



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



ESCOLA DE MINAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA SOBRE A VEGETAÇÃO DE CACHOEIRA
DO CAMPO POR MEIO DA ANÁLISE PALINOLÓGICA DE UM MEANDRO
ABANDONADO DO RIO MARACUJÁ**

Felipe Rocha Gomes

Ouro Preto, maio de 2017.

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA SOBRE A
VEGETAÇÃO DE CACHOEIRA DO CAMPO POR MEIO DA
ANÁLISE PALINOLÓGICA DE UM MEANDRO
ABANDONADO DO RIO MARACUJÁ**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitor

Prof.^a. Dra. Cláudia Aparecida Marliére de Lima

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitor de Graduação

Prof.^a. Dra. Tania Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Dr. José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. Dr. Luís Antônio Rosa Seixas

TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO

Nº 223

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA SOBRE A VEGETAÇÃO DE CACHOEIRA DO CAMPO POR MEIO DA ANÁLISE PALINOLÓGICA DE UM MEANDRO ABANDONADO DO RIO MARACUJÁ

Felipe Rocha Gomes

Orientador

Prof. Dr. Cláudio Eduardo Lana

Co-Orientadora

Profa. Dra. Raquel Franco Cassino

Monografia do Trabalho Final de Graduação apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do Título de Engenheiro Geólogo.

OURO PRETO

2017

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606

Os direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

CRÉDITOS DE AUTORIA

Revisão geral: Prof. Dr. Cláudio Eduardo Lana

Catálogo elaborado pela Biblioteca Prof. Luciano Jacques de Moraes do
Sistema de Bibliotecas e Informação - SISBIN - Universidade Federal de Ouro Preto

Gomes, Felipe

Análise da influência antrópica sobre a vegetação de cachoeira do campo por meio da análise palinológica de um meandro abandonado do rio Maracujá / Felipe Rocha Gomes – Ouro Preto: UFOP: 2017.

Monografia do Trabalho Final de Graduação – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia.

<http://www.sisbin.ufop.br>

Ficha de Aprovação

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Análise da Influência Antrópica na Vegetação através do Estudo Palinológico de Sedimentos Quaternários em um Meandro Abandonado do Rio Maracujá na Região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais, Brasil

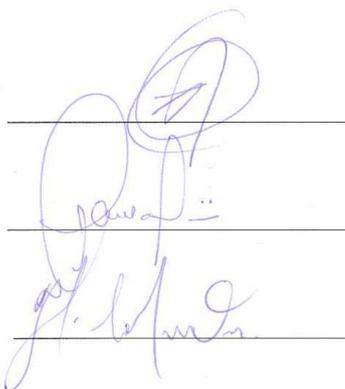
AUTOR: FELIPE ROCHA GOMES

ORIENTADOR: Prof. Cláudio Eduardo Lana

Aprovada em: 15 de maio de 2017

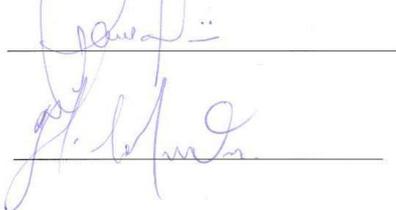
BANCA EXAMINADORA:

Prof. Cláudio Eduardo Lana



DEGEO/UFOP

Profª. Maria Paula Delicio



DEGEO/UFOP

Prof. Hildeberto Caldas de Souza



DEGEO/UFOP

Ouro Preto, 15/05/2017

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Liete e Márcio, pelo apoio incondicional em todos os momentos da graduação. À minha irmã Isabela pelo companheirismo, paciência, empolgação e por acreditar em mim quando eu mesmo já desisti.

Aos meus amigos, em especial Júlia, Lucas, Bárbara e Liz pelo incentivo nos momentos difíceis e pelos momentos de descontração. Ao Gabriel, Giovani e Rodrigo por acreditarem em mim e pela paciência de escutar horas e horas de reclamações e explicações sobre Geologia e Paleontologia.

Aos meus professores orientadores, Cláudio e Raquel, pela paciência, pelos conselhos, aprendizados, incentivos acadêmicos e motivacionais. Aos meus professores que, durante a graduação, contribuíram muito para que eu conseguisse chegar ao final dessa caminhada, em especial, Tazava, Adivane, Maria Paula e Hermínio.

À Fernanda e Natália por me iniciarem no estudo da palinologia, pelo aprendizado e convivência.

Ao laboratório de Geoquímica e toda sua equipe pelo imenso apoio durante os trabalhos. Ao PET-Geologia pelo aprendizado e convivência.

À todos os meus familiares e amigos que, de alguma forma, torceram e contribuíram por essa conquista. Muito obrigado.

“Como se ele fosse a inércia da matéria, que conserva impressão, mas que não a guarda senão o tempo que é gasto para um novo agente modificá-la.”

(A Moreninha) Joaquim Manuel de Macedo

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABELAS	xv
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – APRESENTAÇÃO	1
1.2 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.3 – OBJETIVOS	3
1.4 - LOCALIZAÇÃO	4
2 – REFERENCIAL TEÓRICO E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	5
2.1 – GEOLOGIA	5
2.2 – GEOMORFOLOGIA	6
2.3 – AMBIENTE SEDIMENTAR	7
2.4 – CLIMA	8
2.5 – VEGETAÇÃO	9
2.6 – PALINOLOGIA	9
2.7 – MORFOLOGIA POLÍNICA	10
2.8 – QUATERNÁRIO	10
2.9 – HISTÓRICO DA AÇÃO ANTRÓPICA	11
2.9.1 – A degradação ambiental através dos séculos	11
2.9.2 – Expedições de Naturalistas	12
2.9.3 – As fundições do século XIX	13
2.9.4 – As siderúrgicas e o garimpo do século XX	14
3 – MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	Erro! Indicador não definido.
3.2 – ETAPA DE CAMPO	15
3.3 – ETAPA DE LABORATÓRIO	17

