



USO E APLICAÇÃO DA PALINOLOGIA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE UMA PROPRIEDADE RURAL

**Ações Antrópicas sobre o
Meio Ambiente**

Raquel Larson dos Santos¹
Adriana de Barros²
Sérgio de Miranda Chaves³
Wedney Rodolpho de Oliveira⁴
Magno Sá de Souza⁵
Ariadne Barbosa Gonçalves⁶

Resumo

Os grãos de pólen são vestígios botânicos importantes que podem auxiliar na resolução de crimes. No que tange aos crimes ambientais, muitas das vezes quando é realizada a perícia em área de supressão vegetal, não são encontrados os materiais lenhosos do desmatamento. No entanto, os grãos de pólen permanecem no solo e podem ser utilizados para responder qual o tipo de vegetação foi suprimida. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar os resquícios polínicos em quatro tipos de fitofisionomias dentro de uma mesma propriedade rural, a fim de compreender o histórico do local. Foram coletadas amostras de solo em área de cultivo de banana, reserva legal, regeneração e

¹ Graduanda do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, UFMS, Laboratório de Biodiversidade, raquellarsonssantos2018@gmail.com

² Mestre em Geografia, UFMS, Laboratório de Hidrologia Ambiental e Limnologia, adriana.barros@ufms.br

³ Doutor em Geologia do Quaternário, FIOCRUZ, Laboratório de Ecologia, smiranda@ensp.fiocruz.br

⁴ Doutorando em Biotecnologia, UCDB, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, wedney7@hotmail.com

⁵ Mestrando em Recursos Naturais, UFMS, Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais: magno.souza@ufms.br

⁶ Doutora em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, UFMS, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, ariadne.goncalves@ufms.br

pastagem. A amostra de solo foi processada em laboratório para separação dos grãos de pólen, que posteriormente foram identificados. As análises polínicas não apresentaram diferença significativa entre as fitofisionomias estudadas para coleta de solo até 40 cm. Sugere-se que para trabalhos futuros, seja empregado análise de solo mais profundo para identificação da vegetação pré-existente a antropização.

Palavras-chave: Pastagem; Pólen; Regeneração; Reserva Legal; Vegetação.

INTRODUÇÃO

O Código Florestal de 2012, Lei nº 12.651, recentemente completou 10 anos de sua aplicação. A referida lei dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e tem como um dos objetivos estabelecidos em sua gênese a proteção da vegetação das áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL) (BRASIL, 2012), áreas essas, que são essenciais ao desenvolvimento sustentável. As APPs atendem a um propósito ambiental por meio da preservação dos recursos naturais, da biodiversidade, do fluxo genético da fauna e flora, do solo e do bem-estar das populações humanas (FREITAS, 2013).

O termo "reserva legal" refere-se a áreas dentro de uma propriedade ou áreas rurais que são visíveis para o uso sustentável dos recursos naturais, a preservação e conservação de processos ecológicos, a preservação da biodiversidade e abrigo e proteção para a fauna e flora (IRIGARAY, 2007). As áreas de preservação permanente e a reserva legal são áreas de grande importância por contribuírem de forma decisiva para o equilíbrio e manutenção da produtividade dos ecossistemas que elas integram. Por exigência legal, as propriedades rurais devem conservar a vegetação de ocorrência natural nestas áreas de reserva (BORLACHENCO e GONÇALVES, 2017).

A proteção da APP é fundamental no manejo de áreas úmidas, pois contribui para a estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos, proporcionando condições sustentáveis para a agricultura. As intervenções antrópicas em APPs para a abertura de novas áreas agrícolas irão, no futuro, ameaçar o armazenamento de água em aquíferos, a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, a perda de solo, ameaça à saúde humana e

Realização

Apoio

a degradação dos ecossistemas, bem como como a produção de alimentos.

O papel da APP na regulação dos ciclos naturais é fundamental para a manutenção do equilíbrio ecológico (TUNDISI & TUNDISI, 2010; SILVA et al., 2011). A reserva legal tem por finalidade assegurar o uso econômico e sustentável dos recursos naturais dos imóveis rurais, além de contribuir para a conservação da biodiversidade. Seus limites estão definidos no artigo 12 do Código Florestal. Independentemente da aplicação das normas que regem as áreas de preservação permanente, todo imóvel rural deve manter uma área com cobertura vegetal nativa, conhecida como reserva legal (BRASIL, 2012).

