cana-de-açúcar seria pouco eficiente para apontar uma relação com canavial.

Essa homogeneidade dos canaviais, associados a plantas ruderais, que são comumente encontradas em quaisquer áreas antropizadas, representa uma dificuldade para a atividade pericial. Conforme o princípio capital da Criminalística postulado por Edmond Locard (1920) “todo contato deixa uma marca”, os autores dos crimes imprimem suas marcas no local onde atuam e, em contrapartida, recebem marcas do mesmo.

Sendo assim, se as características dos canaviais forem muito gerais e uniformes, não havendo nada a ressaltar quanto à origem específica do canavial, as comparações

pela via botânica das amostras de suspeitos com as do local de crime se tornarão improdutivas e ineficazes.

1.4. Justificativa

Para questionar a viabilidade de perícias em canaviais, nosso estudo dedicará seus esforços a uma ampla gama de macro e microvestígios, a fim de verificar se o conjunto dessas diminutas marcas (vestígios) é capaz de produzir algo semelhante a uma assinatura do ambiente – o perfil ambiental, em nosso caso, um perfil botânico. Existindo vestígios de naturezas diversas nos canaviais, pressupõe-se como promissores os vestígios botânicos e palinológicos, compreendendo assim quaisquer macrovestígios como fragmentos de raiz, caule e folha, frutos, sementes, e microvestígios como grãos de pólen, esporos, algas e carvão. Portanto, nessa empreita, por razões procedimentais e de abrangência, não serão analisados fungos e dados moleculares.

A pesquisa presente, que se ocupa em desenvolver um procedimento de coleta e análise para interpretação de vestígios botânicos em canaviais no estado de São Paulo, no horizonte dos Crimes contra a Vida, contra a Dignidade Sexual e contra o Patrimônio, tem o potencial de ser adaptada para aplicação em todo o território nacional e em países com as mesmas características ambientais, podendo ser inclusive ajustada para locais de crime que sejam áreas naturais perturbadas.

Isto posto, o estudo se alinha aos princípios preconizados pelas entidades internacionais de fomento às Ciências Forenses e também se orienta pela perspectiva do denominado “Padrão Daubert”⁷, constituído pelos fatores de confiabilidade mencionados anteriormente.

Desse modo, pretende-se contribuir inclusive com elementos para construção de um arcabouço teórico-prático de estudos botânicos e para análise de aspectos que possam gerar contestações e prováveis fontes de erro, além da produção de artigos

⁷ Amplamente explorado em Vázquez-Rojas (2014).

científicos para avaliação da comunidade internacional. Tais esforços promovem a consolidação da Botânica Forense, um fator necessário para a legitimação do Estado de Direito, pois se dedica diretamente à promoção da justiça.

6. Conclusões

Tabela 9: Avaliação forense a partir dos principais vestígios encontrados nas peças do suspeito.

Local/ Amostra	Macrovestígios / Fragmentos de <i>Saccharum</i> spp.				Espectro palinológico indicado nas solas de sapato	Avaliação de contato com: 1. Canavial 2. Local exato
	Barra	Cadarço	Sola - sapato social	Sola - sapato esportivo		
Cer.A-1V	LdSac	-	-	-	Descartado	1. FORTE 2. Inconclusivo
Cer.A-2V	-	-	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> , LdSac e CSac	LdSac	Baixa correspondência	1. MUITO FORTE 2. Inconclusivo
Cer.B-1V	-	-	-	LdSac	Descartado	1. FORTE 2. Inconclusivo
Cer.B-2V	<i>Cenchrus echinatus</i> (06 unidades)	<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> e BSac	-	Descartado	1. FORTE 2. SUSTENTA
Cer.C-1V	-	-	<i>Chloris gayana</i>	TSac (inválida)	Milharal	1. Inconclusivo 2. FORTE
Cer.C-2V	<i>Digitaria insularis</i> (03 unidades)	<i>Digitaria insularis</i>	<i>Chloris gayana</i>	-	Descartado	1. Inconclusivo 2. SUSTENTA
Cer.Fes- 1V	-	<i>Desmodium incanum</i>	LdSac	-	Descartado	1. FORTE 2. Inconclusivo
Cer.Fes- 2V	-	<i>Desmodium incanum</i>	-	-	Descartado	1. Inconclusivo 2. Inconclusivo
Cer.D	-	-	NvSac e Prejud – BSac (pouco importante)		Pastagem (gramíneas)	1. FORTE 2. SUSTENTA
Cer.Fod	-	-	Prejud – BSac (pouco importante)	NvSac	Importância de <i>Pinus</i>	1. FORTE 2. SUSTENTA
Fes	-	-	LSac e BSac	-	descartado	1. FORTE 2. Inconclusivo