3.3.1 – Separação das amostras.....	18
3.3.2 – Adição de marcador exótico	19
3.3.3 – Adição de ácido clorídrico (HCl)	19
3.3.4 – Adição de ácido fluorídrico (HF)	20
3.3.5 – Nova adição de ácido clorídrico (HCl)	21
3.3.6 – Tratamento com hidróxido de potássio (KOH)	21
3.3.7 – Acetólise.....	22
3.3.8 – Confeção das lâminas	22
3.3.9 – Leitura das lâminas	22
3.3.10 – Confeção das tabelas e diagramas.....	23
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1- ANÁLISE QUALITATIVA	24
4.1.1 – Características Ecológicas	24
4.2- ANÁLISE QUANTITATIVA	27
4.2.1 – Datação.....	27
4.2.2 – Tabelas de contagem	28
4.2.3 – Diagramas Polínicos.....	32
4.3- DISCUSSÃO.....	41
5 – CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
Apêndices	48
Estampa 1	48
Estampa 2.....	49
Estampa 3.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização do ponto de coleta do testemunho de um meandro abandonado no Rio Maracujá.	4
Figura 2: Localização da área investigada. Adaptado de Almeida <i>et al.</i> (2005).....	5
Figura 3: Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero. Modificada de Alkmim & Marshak (1998)..	6
Figura 4: Processo de erosão e deposição em rios meandrantess.....	7
Figura 5: Processo de formação de um meandro abandonado. Adaptado de Garrote (2014).	8
Figura 6: Imagem do meandro abandonado do Rio Maracujá (Google Earth 2017).....	15
Figura 7: Ponto de coleta do testemunho sedimentar na bacia do Rio Maracujá apresentando características brejosas.	16
Figura 8: Material retirado com auxílio do testemunhador tipo <i>Russian</i>	17
Figura 9: (A) Divisão do testemunho em 25 partes de 2 cm; (B) Equipe de trabalho em atividade.....	18
Figura 10: Separação de 2cm ³ de cada uma das 25 amostras do testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.....	19
Figura 11: (A) Adição de ácido clorídrico em amostras de sedimento; (B) Amostras sob ataque do ácido clorídrico.	20
Figura 12: Centrifugação das amostras do material do testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.....	21
Figura 13: Diagrama do percentual de cada família e gênero de grãos de pólen, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.	35
Figura 14: Diagrama do percentual de outros grupos encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.....	36
Figura 15: Diagrama do percentual por hábitos de crescimento encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.	37
Figura 16: Diagrama da concentração de cada família e gênero de grãos de pólen, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.	38
Figura 17: Diagrama da concentração por hábitos de crescimento encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.	39
Figura 18: Diagrama da concentração por hábitos de crescimento encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Dados de contagem, porcentagem e concentração por família dos grãos de pólen, esporos e do Lycopodium na amostra RM-MA 50.	29
Tabela 2 Dados de contagem, porcentagem e concentração por família dos grãos de pólen, esporos e do Lycopodium na amostra RM-MA 26.	30
Tabela 3: Dados de contagem, porcentagem e concentração por família dos grãos de pólen, esporos e do Lycopodium na amostra RM-MA 02.	31

Resumo

A análise palinológica de um testemunho sedimentar coletado em um meandro abandonado do Rio Maracujá, em Cachoeira do Campo (MG), permitiu a observação das transformações da flora local no decorrer dos últimos séculos. Uma determinada camada sedimentar pode apresentar um conteúdo polínico capaz de refletir a vegetação na época de sua deposição, contribuindo para o entendimento da evolução da vegetação. Os meandros abandonados, locais onde são depositados sedimentos de episódios de cheia dos rios, constituem ambientes propícios para a preservação de palinomorfos. Partindo desses princípios, e utilizando-se de métodos de preparação e observação de grãos de pólen e esporos, foram estudados três diferentes níveis de sedimentos do meandro abandonado, na base do perfil (amostra RM-MA 50, com 50cm de profundidade), aproximadamente no meio do perfil (amostra RM-MA 26, com 26cm de profundidade) e o topo (amostra RM-MA02, com 2cm de profundidade). A análise do testemunho possibilitou a identificação de 381 grãos de pólen, 20 esporos de pteridófitas, 2 zooclastos e 1 zigósporo de alga. Dentro dessa contagem foram identificados 20 tipos polínicos e 3 tipos de esporos. Os grãos de pólen foram classificados em nível de família, gênero, e quando possível, em espécie. Já os esporos foram identificados apenas como esporos de pteridófitas e separados de acordo com suas características morfológicas. Com a datação da base do testemunho sedimentar, foi possível verificar o início da sedimentação em 530 anos AP, excluindo qualquer indício de influência antrópica no processo de formação do meandro abandonado. Tanto na amostra da base como na intermediária e topo, as famílias das Asteráceas e Poáceas foram as mais abundantes em termos percentuais e de concentração. Foi possível notar um grande aumento da influência das herbáceas na paisagem, com o passar do tempo, além da inclusão de espécies exóticas, típicas em atividades antrópicas.

Palavras-chave: Palinologia, Rio Maracujá, Meandro abandonado.

Abstract

The palynological analysis of a core collected in an oxbow lake of the Maracujá River, in Cachoeira do Campo (Minas Gerais - Brazil), allowed the observation of the local flora's transformation during the last centuries. A certain sedimentary layer can present a pollen content that may reflect the vegetation at the time of its deposition, contributing to the understanding of the vegetation's evolution. Oxbow lakes, places where sediments from flood episodes of rivers are deposited, are favorable environments for the preservation of palynomorphs. Based on these principles and using methods of pollen grains and spores preparation and observation, three different levels of the oxbow lake's sediments were studied: at the bottom of the core (sample RM-MA 50, at a depth of 50cm), approximately in the middle of the core (sample RM-MA 26, at a depth of 26cm) and the top (sample RM-MA02, at a depth of 2cm). The analysis of the core allowed the identification of 381 pollen grains, 20 pteridophyte spores, 2 zooclasts and 1 algal zygospore. Within this result, 20 pollen types and 3 spores types were identified. The pollen grains were classified at family level, gender, and when it was possible, in kind. The spores were identified only as pteridophytes and separated according to their morphological characteristics. It was possible to verify, with the date of the core's sedimentation bottom, its beginning in 530 years BP, excluding any evidence of anthropic influence in the process of formation of the oxbow lake. From the bottom to the top of the core, the Asteraceae and Poaceae families were the most abundant in terms of percentage and concentration. It was possible to notice a great increase of the herbaceous' influence in the landscape through time and also the inclusion of exotic species, typical in antropic activities.

Key words: *Palinology, Maracujá River, Oxbow lake.*

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – APRESENTAÇÃO

O presente trabalho se refere ao Trabalho de Conclusão de Curso, requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Geólogo pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). O mesmo foi iniciado em março de 2014, com as etapas de campo, e finalizado em abril de 2017, com redação final e interpretação de dados, sob orientação do professor Dr. Cláudio Eduardo Lana e co-orientação da professora Dr^a. Raquel Franco Cassino.

O objeto principal de estudo desse trabalho são sedimentos depositados em um ambiente de meandro abandonado e seus palinomorfos, na tentativa de se entenderem as mudanças ocorridas na vegetação da região de Cachoeira do Campo, distrito de Ouro Preto, nos últimos anos. Para que fosse possível a realização desse estudo, foi fundamental o apoio do Laboratório de Geoquímica do Departamento de Geologia (DEGEO) da UFOP.

1.2 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Entender a dinâmica de mudanças ambientais, em resposta à ação humana, é uma constante preocupação daqueles que se dedicam a estudar as dinâmicas naturais, as interações entre homem e natureza e as suas consequências. No Brasil houve, nesse âmbito, uma profunda mudança no que diz respeito às paisagens naturais a partir do regime extrativista/colonialista imposto por países europeus.