A supressão de vegetação nativa de terras no meio rural tem acarretado graves prejuízos devido à intensificação dos processos de degradação do uso e ocupação do solo, além de afetar direta ou indiretamente recursos hídricos. Um exemplo de degradação ambiental ocorre no Cerrado brasileiro, pois devido ao uso intensivo de seu solo nas últimas décadas pela expansão da cultura da soja e criação de gado, essas atividades vêm causando erosão do solo, sempre que as práticas conservacionistas e legais não são adotadas (BORLACHENCO e GONÇALVES, 2017).

A vegetação em geral é de suma importância para o equilíbrio ambiental, mas quando se trata especificamente das áreas preservadas dentro de uma propriedade rural, deve-se levar em consideração que a vegetação mínima preservada traz benefícios e que sua falta pode acarretar em consequências danosas ao equilíbrio do meio ambiente, com consequente risco de vidas humanas. As causas da falta de preservação geram desequilíbrio nas questões climáticas, pois a falta de vegetação pode causar deslizamentos, enchentes, além de interferir na temperatura ambiente da região (AMORIM, 2001).

Devido à alta degradação do solo, um dos fatores causadores do desequilíbrio ambiental é a pecuária. Pastagem degradada é uma área com agravada diminuição da produtividade agrícola ideal, podendo ou não ter perdido a capacidade de manter produtividade biológica natural (DIAS FILHO, 2007). Conforme ADAMOLI et al. (1986) na agricultura existe a preocupação em relação ao preparo e manejo no solo, entretanto na agropecuária a realidade é bem diferente, pois é comumente observado problemas de fertilidade natural, topografia, limitações de drenagem, entre outros. Nesse sentido a

Realização

Apoio

pastagem quando degradada torna-se um dos principais problemas da agropecuária, diminui a produtividade de nutrientes necessários para o gado e conseqüentemente faz-se necessário à de suplementação de formas artificiais, causando gastos maiores no ciclo de produção (BORLACHENCO e GONÇALVES (2017).

A diversidade de plantas e micro-habitat em conjunto com o registro de pólen é uma excelente ferramenta para aplicação da palinologia, pois determinadas combinações de tipos polínicos compõem a digital que define um local. Sendo assim, uma técnica confiável para associar indivíduos ou objetos a um local (Jones e Bryant, 2006).

Palinologia é um ramo da botânica dedicado ao estudo de palinomorfos que foi usado pela primeira vez por Lennart von Post em um contexto geofísico como ferramenta para coleta de dados e correlação de depósitos de carvão (KAPP, 2000). O termo Palinologia foi caracterizado por Hyde e Williams em 1944 para descrever o estudo dos grãos de pólen e esporos, no entanto, à medida que a ciência progrediu e sua finalidade se tornou mais ampla.

Palinologia é agora definida como o estudo dos palinomorfos, que são microscopicamente resistentes a ácidos, variando de esporos fúngicos a quistos de algas, passando por grãos de pólen (RITZ, 2009; JANSONIUS, 1996). Os palinomorfos tendem a ser preservados por longos períodos de tempo devido à sua resistência, mesmo quando expostos a ambientes devastadores. Os palinomorfos do tipo pólen são úteis como ferramenta forense devido ao seu tamanho microscópico, alto número de dispersão, alta resistência à degradação mecânica, biológica e química, e sua morfologia, que permite a identificação taxonômica (COYLE, 2004; MILDENHALL, 2006).

Nesse contexto, esta pesquisa se justifica, por não ter sido encontrados relatos para analisar se a partir do estudo de grãos de pólen presentes no solo de uma determinada área é possível determinar o estágio sucessional da vegetação. Essa informação tem sua relevância para uso em perícia ambiental, vez que quando realizada vistoria no local de crime, podem não ser encontrados vestígios perceptíveis a olho nu.