Na primeira viagem de Cer.A, o encontro de um fragmento foliar de lâmina de *Saccharum* spp. permite que a sustentação da hipótese de que a amostra proceda de um canavial seja FORTE. Contudo, como a amostra palinológica teve contagem insuficiente e não houve macrovestígios, não se pode afirmar quaisquer considerações sobre o local exato do canavial. O mesmo ocorreu para a primeira viagem de Cer.B.

Já na segunda viagem de Cer.A, pode-se sustentar que a hipótese de que a amostra procede de um canavial seja MUITO FORTE, uma vez que lâminas foliares de *Saccharum* spp. foram encontradas em solas distintas, além de um fragmento de caule. A presença do fruto de *Euphorbia hyssopifolia*, uma planta ruderal comumente associada a canaviais, e a baixa correspondência entre amostras de solo das solas e do

local não são suficientes para adentrar na escala de indicação de local, tendo, portanto, uma avaliação inconclusiva.

Na segunda viagem de Cer.B, pela presença do fragmento de bainha foliar de *Saccharum* spp., pode-se sustentar a hipótese de que a amostra proceda de um canavial (“hipótese do promotor”), não alcançando FORTE porque a bainha, além de ser encontrada como resquíio (extremamente fragmentada) não tem valor diagnóstico como o da lâmina foliar. Mesmo com o descarte dos resultados palinológicos, a presença de macrovestígios de *Cenchrus echinatus*, em maior quantidade e em peças distintas, além de *Euphorbia hyssopifolia*, sustenta a hipótese, porém não alcança níveis mais altos, uma vez que existem associações semelhantes dessas plantas em outros locais.

Na primeira viagem de Cer.C, o encontro de um fragmento transicional associado a *Saccharum* spp. não é suficiente para a indicação de canavial, uma vez que esse elemento não possui respaldo científico até então. Por outro lado, a indicação de um local em que exista um milharal é FORTE, também em vista da associação com outras plantas na análise palinológica. O nível MUITO FORTE para o local exato é recomendado apenas se ocorre correspondência dos taxa e espécies raras e/ou endêmicas dentre os palinomorfos. Uma vez que *Chloris gayana* é uma ruderal muito comum, principalmente em beiras de rodovias, seu valor dependeria da quantidade e da sua posição. Aqui, em valor unitário na sola de sapato corresponderia ao nível inconclusivo de indicação de local exato. Segundo essa linha, a segunda viagem de Cer.C, que também não apresentou vestígios indicadores de canavial, mas por apresentar associação de macrovestígios de duas espécies (*Digitaria insularis* e *Chloris gayana*) e em quantidade, em peças diferentes do suspeito, alcança o nível SUSTENTA para a indicação de local.

Nas viagens de Cer.Fes, apenas na primeira viagem a sustentação da hipótese de que a amostra proceda de um canavial foi FORTE, pela presença de lâmina foliar. Quanto ao local exato, ambas resultaram inconclusivo, uma vez que as amostras palinológicas proporcionaram contagens muito baixas e lomentos da ruderal *Desmodium incanum*.

Em Cer.D, o encontro de dois fragmentos, sendo de nervura mediana e um resquíio de epiderme compatível a bainha foliar de *Saccharum* spp. alcança a sustentação FORTE da hipótese de que a amostra procede de um canavial. Com apenas a amostra palinológica, indicadora de pastagem pela altíssima concentração do

morfotipo Poaceae em relação às outras amostras, admite-se o nível SUSTENTA para o local exato.