Essas mudanças se devem a fatores históricos que se iniciaram no século XVI, com a exploração do Pau-Brasil, marcando o início do extrativismo vegetal, e no século XVII, com as primeiras entradas e bandeiras em busca de metais valiosos, marcando o início do extrativismo mineral (Prado 2008).

Mais especificamente, no estado de Minas Gerais, houve, já no século XVIII, com a descoberta do ouro, de diamante e de outras riquezas minerais, uma ocupação desenfreada e não planejada em busca de uma exploração igualmente pouco planejada, acarretando impactos ambientais e mudanças na paisagem. Essas mudanças parecem, em parte, atingir e transformar a vegetação nativa a partir da necessidade do uso da madeira como fonte de energia, alterando a proporção e as características da flora. Vale ressaltar a introdução de espécies exóticas, não só com vistas à silvicultura, mas também à fruticultura, pastagens, etc.

Tendo em vista a relação histórica entre a ocupação humana e as mudanças nas paisagens naturais, sobretudo no que diz respeito às alterações sofridas pela vegetação, e tendo conhecimento das características originais do ambiente, é possível compreender a magnitude dessas mudanças. Assim, para se ter conhecimento das características originais do ambiente, em tese, por se tratar de séculos onde a tecnologia não permitia o uso de métodos mais avançados, faz-se necessária a consulta a descrições feitas por estudiosos da época, em grande maioria naturalistas, em suas expedições descritivas ao continente pouco explorado ou no ápice de sua exploração. No entanto, apesar de ricos e bem detalhados, esses relatos pouco especificam questões quantitativas, tendendo as comparações, feitas no decorrer do tempo, a se focarem em estimativas frágeis e pouco fundamentadas. Há então a necessidade de um método que, aliado a todas as informações recentes e as observações de estudiosos do passado, possa, de uma maneira mais próxima a holística, oferecer interpretações mais fiéis e precisas das mudanças que de fato aconteceram. E, para tal, este trabalho se pauta na Palinologia.

A escolha da ferramenta palinológica para a realização deste trabalho se deve à grande versatilidade de interpretações possíveis por meio dos dados obtidos pela contagem de grãos de pólen e esporos, principalmente no que diz respeito a mudanças na flora. Segundo Bradley (1999), a Palinologia é uma ferramenta utilizada para a identificação e interpretação da presença de microrganismos fósseis denominados palinomorfos, tais como: fungos, grãos de pólen e esporos, algas, dinoflagelados, entre outros. Quando preservados em sedimentos ou rochas, apresentam características que tornam possível a realização de estudos em reconstituições paleoambientais.

Algumas dessas características estão ligadas ao fato de tanto os grãos de pólen quanto os esporos possuírem um envoltório externo composto por esporopolenina, uma substância elástica que possui grande resistência química. A presença desse envoltório, a exina, garante aos grãos a preservação, em meio a sedimentos ou rochas ligados a ambientes redutores, por milhares ou milhões de anos. Além disso, a alta resistência química da exina permite a utilização de ataques ácidos e básicos como métodos de separação dos palinomorfos dos demais materiais nos quais estão envolvidos, de forma que possam ser concentrados e analisados separadamente (Salgado-Labouriau 2007).

Outra importante característica dos grãos de pólen e esporos é a sua ampla produção e eficiente dispersão, o que permite uma análise baseada em grande quantidade de grãos, levando em consideração que essas características são bastante variáveis de acordo com a

espécie. Seus elementos de estudo possuem grande resistência química, alto potencial de preservação, ampla distribuição e dispersão, além de indicar muito bem as mudanças ocorridas em ambientes pretéritos, uma vez que a vegetação presente em um ambiente responde diretamente às condições estabelecidas (Salgado-Labouriau 2007).

Nesse contexto, a Palinologia se torna uma ferramenta muito útil para análises em materiais do período Quaternário, no qual floras modernas já se encontravam bem estabelecidas. Neste trabalho, foram analisados os reflexos da ação antrópica nas transformações sofridas pela vegetação da região de Cachoeira do Campo, aliando-se a Palinologia, as descrições de naturalistas e os dados atuais sobre a vegetação.

1.3 – OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi determinar as transformações sofridas pela vegetação da região de Cachoeira do Campo nos últimos séculos e avaliar a influência antrópica nestas mudanças. Os objetivos específicos foram:

- Caracterizar palinologicamente os sedimentos de um meandro abandonado da Bacia do Rio Maracujá, afluente do Rio das Velhas, localizado no distrito de Cachoeira do Campo, utilizando-se da contagem de grãos de pólen em lâminas palinológicas.
- Comparar os resultados obtidos nas contagens com os relatos históricos e descritivos sobre a vegetação e os dados atuais, estabelecendo possíveis correlações para entender as transformações sofridas pelo ambiente, no que diz respeito à flora regional.

1.4 - LOCALIZAÇÃO

A área estudada se encontra em Cachoeira do Campo, distrito do município de Ouro Preto, Minas Gerais, onde se encontra a Bacia do Rio Maracujá, afluente do alto curso do Rio das Velhas, na porção centro-sul do Quadrilátero Ferrífero (figura 1).

O ponto de coleta se situa na latitude **20° 20' 46''** Sul e longitude **43° 40' 12''** Oeste, a uma altitude média de **1.039** metros (figura 1). O acesso à região a partir de Ouro Preto é feito pela BR-356, Rodovia dos Inconfidentes até Cachoeira do Campo, quando o acesso ao local de estudo passa a ser feito através de uma estrada vicinal em sentido sul, que liga Cachoeira do Campo a Rodrigo Silva.



Figura 1: Localização do ponto de coleta do testemunho de um meandro abandonado no Rio Maracujá.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.1 – GEOLOGIA

A Bacia do Rio Maracujá está inserida em uma província geológica brasileira conhecida como Quadrilátero Ferrífero (figura 2).

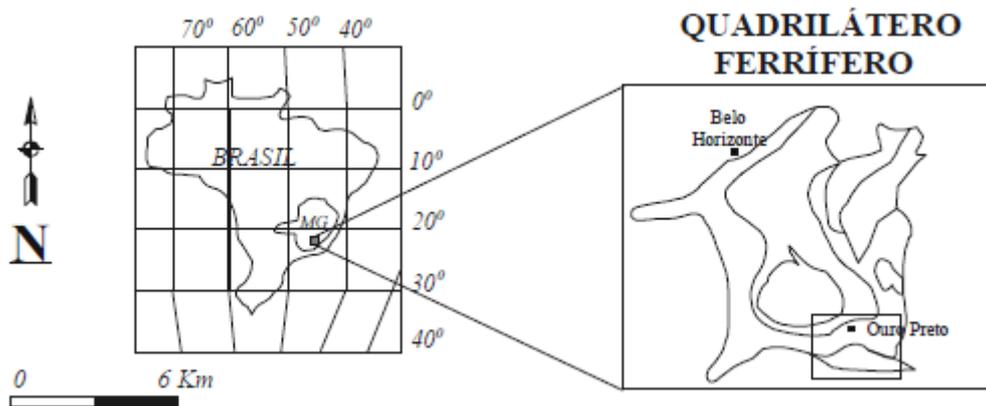


Figura 2: Localização da área investigada. Adaptado de Almeida *et al.* (2005).