O grão de pólen por ser microscópico e permanecer no solo pode ser um vestígio analisado para responder quais espécies existiam no local antes da supressão. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é utilizar a palinologia na avaliação de quatro

Realização

Apoio

fitofisionomias em uma propriedade rural, para compreender o histórico da área ao longo do tempo.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no município de Aquidauana, localizada a noroeste do Estado do Mato Grosso do Sul, na depressão do Rio Paraguai. A região está localizada entre o planalto da Bodoquena, a planície do Pantanal e a Serra de Maracaju (ANDRADES FILHO et al. 2009). Os três principais rios do município que alimentam a bacia hidrográfica do Paraguai são os rios Aquidauana, Taboco e Negro (PARRA 2007).

O clima é do tipo tropical chuvoso de savana (subtipo Aw de Köppen) e o ciclo sazonal tem distribuição de temperaturas definidas em duas estações, sendo abril a setembro com temperaturas médias entre 20,7°C a 24,5°C; e de outubro a março, quando as temperaturas médias oscilam entre 25,8°C a 29,9°C (MONTEIRO 1963; SANT'ANNA NETO 1989). A economia do município gira em torno da agropecuária, que alcançou no ano de 2020 o terceiro maior rebanho bovino do Estado (IBGE 2020).

A área de estudo possui cerca de 40 hectares e é caracterizada pela vegetação do tipo Cerrado. Na propriedade rural onde o estudo foi realizado existem quatro áreas distintas, quais sejam: pastagem, plantação de banana, regeneração e reserva legal (Figura 1).

Realização

Apoio



Figura 1: Imagem aérea da área de estudo dentro da propriedade rural com suas respectivas classificações: pastagem em linha azul, plantação de banana delimitada em vermelho, reserva legal circundada em amarelo e área em regeneração traçada em laranja.
Fonte: Autores.

Levantamento Botânico

Foi realizado um levantamento botânico de campo da área de estudo que foi percorrida a fim de identificar as espécies que ocorrem no local (Figura 2a). Das plantas que foram encontradas em floração, foram retiradas flores para o preparo de lâminas palinológicas.

Amostragem do Solo

Para análise dos grãos de pólen presentes no solo, foram realizadas quatro amostragens aleatórias de solo em cada uma das quatro áreas classificadas dentro da propriedade rural: pastagem, plantação de banana, regeneração e reserva legal. Com um trado holandês foram retiradas amostras de 10 cm a 40 cm de solo em cada ponto de coleta e armazenados em tubo coletor, respectivamente identificadas (Figura 2b).

Realização

Apoio



Processamento das Amostras de Solo

As amostras de solo receberam o seguinte tratamento químico conforme especificado no trabalho de Freitas et al., (2022) com adaptações (Figura 2c). Posteriormente, os tipos polínicos com auxílio de literatura especializada de Barth & Melhem (1988) e Punt et al. (2007), complementada por Dias (2006), Plá-Junior et al. (2006), Silva (2007), Silva (2014), Martins (2010) e Chupil (2013) e outras.



Figura 2: Procedimentos realizados em campo e laboratório para levantamento botânico da vegetação que ocorre em cada área amostrada. A) Georreferenciamento e identificação de espécies; B) Coleta de solo; C) Separação dos grãos de pólen da amostra de solo.

Fonte: Autores.

Realização

Apoio

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do levantamento das espécies de plantas em campo e em conjunto com a identificação palinológica, foi possível estabelecer a diferença polínica entre as classes de áreas estudadas. Os resultados sugerem que os grãos de pólen encontrados em cada fitofisionomia, que as quatro áreas passaram por processo de antropização.

As plantas invasoras de pastagem, podem influenciar na determinação do nível de antropização ou estágio sucessional da vegetação. No entanto, pouco se sabe sobre a resistência das plantas invasoras de pastagem pois, por mais que o produtor utilize de métodos mecânico (remoção das plantas), controle químico (uso de herbicidas) e a queimada (Santos et al. 2006), essas plantas persistem por sua resistência biológica. Os grãos de pólen encontrados nas amostras de pastagem, apresentam frequentemente grãos de pólen de Poaceae, o que confirma a grande quantidade de pasto nesse local.