Em Cer.Fod, o encontro de dois fragmentos, sendo de nervura mediana e um resquício de epiderme compatível a bainha foliar de *Saccharum* spp. em peças diferentes também alcança a sustentação FORTE da hipótese de que a amostra proceda de um canavial. Isso porque mesmo em peças diferentes, o resquício de epiderme de bainha não é um elemento de alto valor diagnóstico de *Saccharum* spp. Com apenas a amostra palinológica, indicativa de que ao menos houve intensa chuva polínica de *Pinus*, dada sua alta concentração em todas as amostras relacionadas a esse local, permite admitir o nível SUSTENTA para o local exato. Caso fosse verificada a diversidade de plantas ruderais mais incomuns das imediações de canaviais, como *Raphanus raphanistrum* e *Plantago tormentosa*, poderia se chegar ao nível FORTE.

Por fim, em Fes, a presença de dois fragmentos, sendo de lâmina e bainha foliar de *Saccharum* spp. alcança a sustentação FORTE da hipótese de que a amostra proceda de um canavial. A amostra palinológica, que não atingiu contagens suficientes para interpretação e ausência de macrovestígios, resultam inconclusivo para indicação de local exato. Se ao menos fossem verificados grãos de pólen de *Ludwigia* e *Ficus*, presentes no local, mesmo em contagem baixas, haveria possibilidade de um maior nível de indicação.

Esses resultados tiveram a influência principal do tempo de esforço empregado, que no presente estudo procurou adaptar e concentrar as análises para um intervalo de até três meses, sendo cerca de um mês destinado à análise de partículas carbonizadas, de um a dois meses para contato com especialistas para identificação dos macrovestígios, e cerca de 2 a 3 meses para análises anatômicas e palinológicas. Obviamente, contagens de 200 grãos, bem como formar um biblioteca anatômica de órgãos de plantas ruderais, poderiam indicar com maior força que as amostras questionadas eram procedentes dos locais respectivos.

No entanto, para que os exames transcorram com neutralidade, deve-se adotar os seguintes critérios:

- 1) Indicação da espécie do macrovestígio com identificação realizada por especialista;

- 2) Indicação da espécie (ou da afinidade) do fragmento anatômico com apoio da literatura e/ou padrões analisados com auxílio de anatomistas;
- 3) Contagem com menos de 200 palinomorfos em assembleias com espécies raras, endêmicas ou cultivares, e 200 para as demais situações.

O motivo da recomendação do terceiro critério é prevenir-se da procura de grãos de pólen que aumentam artificialmente a força da hipótese do promotor, pois nessa situação o analista poderia contar milhares de grãos até encontrá-los. Como exemplo a partir dos nossos dados, o local de crime em Fes possuía *Ludwigia octovalvis* em floração, porém grãos de pólen dessa planta, que são facilmente caracterizáveis, não foram encontrados nas amostras. Por outro lado, numa amostra de local onde essa planta não foi visualizada, foi encontrado um grão dela. Portanto, é preciso cautela com o valor dos grãos unitários, são necessários muitos deles numa assembleia para uma apreciação de seu valor em conjunto, principalmente porque nos canaviais o componente palinológico local tem maior importância que o regional, não sendo verificada a influência do ecossistema original.

Ademais, deve ser exposto com clareza que o nível “SUPORTA” é o menor grau positivo da escala de indicação de local, segundo a “hipótese do promotor”.

O uso do termo EXCLUSÃO ou os graus de rejeição relacionados à “hipótese da defesa”, devem ser usado quando existem somente vestígios que apontem diferentes ecossistemas em comparação ao local de crime, em nosso caso, marinho, manguezal etc. Esse cuidado é devido a possibilidade de misturas de assembleias botânicas nas peças do suspeito.