O Quadrilátero Ferrífero, geologicamente, pode ser subdividido em quatro grandes conjuntos litológicos (figura 3).

- Embasamento cristalino granito/gnáissico e migmatítico (idade arqueana).
- Rochas metassedimentares e metavulcânicas do Supergrupo Rio das Velhas (idade arqueana).
- Rochas metassedimentares do Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi (idade proterozóica).
- Rochas sedimentares e sedimentos cenozóicos.

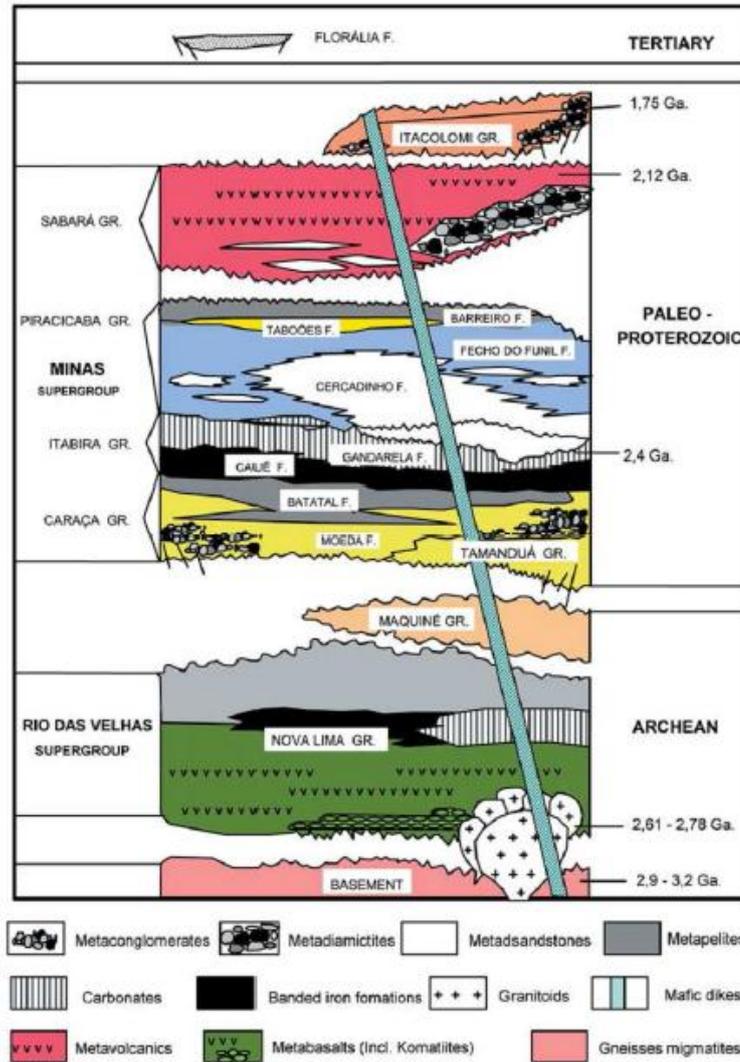


Figura 3: Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero. Modificada de Alkmim & Marshak (1998).

2.2 – GEOMORFOLOGIA

Segundo Salgado (2006 *In:* Lana 2010) o Quadrilátero Ferrífero é alvo de denudação diferencial, com quartzitos e itabiritos constituindo as rochas mais resistentes; os xistos e filitos de resistência mediana; granito-gnaisses de resistência baixa; e os mármore-dolomitos de menor resistência.

Dessa forma, as rochas que compõem o embasamento cristalino apresentam erodibilidade maior que as supracrustais, resultando numa depressão causada pela escavação progressiva na área do complexo que hoje se encontra circundada por serras sustentadas pelas supracrustais mais resistentes (Bacellar 2000).

Explica-se então, através dessa conformação regional, a configuração da Bacia do Rio Maracujá que pode ser dividida em dois grupos: um mais rebaixado, drenando rochas menos resistentes do embasamento cristalino, onde se encontra o ponto de coleta, e outro, mais elevado, sobre rochas supracrustais, mais resistentes, que sustentam o relevo das cabeceiras.

2.3 – AMBIENTE SEDIMENTAR

O ponto de coleta do material deste trabalho se encontra sobre um meandro abandonado do Rio Maracujá e, portanto, carrega as características deposicionais desse ambiente.

O termo deriva do rio Meandro, na Turquia, caracterizado por um curso muito sinuoso, e tem sido utilizado desde o século XVI. De acordo com Dias (2006) define-se por meandro a curva acentuada de um rio que corre numa planície aluvial. Os meandros mudam de forma e de posição conforme as variações de energia e de carga fluviais e são geralmente formados em planícies aluviais, onde a superfície é bastante aplanada, podendo ocorrer, também, mesmo que de forma mais restrita, em outras situações. Para Suguio (2003), o canal de um rio meandrante é, quase sempre, assimétrico e esta característica é mais acentuada em trechos mais curvos e menos evidentes nos segmentos mais retilíneos.

Levando em consideração que a parte externa do meando apresenta maior velocidade do fluxo fluvial e a parte interna, conseqüentemente, menor velocidade, há uma tendência de erosão da margem externa e deposição na margem oposta (figura 4). Por esta razão, o curso fluvial tem tendência permanente para se deslocar na direção da margem côncava do meandro.

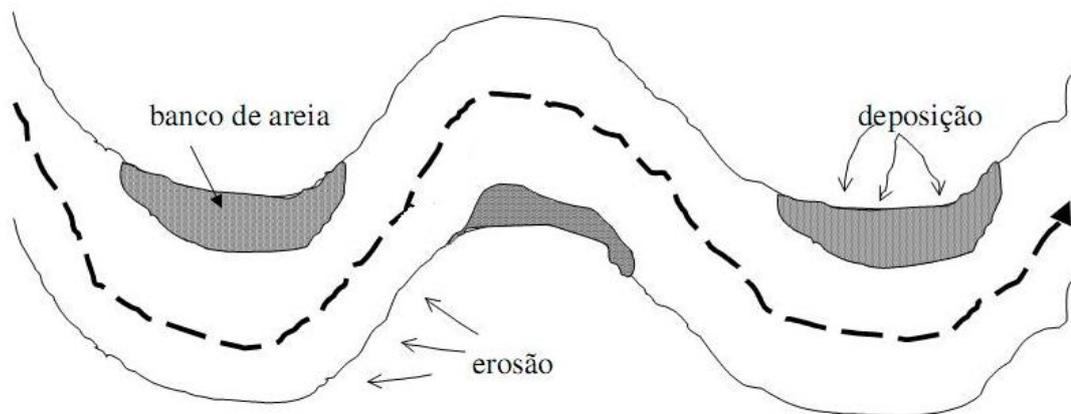


Figura 4: Processo de erosão e deposição em rios meandrantes.