Os grãos de pólen da área em regeneração indicam para uma área ruderal, onde foram encontrados grãos pólen de Rubiaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Amarantaceae e outros. O solo da plantação de bananeira recebe carga polínica de seu entorno, onde foi encontrado grãos de pólen de Asteraceae, Amaranthaceae, Arecaceae, Fabaceae e Myrtaceae. Na área de reserva legal, os grãos de pólen da família Fabaceae são pertencentes a espécies arbustivas como *Mimosa pudica* e arbórea como *Anadenanthera colubrina*, que em conjunto com grãos de pólen de Poaceae indica o recebimento de grãos de pólen das fitofisionomias de pastagem, regeneração e arbórea. Na figura 3, são apresentados alguns grãos de pólen encontrados nas análises polínicas.

Realização

Apoio

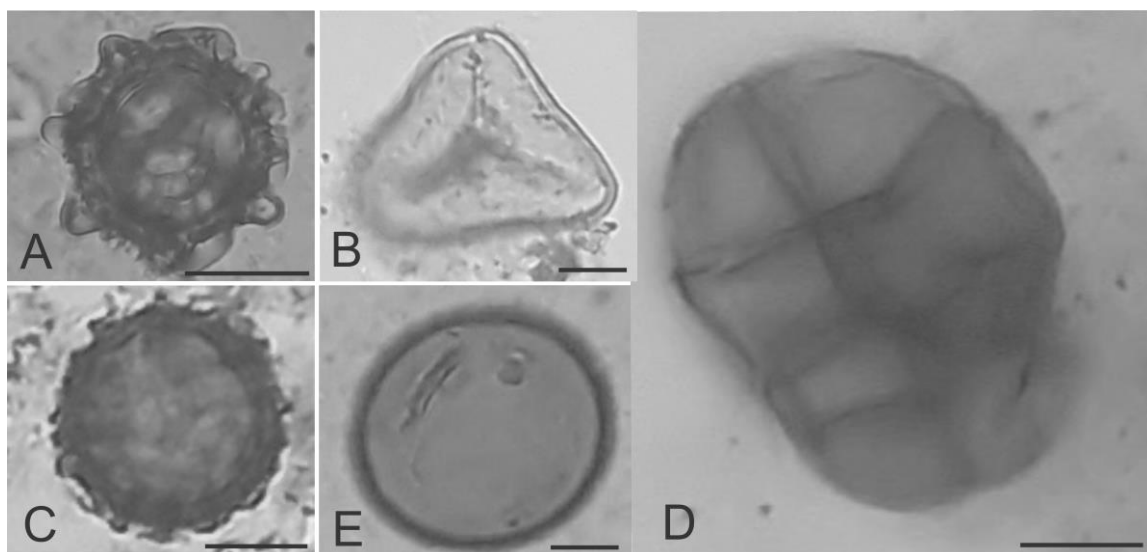


Figura 3: Grãos de pólen encontrados nas amostras de solo. A) Amaranthaceae; B) Arecaceae; C) Asteraceae; D) Fabaceae; E) Poaceae. 10µm. Fonte: Autores.

A antropização da área é também comprovada por imagens aéreas, como apresentado na Figura 4. Observa-se que toda área passou por processo antrópico nas últimas duas décadas, fato que é corroborado com a presença de pólen de espécies ruderais em todas as fitofisionomias estudadas. As imagens aéreas apontam para um alto grau de antropização no início dos anos 2000. O solo coletado em 202, a partir de análise polínica, apresenta que a área de reserva legal ainda está se regenerando, apesar de conter maior diversidade de árvores do que a área considerada como em regeneração.