8. Referências bibliográficas

- Abreu, A. (2017). *Cocaína: a rota caipira: o narcotráfico no principal corredor de drogas do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- Adam, D. P., Mehringer, P. J. (1975). Modern pollen surface samples-an analysis of subsamples. *Journal of Research of the US Geological Survey*, 3(6): 733-736.
- Ahmad, K. S., Hameed, M., Fatima, S., Ashraf, M., Ahmad, F., Naseer, M., Zahoor, A., Ahmad, I. (2017). Tribe Andropogoneae from Neelum Valley, Azad Jammu and Kashmir: Phylogeny based on Morpho-Anatomy. *Pakistan Journal of Botany*, 49: 73-82.
- Alves, M. V., Estelita, M. E., Wanderley, M. G., Thomas, W. W. (2002). Aplicações taxonômicas da anatomia foliar das espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich.(Cyperaceae). *Brazilian Journal of Botany*, 25(1): 1-9.
- Amaral, M. M. (2016). Botânica e Palinologia Forense. *In: Introdução à Biologia Forense*. Campinas: Editora Millennium.
- Amaral, M. M. (2018). Botânica e Palinologia Forense. *In: Introdução à Biologia Forense*. 2ª edição. Campinas: Editora Millennium.
- Amaral, M. M., Bittencourt, E. A. A., Lima, C. G. P., Ortega, R. L., Angyalossy, V. (2016). Interpretação de confrontos em perícias de crimes violentos baseados em anatomia foliar. *Revista Brasileira de Criminalística*, 5(2): 28-36.
- Artschwager, E. (1925). Anatomy of the vegetative organs of sugar cane. *Journal of Agricultural Research*, Washington, 30(3):197-221.
- Bicudo, C. E. de M. (2019). O caso Mércia Nakashima. *In: A Botânica vai ao tribunal*. São Carlos: RiMa.
- Birks, H. H., Birks, H. J. B. (2000). Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. *Journal of biogeography*, 27(1): 31-35.
- Bock, J. H., Norris, D. O. (1997). Forensic botany: an under-utilized resource. *Journal of Forensic Science*, 42(3): 364-367.
- Bock, J. H., Norris, D. O. (2015). *Forensic plant science*. Cambridge: Academic Press.
- Bonfim, E. M. (2008). *Curso de processo penal*. 3ª edição. São Paulo: Saraiva.
- Bozzola, J. J., Russell, L. D. (1992). *Electron Microscopy*. Boston: Jones and Bartlett.
- Brasil. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal.
- Brasil. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal.

Brasil. Lei nº 5.869, de 11 de janeiro de 1973. Código de Processo Civil.

Bryant, V. M., Jones, G. D. (2006). Forensic palynology: Current status of a rarely used technique in the United States of America. *Forensic Science International*, 163(3): 183-197.

Bryant, V. M., Jones, J. G., Mildenhall, D. C. (1990). Forensic palynology in the United States of America. *Palynology*, 14(1): 193-208.

Carvajal, A. F., Solis, J. S. (2019). A case in Forensic palynology. Pollen of *Solanum tuberosum* spp. *tuberosum* L. helps to identify author of elderly couple's murder. Apresentação de pôster. In: Interforensics, 2., São Paulo.

Cesnik, R., Miocque, J. (2004). *Melhoramento da cana-de-açúcar*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Colbert, J. T., Evert, R. F. (1982). Leaf vasculature in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Planta*, 156(2): 136-151.

Colinvaux, P. A.; De Oliveira, P. E.; Moreno, J. E. P. (1999). *Amazon Pollen Manual and Atlas*. London and New York: Gordon and Breach (Harwood).

Conedera, M., Tinner, W., Neff, C., Meurer, M., Dickens, A. F., Krebs, P. (2009). Reconstructing past fire regimes: methods, applications, and relevance to fire management and conservation. *Quaternary Science Reviews*, 28(5-6): 555-576.

Costa Neto, J., Trindade, B. R. (2017). A genética forense a serviço do iluminismo. *Perícia Federal*, 40: 15-18.

De Oliveira, P. E., Steinitz-Kannan, M. (1992). The diatom flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic Reserve, Ecuadorian Amazonia. *Nova Hedwigia*, 54(3-4): 515-552.

De Oliveira, P. E., Suguio, K. (2005). Estudos quaternários e sua aplicação forense: caso do estudo containers furtados no Estado de São Paulo. In *Boletim de Resumos do X Congresso Brasileiro da ABEQUA—Guarapari* (pp. 1-5).