Com o deslocamento em direção à margem côncava, há uma tendência à acentuação da curvatura do meandro e, a partir disso, essa zona pode ser, através de diferentes processos, estrangulada pela formação de outros caminhos menos sinuosos, dando origem a meandros abandonados (figura 5). Depois de isolado, este meandro pode dar origem a lagos ou pântanos, recebendo, muitas vezes, cargas sedimentares originadas de episódios de cheia.

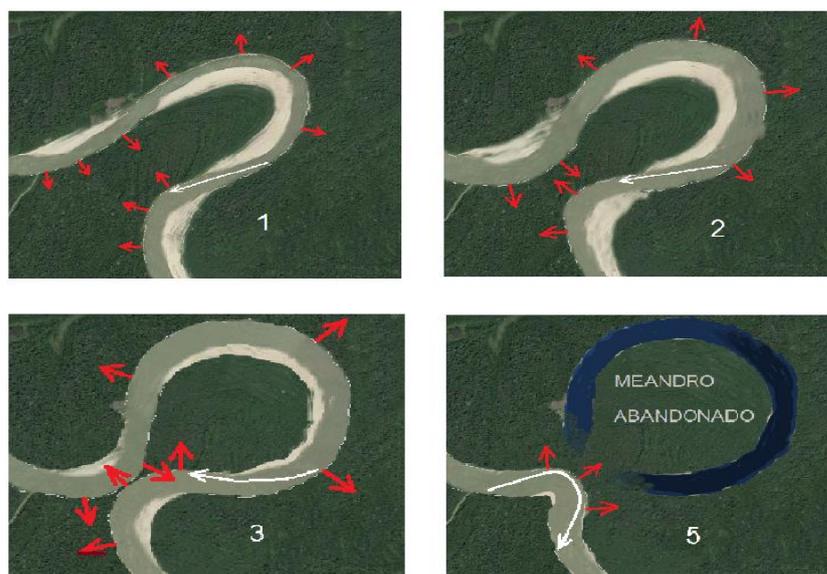


Figura 5: Processo de formação de um meandro abandonado. Adaptado de Garrote (2014).

Por se tratar de um ambiente onde não há mais água corrente, a sedimentação passa a depender de inundações periódicas do rio em questão. Essa deposição, vinda de águas de episódios de cheia, tende a favorecer a sedimentação lamosa, ou seja, por acreção vertical.

2.4 – CLIMA

O clima da região da Bacia do Rio Maracujá, segundo Bacellar (2000), é caracterizada como tropical de altitude. No entanto, nas regiões do Complexo Bação é do tipo CWa (Alvares *et al.* 2013), com marcante contraste pluviométrico anual e chuvas concentradas nos meses de outubro a março. Já na área dominada pelas rochas supracrustais, o clima é mais frio e úmido, do tipo CWb.

Ainda segundo Bacellar (2000), dados coletados pela CEMIG na barragem do Rio de Pedras, no município de Itabirito, nos anos 90, confirmaram a sazonalidade do clima, com chuvas concentradas entre outubro e março.

2.5 – VEGETAÇÃO

Para Ab'Saber (1977), a região sudeste do Quadrilátero Ferrífero é classificada com zona de transição entre Cerrado e da Floresta Atlântica. A vegetação da região é classificada como de Floresta Estacional Semidecidual com vegetação secundária. Isso significa, segundo Santos (2009), formações de ambientes que transitam entre zona úmida costeira e ambiente semiárido, apresentando como característica importante uma razoável perda de folhas no período seco.

Pela variabilidade litológica presente na Bacia do Rio Maracujá, diferentes tipos de solos podem ser observados, gerando uma distribuição heterogênea da vegetação ao decorrer do curso do rio. Para Bacellar (2000), onde há o predomínio de rochas pouco intemperizáveis, como quartzitos e itabiritos, o solo é delgado e a vegetação predominantemente é de campos de altitude. Nas porções onde as rochas são mais intemperizáveis, como nos xistos e filitos, a vegetação se aproxima mais a floresta semidecidual. Já na porção onde o solo se origina do embasamento cristalino, Bacellar (2000) divide dois domínios: (1) porções mais elevadas, bem drenadas e com estresse hídrico sazonal, onde predominam campos cerrados; (2) vales não canalizados e ao longo de drenagens, onde o estresse hídrico é menor, onde predominam matas fechadas.

Ainda assim, grande parte da paisagem de Cachoeira do Campo, hoje, é dominada por campos degradados, em parte ocupados por pastagem.

2.6 – PALINOLOGIA

Embora tenha sido inicialmente definida como estudo dos grãos de pólen e esporos, a Palinologia não se restringe apenas aos elementos botânicos, mas também a todos os elementos constituídos de parede orgânica que resistem a ataques ácidos e básicos de maneira a possibilitar a separação dos constituintes nos quais se encontram. Esses elementos são então denominados como “palinomorfos” e englobam grupos como algas, palinoforaminíferos,

dinoflagelados, ovos de copepoda, dentre outros, além de polens e esporos (Neves *et al.* 2005).

No entanto, outros microfósseis com parede externa ou esqueleto com composições diferentes da esporopolenina não possuem a mesma resistência presente na exina. Mesmo a quitina que compõem o exoesqueleto dos insetos e que apresenta grande resistência química, não apresenta grande flexibilidade, se partindo facilmente e, por isso muitas vezes, resultando na preservação de fragmentos. Já os elementos botânicos são mais facilmente encontrados nos sedimentos continentais, devido a sua ampla distribuição, o que os torna alvo principal de muitos estudos Palinológicos (Salgado-Labouriau 2007).

2.7 – MORFOLOGIA POLÍNICA

Os grãos de pólen e esporos apresentam características morfológicas distintas, o que torna possível determinar o gênero e, em alguns casos a espécie da planta que os produziu. Estas características distintivas são a forma do grão, o tipo de ornamentação da exina e o tipo e o número de aberturas. As ornamentações, aberturas e outros caracteres morfológicos, permitem a identificação da planta-mãe que produziu aquele esporo ou grão de pólen, contribuindo para o caráter reconstituído da ferramenta palinológica (Traverse 2007).

Assim, é necessário conhecimento sobre cada um desses elementos, permitindo a distinção dos mesmos. Em posse da descrição da morfologia de um grão de pólen ou esporo, é possível então comparar com os catálogos de referência a fim de identificar a qual gênero, família ou, em alguns casos, espécie, pertence o grão estudado.