Realização

Apoio

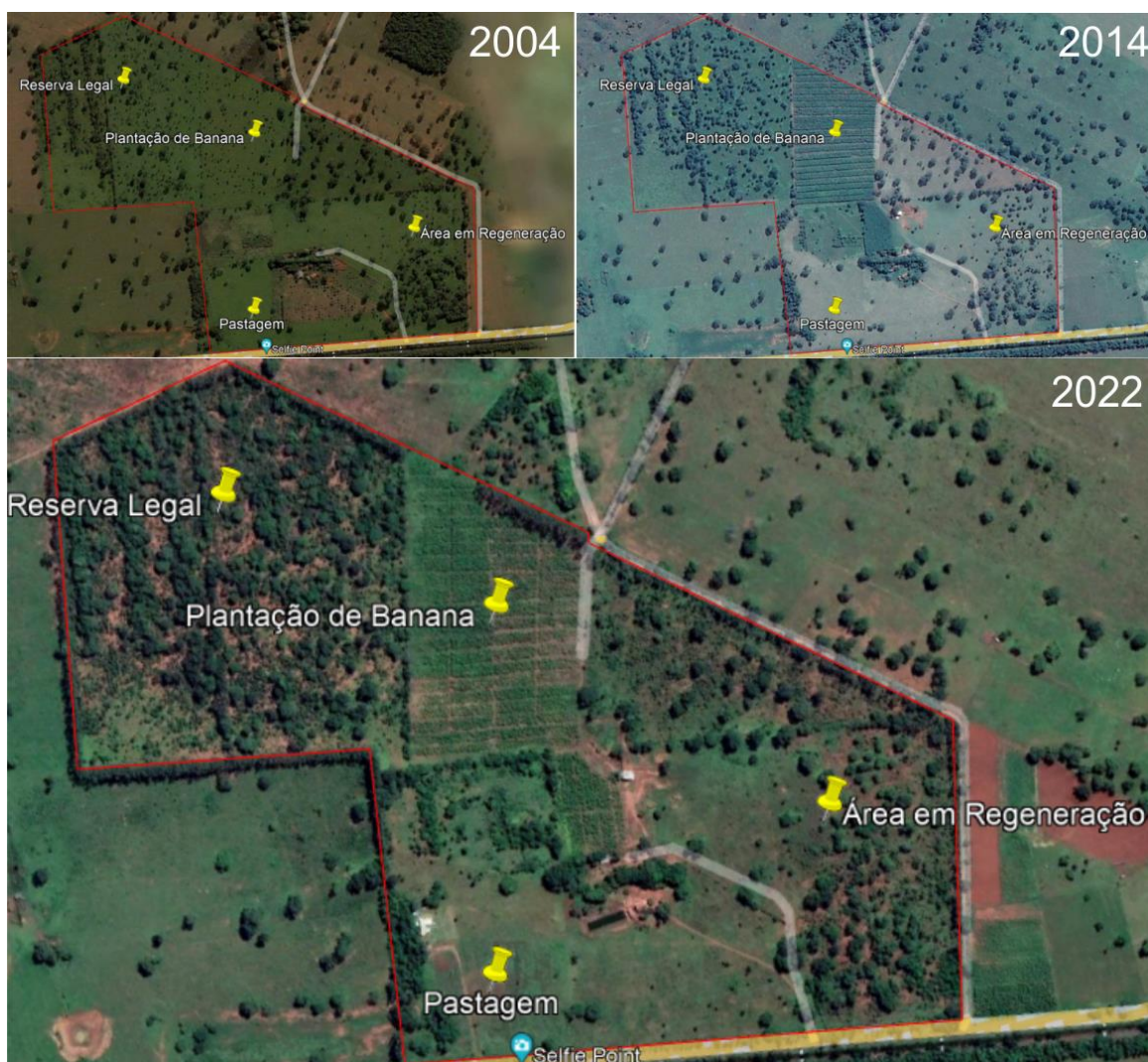


Figura 4: Histórico temporal da área de estudo. Observa-se que em 2004 a área foi desmatada em quase sua totalidade. A partir de 2014 percebe-se o início do abandono das áreas de reserva legal e em regeneração que aparecem mais florestadas em 2022. Fonte: Autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da palinologia forense em perícias ambientais é inovador Brasil. Os grãos de pólen e esporos produzidos pelas plantas, quando analisados por especialista, palinólogo, podem fornecer informações importantes para a investigação criminal. Neste

Realização

Apoio

sentido, existem casos que o poder público detecta uma supressão de vegetação nativa, mas o proprietário alega que a área era antropizada há muito tempo e ele apenas realizou a limpeza de pasto. Para resolver essa controvérsia é feita a análise pericial que nem sempre encontra vestígios visíveis sobre o tipo de espécies que foi suprimida.