Dias, C. R. (2009). Cadeia de custódia: do local de crime ao trânsito em julgado; do vestígio à evidência. *Revista dos Tribunais (São Paulo)*, 883: 437-451.

Dias, C. R. (2008). Biologia Forense: dos vestígios à busca da verdade real no processo penal. *Revista dos Tribunais (São Paulo)*, 873: 433-443.

Dror, I. E. (2012). Cognitive bias in forensic science. In: *The 2012 yearbook of science & technology*. Nova Iorque: McGraw-Hill.

Dror, I. E., Cole, S. A. (2010). The vision in blind justice: Expert perception, judgment, and visual cognition in forensic pattern recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17: 161–167.

Du, M. (2017). Analysis of errors in forensic science. *Journal of Forensic Science and Medicine*, 3(3): 139-143

Evetts, I. W., Buckleton, J. (1990). The interpretation of glass evidence. A practical approach. *Journal of the Forensic Science Society*, 30(4): 215-223.

Evetts, I. W., Buckleton, J. S. (1989). Some aspects of the Bayesian approach to evidence evaluation. *Journal of the Forensic Science Society*, 29(5): 317-324.

Evetts, I.W., 1986. A Bayesian approach to the problem of interpreting glass evidence in forensic science casework. *Journal of the Forensic Science Society* 26: 3–18.

Faegri, K., Iversen, J. (1989). *Textbook of pollen analysis*. 4ª edição. Nova Iorque: John Wiley & Sons.

Faegri, K., Van der Pijl, L. (1979). *The principles of pollination ecology*. 3ª edição. Oxford: Pergamon Press.

FAOstat, F. A. O. (2010). Agriculture. 2006 [2010-01-18]. http://www.fao.org/index_zh.htm.

Ferreira, E. A., Ventrella, M. C., Santos, J. B., Barbosa, M. H. P., Silva, A. A., Procópio, S. O., Silva, E. A. M. (2007). Leaf blade quantitative anatomy of sugarcane cultivars and clones. *Planta Daninha*, 25(1): 25-34.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 02 Mar. 2020

Gomes, S. M., Somavilla, N. S. D. N., Gomes-Bezerra, K. M., Miranda, S. C. D., Carvalho, P. S., Graciano-Ribeiro, D. (2009). Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. *Acta Botanica Brasilica*, 23(1): 224-238.

Gonçalves, A. B. (2019). *Visão Computacional e Geotecnologias Aplicadas na Palinologia Forense*. (Tese de Doutorado, Universidade Católica dom Bosco, Mato Grosso do Sul).

Grimm, E. C., Troostheide, C. D. (1994). *Tilia 2.00, program for plotting palynological diagrams*. Springfield: Illinois State Museum.

Gross, H. (1893). *Handbuch für untersuchungsrichter als system der kriminalistik*. Graz: Leuschner & Lubensky.

Hall, D. W., Byrd, J. (2012). *Forensic botany: a practical guide*. Nova Iorque: John Wiley & Sons.

Hammer, O., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2006). Paleontological statistics, version 1.57.

Hill, M. O., Gauch, H. G. (1980). Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *In*: Classification and ordination. Dordrecht: Springer.

Horrocks, M.; Coulson, S. A.; Walsh, K. A. J. (1998). Forensic palynology: variation in the pollen content of soil surface samples. *Journal of Forensic Sciences*, 43(2): 320-323.

Horrocks, M., Coulson, S. A., Walsh, K. A. (1999). Forensic palynology: variation in the pollen content of soil on shoes and in shoeprints in soil. *Journal of Forensic Science*, 44(1): 119-122.

Horrocks, M., Walsh, K. A. (1998). Forensic palynology: assessing the value of the evidence. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 103(1-2): 69-74.

Horrocks, M., Walsh, K. A. (1999). Fine resolution of pollen patterns in limited space: differentiating a crime scene and alibi scene seven meters apart. *Journal of Forensic Science*, 44(2): 417-420.

James, S. H., Nordby, J. J., Bell, S., Williams, L. J. (2014). *Forensic Science*. Boca Raton: CRC Press.