2.8 – QUATERNÁRIO

O Quaternário é dividido em dois períodos de tamanhos muito diferentes: o Pleistoceno (com duração de aproximadamente 2,6 Ma) e o Holoceno (que abrange os últimos 11.700 anos da Terra). Mesmo representando um pequeno intervalo no tempo geológico, o Holoceno representa um período com grande importância, pois abrange a história de várias civilizações, juntamente com o surgimento de tecnologias que permitiram ao homem interferir no meio ambiente de muitas maneiras (Salgado-Labouriau 2007).

2.9 – HISTÓRICO DA AÇÃO ANTRÓPICA

2.9.1 – A degradação ambiental através dos séculos

A história da degradação ambiental na região de Ouro Preto está relacionada à história da exploração mineral e do povoamento desordenado do período colonial. A paisagem em Minas Gerais sofreu transformações intensas, sobretudo durante o século XVIII, quando o extrativismo de ouro no estado atingiu seu ápice. Mesmo que, segundo Dean (1996), as primeiras povoações de emboabas tenham chegado às margens do Rio das Velhas no fim do século XVII, foi apenas no século seguinte que a exploração ocorreu de fato.

Para se ter ideia do ambiente, causas e consequências dessas devastações no século XVIII, é preciso consultar os registros históricos, em grande maioria, compostos por relatos de cientistas naturalistas que visitaram a região no século XIX. Muitos deles possuíam uma visão interdisciplinar e abrangente em relação ao homem e ao ambiente, uma vez que, na época, a ciência ainda possuía divisões muito pequenas, sendo possível, em muitos desses relatos, observar características populacionais, sociais, aspectos geológicos, botânicos e zoológicos.

Para Marcondes (2005 *In*: Lamin-Guedes 2010), o século XVIII é marcado pela interiorização da devastação ambiental, até então concentrada nos ambientes costeiros, uma vez que a grande produção aurífera se concentrava no interior do continente.

O ouro, por sua vez, era encontrado no sopé das montanhas, na argila e no leito de riachos. As riquezas minerais estavam escondidas na floresta nativa, sendo necessário queimá-la para a exploração. Em seguida, os rios eram desviados em direção das encostas para lavar o solo e se encontrar os metais preciosos. As montanhas eram desbarrancadas, misturadas à água, formando uma lama que destruía rios e espécies aquáticas. (Marcondes, 2005, p. 56)

Já no século XIX, no distrito de Cachoeira do Campo, com a decadência da exploração aurífera, a degradação ambiental acompanhou, em partes, a criação de fundições e as práticas agrícolas (Gutersohn 1945). Seguida, no século XX, pela instalação de siderúrgicas, reflorestamento de eucalipto e agropecuária (Johnson 1962).

2.9.2 – Expedições de Naturalistas

Durante o século XIX, com a queda da produção aurífera em Minas Gerais, muitos naturalistas, ao passarem pela região, registraram suas impressões acerca do ambiente pós-extrativismo e as paisagens predominantes. Dentre eles, nesse trabalho, consideraremos três: (1) Wilhen Ludwing von Eschwege (1777-1855); (2) Visconde Ernest Roussel de Courcy (1827-1897); (3) Auguste de Saint-Hilaire (1779-1853).

2.9.2.1 Wilhen Ludwing von Eschwege

Alemão que, entre 1808 e 1821, esteve no Brasil a serviço de Portugal, acompanhando a mudança da corte portuguesa. Geólogo e metalurgista, foi nomeado intendente das minas de ouro e curador do gabinete de mineralogia instalado no Rio de Janeiro. Suas pesquisas contribuíram para a organização da exploração minerária no país, principalmente em Minas Gerais, onde se dedicou a pesquisas sobre o aproveitamento de recursos como o ferro e o diamante (Ferri 1979).

cobertos de vegetação de porte médio, à qual, para facilitar a travessia, pusemos fogo [...] em poucas horas toda a região estava em chamas e a atmosfera saturada de espessa fumaça" (Eschwege, [1833], 1979b, p. 178);

Suas publicações, apesar de contribuírem muito para o desenvolvimento do setor minerário do país, mostram uma visão utilitarista da natureza (Doula *et al.* 2004). Em sua visão, por exemplo, uma paisagem intocada era sinônimo de desperdício.

A mais graciosa das paisagens não satisfaz quando não se vê nela sinal de atividade humana. Há séculos adornada daquele modo pela natureza, ricamente dotada como poucas, desperta, quando quase nunca pisada por pés humanos, a mesma melancolia de uma casa belamente construída que jamais foi habitada, ou cujos habitantes já faleceram há longo tempo. (Eschwege, [1824], 2000, p. 69)

2.9.2.2 Visconde Ernest Roussel de Courcy

Francês, esteve no Brasil em 1886, visitando o Rio de Janeiro, Ouro Preto e São João Del Rei. Em suas publicações relata a experiência de sua viagem abordando características sobre as minas de ouro, a devastação ambiental presente, os habitantes e seus costumes (Libby 1997).

Sua visão, ao contrário de Eschwege, retratava a melancolia das vilas abandonadas após o ápice do ciclo do ouro e a devastação deixada nas florestas e rios.

Hoje não há mais vestígios dessas matas imensas, tudo foi queimado, cortado, devastado pelos primeiros mineradores, e as montanhas que separam Mariana e Ouro Preto são agora áridas e desoladas, (Courcy, [1889], 1997, p. 78)

2.9.2.3 Auguste de Saint-Hilaire

Francês, esteve no Brasil entre 1816 a 1822, visitando diversos estados do país, incluindo Minas Gerais. Em suas viagens coletou várias espécies de plantas e animais que não eram conhecidas no continente europeu, além de coletar dados importantíssimos para campos como a Geografia e a História (Ferri 1979).

Encontram-se apenas poucas roças, mas grandes extensões de queimadas abandonadas, que se cobriram de samambaias” (Saint-Hilaire, [1833], 1974)

Assim como Courcy, Saint-Hilaire possuía uma visão pouco utilitarista e mais romântica da natureza. Por vezes, em suas obras, ele destaca o pesar de encontrar a paisagem já modificada pela extração e devastação de tempos anteriores (Lamin-Guedes 2006).

Todas as montanhas [...] são cobertas de arbustos densos e de um verde sombrio, incessantemente cortados pelos negros para as necessidades dos moradores. Esses arbustos substituem as florestas virgens que os primeiros mineradores haviam queimado para descobrir a região e em alguns lugares para plantar o milho. (Saint-Hilaire, [1833], 1974, p. 85)

2.9.3 – As fundições do século XIX

Com a queda da produção do ouro no século XVIII, parte da exploração mineral se voltou para o ferro que, segundo Gutersohn (1945 *In*: Bacellar 2000), se iniciou por volta de 1800. Em torno de 1860 já havia cerca de 120 pequenas fundições que utilizavam do carvão como fonte de energia, além da devastação da vegetação em busca de madeira para construção de ferrovias Gutersohn (1945 *In*: Bacellar 2000).