Assim, nosso estudo contribui para demonstrar que em uma área rural que teve em seus históricos elevado grau de antropização, a amostragem de solo até 40cm apresenta apenas um estágio sucessional em regeneração. Para trabalhos futuros, sugerimos que para áreas assim sejam realizadas amostragem de solo em maior profundidade para resgate de informações sobre o tipo de vegetação que predominava no local.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu suporte financeiro da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que financia o projeto de nº 71/700.082/2020 e concedeu bolsas de Iniciação Científica e Pesquisa de Desenvolvimento Científico e Regional.

REFERÊNCIAS

- ADAMOLI, J. Fitogeografia do Pantanal. In: Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal 1 (Corumbá, MS, Brazil). **In:** Anais do Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal. Brasília, Embrapa-DDT, p. 104-106. 1986.
- AMORIM, M.C.C.T. Caracterização das áreas verdes em Presidente Prudente/SP. **In:** SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org). Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média. Presidente Prudente, 2001 p. 37-52.
- ANDRADES FILHO, C.O.; ZANI, H. GRADELLA, F.S. Extração automática das redes de drenagem no Pantanal de Aquidauana: Estudo comparativo com dados SRTM, ASTER e Carta Topográfica DSG. **Geografia**, v. 34, p. 731-743, 2009.
- BARTH, O. M.; MELHEM, T. S. **Glossário Ilustrado de Palinologia**. Campinas: UNICAMP, 1988.
- BORLACHENCO, N.G.C.; GONÇALVES, A.B. Expansão agrícola: Elaboração de indicadores de sustentabilidade nas cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul. **Interações**, v. 18, p. 119-128, 2017.

Realização

Apoio



BRASIL. Novo Código Florestal. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Planalto, Brasília, DF, 28 de mai. 2012.

COYLE, H.M. **Forensic botany: principles and applications to criminal casework.** crc press, 2004.

DIAS-FILHO, M.B. **Vamos falar sobre pastagens: fatos, dicas e recomendações.** 15.ed. Belém, PA: Ed.do Autor, 2022.

FREITAS, A.G.; CARVALHO, L.M.S.; LEÔNCIO, Y.B.S.; MARTINS, P.E.D.; CHAVES, S.A.M. Estudos em Palinologia Arqueológica no Nordeste do Brasil: Abordagem Teórico-Metodológica e Estudos de Caso. **Revista de Arqueologia**, v. 35, n. 2, 2022.

IBGE. Aquidauana. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/aquidauana/pesquisa/18/16459?tipo=ranking&indicador=16533>>. Acesso em: 02 jul. 2022.

IRIGARAY, C.T.J.H. **Compensação de reserva legal: limites à sua implementação.** Criação de Capa: Armando de Lima Sardinha Imagem da Capa: Clayton Ferreira Lino, p. 53, 2007.

JANSONIUS, J.; MCGREGOR, D.C. **Palynology: principles and applications.** American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996.

JONES, G. D.; BRYANT, V. M. (1996). Melissopalynology. In J. Jansonius & D. C. McGregor (Eds), **Palynology, principles and applications.** (pp. 933–938). Salt Lake City: AASP Found, 1996.

KAPP, R. O.; DAVIS, O. K.; KING, J. E. Pollen and Spores, The American Association of Stratigraphic Palynologists. **Inc. (AASP), College Station, Texas, 2000.**

MILDENHALL D.C.; WILTSHIRE P.E.J.; BRYANT V.M. Forensic palynology: Why do it and How it Works. **Forensic Science International**, v. 163, p. 163-172, 2006.

PARRA, M.A.T. **Regiões bioclimáticas do estado de mato grosso do sul.** 2007. 231 p. Tese. Insituto de Geociências da Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro.

RITZ, K.; DAWSON, L.; MILLER, D. **Criminal and environmental soil forensics.** Springer Science & Business Media, 2008.

SILVA, J.A.A. et al. O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. 2011. 124p. ISBN 978-85-86957-16-1.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, Campinas. v.10, n. 4, p. 67-76. 2010.

Realização

Apoio