Johnson, E. D. (1926). A comparison of the juvenile and adult leaves of *Eucalyptus globulus*. *New Phytologist*, 25(3): 202-212.

Keating, R. C. (1984). Leaf histology and its contribution to relationships in the Myrtales. *Annals Missouri Botanical Garden*, 71:801-823.

Kinoshita, L. S., Torres, R. B., Tamashiro, J. Y., Forni-Martins, E. R. (Eds.). (2006). *A botânica no ensino básico: relatos de uma experiência transformadora*. São Carlos: RiMa.

Kissmann, K. G. (1991). *Plantas infestantes e nocivas*. Tomos 1, 1ª edição. São Paulo: Basf Brasileira S.A.

Kissmann, K. G. (1992). *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo 2, 1ª edição. São Paulo: Basf Brasileira S.A.

Kissmann, K. G. (1995). *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo 3, 1ª edição. São Paulo: Basf Brasileira S.A.

Köppen, W., Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.

Kraehmer, H., Baur, P. (2013). *Weed anatomy*. Nova Iorque: John Wiley & Sons.

Kraus, J. E., Arduin, M. (1997). *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Seropédica: EDUR.

Lane, M. A., Anderson, L. C., Barkley, T. M., Bock, J. H., Gifford, E. M., Hall, D. W., Norris, D. O., Rost, T. L., Stern, W. L. (1990). Forensic botany. *Bioscience*, 40(1): 34-39.

Lipscomb, B. L., Diggs JR, G. M. (1998). The use of animal-dispersed seeds and fruits in forensic botany. *SIDA, Contributions to Botany*, 18(1): 335-346.

Locard, E. (1920). *L'enquete criminelle et les methodes scientifiques*. Paris: Flammarion.

Lopes JR., A. (2014). Direito processual penal. 11ª edição. São Paulo: Saraiva.

Maciel, J. R., Silva, W. C., Costa-e-Silva, M. B. (2013). O gênero *Chloris* (Poaceae) em Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*, 64(1): 169-177.

Manvailer, V., Leandro, T. D., Scremin-Dias, E. (2018). Botanical Knowledge in the Law Enforcement: a Preliminary Approach Towards its Potential Use in Brazilian Criminal Caseworks. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 61: e18160442.

Melo, V. F., Mazzetto, J. M., Dieckow, J., & Bonfleur, E. J. (2018). Factor analysis of organic soils for site discrimination in a forensic setting. *Forensic science international*, 290: 244-250.

Metcalf, C. R. (1960). *Anatomy of the Monocotyledons*. Oxford: Clarendon Press.

Metcalf, C. R., Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons*. 2 vols. Oxford: Clarendon Press.

Metcalf, C. R., Chalk, L. (1979). *Anatomy of the Dicotyledons*. 2ª edição. Vol. 1. Oxford: Clarendon Press.

Metcalf, C. R., Chalk, L. (1983). *Anatomy of the Dicotyledons*. 2ª edição. Vol. 2. Oxford: Clarendon Press.

Migacz, I. P., Raeski, P. A., Almeida, V. P. D., Raman, V., Nisgoski, S., Muniz, G. I. B. D., Farago, P. V., Khan, I. A., Budel, J. M. (2018). Comparative leaf morpho-anatomy of six species of Eucalyptus cultivated in Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 28(3): 273-281.

Mildenhall, D. C., Wiltshire, P. E., Bryant, V. M. (2006). Forensic palynology: why do it and how it works. *Forensic Science International*, 163(3): 163-172.

Miller Coyle, H. (2005). *Forensic botany: principles and applications to criminal casework*. Boca Raton: CRC Press.

Morgan, R. M., Bull, P. A. (2007). The philosophy, nature and practice of forensic sediment analysis. *Progress in Physical Geography*, 31(1): 43-58.

Morgan, R. M., Freudiger-Bonzon, J., Nichols, K. H., Jellis, T., Dunkerley, S., Zelazowski, P., Bull, P. A. (2009). The forensic analysis of sediments recovered from footwear. In: Criminal and environmental soil forensics. Dordrecht: Springer.