2.9.4 – As siderúrgicas e o garimpo do século XX

Com o surgimento das grandes siderúrgicas as pequenas fundições entraram em decadência. Grande parte das atividades na região do Complexo Bação se transformou em agrícola e deu-se início, em alguns locais da bacia, ao reflorestamento a base de eucalipto a fim de gerar combustível para as siderúrgicas (Johnson 1962).

A prática agrícola surgiu na região desde o século XVII e, por falta de conhecimento específico, havia devastado o solo através da falta de adubação, queimadas anuais, causando perda dos horizontes superficiais mais férteis (Gutersohn 1945 *In*: Bacellar 2000).

No leito do Rio Maracujá, sobretudo no Alto Maracujá, a atividade de mineração está, até hoje, muito presente com os garimpos do topázio imperial. Empresas e garimpos individuais se instalaram na região, principalmente nos anos 70 do século XX. Esse tipo de atividade desordenada e pouco planejada, comum na região, causam imensos impactos ambientais que vão desde poluição da água até o desmatamento desenfreado. O processo de abertura de frente de lavra destrói ou altera a diversidade da mata ciliar e interfere na fauna local (Peixoto *et al.* 2004).

Por fim, como atividade econômica secundária na região de Cachoeira do Campo, mas com importante impacto ambiental, surgiram os garimpos em aluviões buscando por pedras preciosas (Bacellar 2000).

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – ETAPA DE CAMPO

O primeiro passo para a etapa de campo foi a seleção de áreas potenciais, para o estudo palinológico, ao longo do curso do Rio Maracujá. A ferramenta Google Earth foi então utilizada, varrendo as margens do rio em busca de áreas que, aparentemente, pudessem apresentar sedimentos de granulometria fina, ideais para a preservação de matéria orgânica, em especial grãos de pólen e esporos.

Ao utilizar o Google Earth, a área de estudo chamou muita atenção por apresentar muito bem marcada, o desenho de um meandro abandonado próximo ao rio (figura 6), podendo, em teoria, receber sedimentos de períodos de cheia. Escolhida a área, foram retiradas as coordenadas para verificação em campo.



Figura 6: Imagem do meandro abandonado do Rio Maracujá (Google Earth 2017)

Em campo, no local escolhido, foi possível observar características brejosas no ambiente, favorecendo a deposição de sedimento superficial lamoso, apresentando condições possíveis para a deposição de grãos de pólen e esporos (figura 7).



Figura 7: Ponto de coleta do testemunho sedimentar na bacia do Rio Maracujá apresentando características brejosas.

Um testemunho sedimentar de 50 cm, situados abaixo do nível do meandro, foi coletado neste local. No processo da coleta foi utilizado um testemunhador tipo *Russian* de 50 cm de comprimento e um canivete. O equipamento foi posicionado verticalmente e introduzido em meio ao sedimento, aparentemente lamoso, até a profundidade de 50 cm. A parte introduzida no sedimento foi então rotacionada, para coleta do material, e em seguida retirada também verticalmente, de maneira a fixar o testemunho em um tubo de PVC cortado transversalmente (figura 8).



Figura 8: Material retirado com auxílio do testemunhador tipo *Russian*.

3.2 – ETAPA DE LABORATÓRIO

Toda a etapa laboratorial, desde separação das amostras até a confecção de lâminas palinológicas, foi realizada no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Geologia (DEGEO) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), durante seis dias consecutivos.

Partindo do princípio que, em rochas sedimentares, turfas e sedimentos, os grãos de pólen e esporos se encontram bastante diluídos, dificultando o processo de identificação, faz-se necessária a utilização de metodologias que retirem os componentes minerais e concentrem os grãos. Para isso, as amostras foram preparadas seguindo a proposta de Bennet & Willis (2001) e Salgado-Labouriau (2007).

3.2.1 – SEPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Não foram observadas na amostra diferenças granulométricas aparentes que pudessem ditar algum critério de divisão. Sendo assim, com a homogeneidade do testemunho, definiu-se o critério de divisão em 25 partes de 2 cm de espessura, totalizando os 50 cm do testemunho, feito com o auxílio de uma fita métrica e uma espátula (figura 9).

As amostras foram nomeadas com a sigla RM-MA (Rio Maracujá – Meandro Abandonado) e numeradas da base até o topo de acordo com a profundidade. Como a base correspondia a amostra que estava entre 48 cm e 50 cm, recebeu o nome de RM-MA 50. Já o topo que correspondia a amostra que estava entre 0 cm e 2 cm, recebeu o nome de RM-MA 02. E assim foi feito com cada uma das 25 amostras.

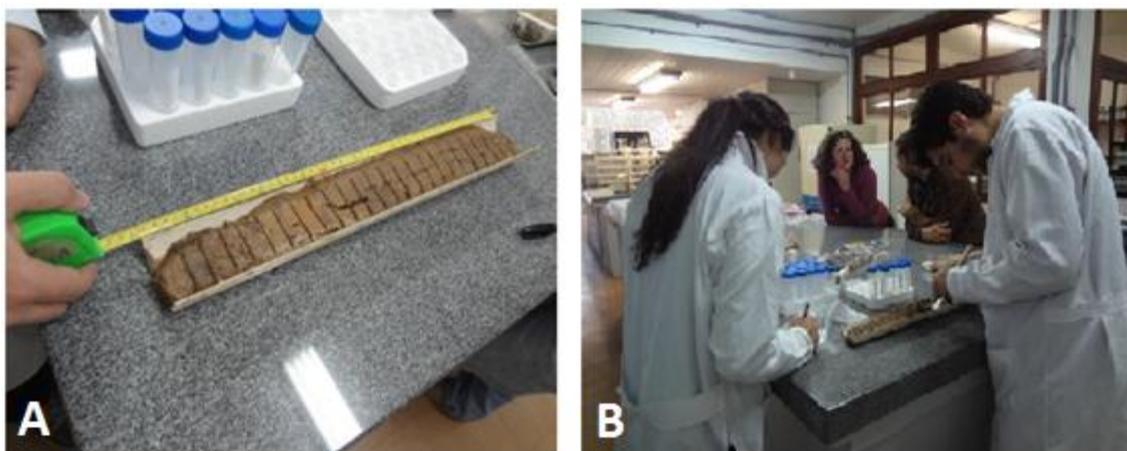


Figura 9: (A) Divisão do testemunho em 25 partes de 2 cm; (B) Equipe de trabalho em atividade.

De cada uma das 25 amostras, com o auxílio de uma seringa, foi retirado um volume de 2 cm³ para preparação química. O restante das amostras foi guardado em sacos plásticos devidamente lacrados e identificados para análises posteriores, caso necessário (figura 10). Os volumes de 2 cm³ retirados foram transferidos para tubos de centrífuga identificados com o código de cada amostra.