National Research Council, National Academy of Sciences (2009). *Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Nobre, A. V. M., Sartori, A. L. B., Resende, U. M. (2008). As espécies de *Desmodium* Desv.(Leguminosae-Papilionoideae-Desmodieae) ocorrentes no Mato Grosso do Sul. *Iheringia, Série Botânica*, 63: 37-67.

Nucci, G. S. (2014). *Manual de processo e execução penal*. 11ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Forense.

Nucci, G. S. (2015). *Provas no processo penal*. 4ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Forense.

Pearsall, D. M. (1989). Paleoethnobotany: *A Handbook of Procedures*. San Diego: Academic Press.

Pereira, K. A., Anésio, A. H. C., Lobo, U. G. M., de Oliveira, A. R., Campos, J. C. D. (2018). Parâmetros anatômicos, morfológicos e fisiológicos de forrageiras cultivadas em sistema agrossilvipastoril: uma revisão. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(4): 1333-1355.

Povilauskas, L. K. (2017). Análisis palinológico de un homicidio en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Criminalística*, 6(3): 30-36.

Procópio, S. O., Silva, E. A. M., Silva, A. A., Ferreira, E. A. (2003). *Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

Queiroz-Voltan, R. B., Prado, H., Moretti, F. C. (1998). Aspectos estruturais de raízes de cana-de-açúcar sob o efeito da compactação do solo. *Bragantia*, 57(1): 49-55.

Rabelo, J. G. (2018). A coleta compulsória de material biológico para obtenção de perfil genético. Uma análise do Recurso Extraordinário nº 973.837 e da Lei nº 12.654 à luz de Dworkin. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito). Universidade de Brasília, Brasília.

Rae, A. L., Martinelli, A. P., Dornelas, M. C. (2014). Anatomy and morphology. *In: Sugarcane: physiology, biochemistry & functional biology*. Nova Iorque: Wiley Blackwell.

Ramos, C. (2019). *Potencial forense de microvestígios biogeológicos em ecossistema costeiro do Brasil* (Dissertação, Universidade de São Paulo).

Reis, C., Bieras, A. C., Sajo, M. G. (2005). Anatomia foliar de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(3): 451-466.

Riding, J. B., Rawlins, B. G., Coley, K. H. (2007). Changes in soil pollen assemblages on footwear worn at different sites. *Palynology*, 31(1): 135-151.

Robertson, B., Vignaux, G. A., (1995). *Interpreting evidence*. Chichester: Wiley.

Rodrigues, R. F., Amaral, M. M., De Oliveira, P. E. (2019). Uso potencial da palinologia em filtro de ar condicionado de veículos como ferramenta forense no Brasil. Apresentação de pôster. *In: Semana Temática da Biologia – USP, 22.*, São Paulo.

Rodrigues, R. S. (2013). *A Tribo Paniceae s.l. (Poaceae: Panicoideae) na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, SP, Brasil*. (Dissertação, Instituto de Botânica, São Paulo).

Roubik, D. W., Moreno, P. (1991). Pollen and spores of Barro Colorado Island [Panama]. Monograph in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden, 36:1-268

Salatino, A., Buckeridge, M. (2016). Mas de que te serve saber botânica?. *Estudos avançados*, 30(87): 177-196.

Salgado-Labouriau, M. L. (1973). *Contribuição à palinologia dos cerrados*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.

Salgado-Labouriau, M. L. (2007). *Critérios e técnicas para o Quaternário*. São Paulo: Edgard Blucher.

Scott, A. C. (2010). Charcoal recognition, taphonomy and uses in palaeoenvironmental analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291(1-2): 11-39.

Seniciato, T., Cavassan, O. (2004). Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. *Ciência & Educação (Bauru)*, 10: 133-147.

Serpa JR, W. S. (2017). A recusa do investigado ao fornecimento de material genético nos casos previstos pela Lei nº 12.654/2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito). Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito). Universidade de Brasília, Brasília.

Silva, E. G.; Mondin, C. A. (2017). Quando os diásporos são vestígios: estudo de caso no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Criminalística*, 6(2): 18-24.

Silva, F. H. M. (2019). Palinologia Forense na Bahia: relatos de um projeto pioneiro. *In: A Botânica vai ao tribunal*. São Carlos: RiMa.

Siqueira, M. F. D., Durigan, G. (2007). Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Botany*, 30(2): 233-243.

Standley, L. A. (1990). Anatomical aspects of the taxonomy of sedges (*Carex*, Cyperaceae). *Canadian Journal of Botany*, 68(7): 1449-1456.

Stockmarr, J. (1971). Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13: 615-621.

Taha Y, A. E., Malik, S. A. (2012). Taxonomic significance of anatomical characters in some species of the family Myrtaceae. *American Journal of Plant Sciences*, 2012(3): 572-581.

Tauber, H. (1967). Investigations of the mode of pollen transfer in forested areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 3(1-4): 277-286.

Testoni, S. A., Melo, V. F., Dawson, L. A., Salvador, F. A. S., Kunii, P. A. (2019). Validation of a Standard Operating Procedure (SOP) for Forensic Soils Investigation in Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 43: e0190010

Towata, N., Ursi, S., Santos, D. Y. A. C. (2010). Análise da percepção de licenciandos sobre o “ensino de botânica na educação básica”. *Revista da SBEnBio*, 3(1): 1603-1612.

Tuffi Santos, L. D., Thadeo, M., Iarema, L., Meira, R. M. S. A., Ferreira, F. A. (2008). Foliar anatomy and histochemistry in seven species of *Eucalyptus*. *Rev. Árvore, Viçosa*, 32(4): 769-779.

Umbanhowar, C. E., Mcgrath, M. J. (1998). Experimental production and analysis of microscopic charcoal from wood, leaves and grasses. *The Holocene*, 8(3): 341–346.

UNODOC (2011). Global Study on Homicide: Trends, Contexts, Data. Vienna: United Nations Office on Drugs and Crime.

UNODOC (2013). Global Study on Homicide: Trends, Contexts, Data. Vienna: United Nations Office on Drugs and Crime.

Van Dillewijn, C. (1952). Botany of sugarcane. *The Chronica Botanica (Waltham)*, 1: 53-58.

Vázquez-Rojas, C. (2014). Sobre la cientificidad de la prueba científica en el proceso judicial. *Anuario de Psicología Jurídica*, 24(1): 65-73.

Wandersee, J. H., Schussler, E. E. (2002). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 47: 2-9.

Whitlock, C., Larsen, C. (2001). Charcoal as a fire proxy. *In*: Smol, J. P., Birks, H. J. B., Last, W. M. (eds.) Tracking environmental change using lake sediments Vol. 3, Terrestrial, algal, and Siliceous Indicators: 75-97.

Wiltshire, P. E. (2015). Protocols for forensic palynology. *Palynology*, 40(1): 1-21.

10.2. Esquema anatômico da lâmina foliar de *Saccharum* spp.

Esquema anatômico de lâmina foliar de cultivares de *Saccharum*. 1ª, 2ª e 3ª referem-se à ordem dos feixes vasculares.

Observação: os cultivares de *Saccharum* spp. compartilham essas características com *Saccharum* spp. nativas (Chaves, 2012).

Bibliografia de apoio

Artschwager, E. (1925). Anatomy of the vegetative organs of sugar cane. *Journal of Agricultural Research*, Washington, 30(3):197-221.

Chaves, B. E. (2012). Aspectos anatômicos da lâmina foliar e raiz de espécies de *Saccharum* L. (Poaceae) nativas do Brasil (Dissertação, Universidade de Brasília).

Colbert, J. T., Evert, R. F. (1982). Leaf vasculature in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Planta*, 156(2): 136-151.

Metcalf, C. R. (1960). *Anatomy of the Monocotyledons*. Oxford: Clarendon Press.

Rae, A. L., Martinelli, A. P., Dornelas, M. C. (2014). Anatomy and morphology. In: Sugarcane: physiology, biochemistry & functional biology. Nova Iorque: Wiley Blackwell.

Van Dillewijn, C. (1952). Botany of sugarcane. *The Chronica Botanica (Waltham)*, 1: 53-58.