Figura 10: Separação de 2cm³ de cada uma das 25 amostras do testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

3.2.2 – Adição de marcador exótico

Depois de separadas em tubos de centrifuga, foi adicionada a cada um deles uma pastilha de esporos de *Lycopodium*. Essa pastilha é composta de carbonato de cálcio e uma quantidade conhecida de esporos, utilizados para o cálculo da concentração polínica. Conforme especificado pelo fabricante, as pastilhas utilizadas contêm 18.584 esporos cada, com erro de, mais ou menos, 1853 esporos. É válido ressaltar a necessidade do marcador ser um grão exótico, pois evita a confusão com possíveis grãos presentes na amostra, ou seja, qualquer grão de *Lycopodium clavatum* encontrado nas amostras terá origem da pastilha adicionada.

3.2.3 – Adição de ácido clorídrico (HCl)

Após a adição do marcador exótico, as amostras começam a ser expostas ao ataque ácido, começando pelo ácido-clorídrico (37%). O objetivo dessa etapa é a eliminação da matriz carbonática, e dissolução da pastilha. As etapas de ataque ácido ocorrerão sempre em recipientes plásticos, a fim de evitar a reação entre os ácidos e o recipiente. Adiciona-se,

então, o ácido clorídrico (37%) até que a amostra seja encoberta e a mistura é deixada em repouso por 24h, para que a reação possa acontecer (figura 11).

Posteriormente, foi iniciado o processo de neutralização do ácido para que não houvesse interferência nas etapas posteriores. Esse processo de neutralização se repete quantas vezes forem necessárias, e ocorre sempre após todos os ataques ácidos.

Os tubos foram centrifugados à 1800 rpm por 5 minutos, de maneira que, após esse procedimento o HCl fosse descartado. Adicionou-se então, com a finalidade de lavar o ácido, água destilada em todos os tubos até completar 20 ml, seguindo novamente para a centrifugação.

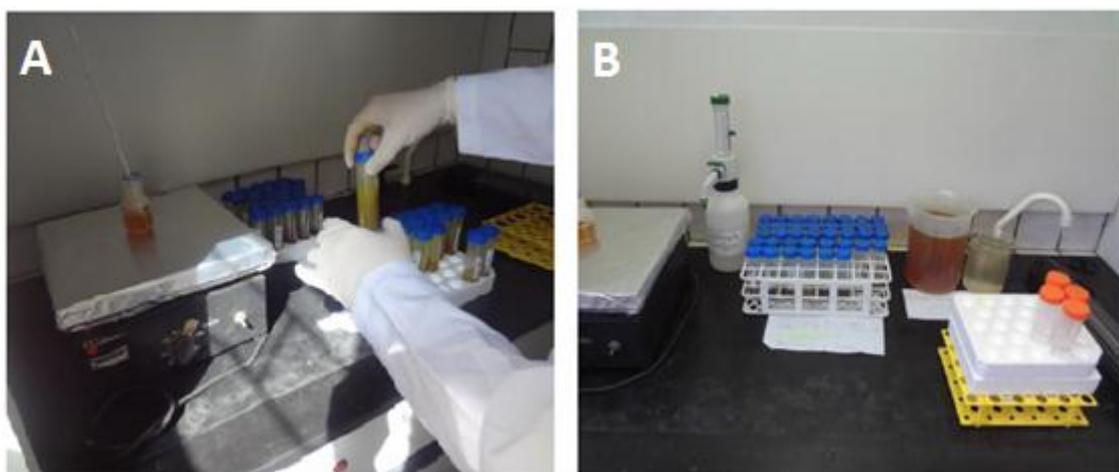


Figura 11: (A) Adição de ácido clorídrico em amostras de sedimento; (B) Amostras sob ataque do ácido clorídrico.

3.2.4 – Adição de ácido fluorídrico (HF)

Essa etapa visa eliminar os silicatos. Para isso, repete-se o mesmo procedimento do ataque por ácido clorídrico, dessa vez com um tempo de duração de 12h sob ataque do ácido fluorídrico 48%, até completar 15 ml em cada tubo. O processo de neutralização foi repetido duas vezes (figura 12).



Figura 12: Centrifugação das amostras do material do testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

3.2.5 – Nova adição de ácido clorídrico (HCl)

Essa etapa visa eliminar os possíveis fluorsilicatos formados durante as etapas anteriores. Para isso, repete-se o mesmo procedimento da eliminação carbonática, porém com um tempo de duração de apenas 3h. Nessa etapa foi utilizado o ácido clorídrico 10%.

3.2.6 – Tratamento com hidróxido de potássio (KOH)

A presença de óleos nas amostras pode dificultar a análise em microscópio. Para isso, faz-se um tratamento com o hidróxido de potássio (KOH), capaz de eliminar ácidos húmicos e dissociar restos orgânicos. Nessa etapa foi adicionado às amostras o KOH 10% e, em seguida, as mesmas foram levadas a banho-maria por 4 minutos. Durante o banho maria, as amostras foram misturadas com o auxílio de um palito de madeira.

Após esse processo, as amostras passaram pelo mesmo processo de neutralização e limpeza das etapas anteriores, com adição de água destilada e centrifugação. Em seguida, afim de neutralizar o KOH e acidificar um pouco as amostras, foi adicionado ácido acético até 15 ml, que permaneceu em reação por 12 horas. As amostras foram novamente centrifugadas e neutralizadas.

3.2.7 – Acetólise

A acetólise é um processo feito com a finalidade de eliminar o conteúdo celular dos grãos de pólen e a coloração de sua exina. A mistura é feita com nove partes de anidrido acético para uma parte de ácido sulfúrico. Isso equivaleu a 108 ml de anidrido acético e 12 ml de ácido sulfúrico. Essa mistura foi então adicionada às amostras que ficaram em banho-maria por 3 minutos.

Após o banho-maria, as amostras receberam 30 ml de ácido acético, para interromper a reação de acetólise, e foram centrifugadas. O sobrenadante foi descartado e, novamente, foi adicionado ácido acético até completar 15 ml dos tubos. O material foi novamente centrifugado, descartado e a amostra passou por dois processos de lavagem com água destilada e centrifugação.

3.2.8 – Confeção das lâminas

Para a confecção das lâminas, foram utilizados lenço de papel, cotonete e álcool a fim de higienizar todos os outros materiais usados, espátulas, lâminas para microscópio, lamínulas, isqueiro, gelatina glicerizada e esmalte incolor.

A gelatina glicerizada foi separada em pequenos pedaços que, com o auxílio da espátula, foram mergulhados no material preparado em laboratório. Em seguida, a gelatina foi colocada na parte superior da lâmina, aquecida pelo isqueiro para derretimento, coberta pela lamínula e selada, após 24h secando, pelo esmalte incolor. Para cada uma das 24 amostras foram confeccionadas 2 lâminas.

3.2.9 – Leitura das lâminas

A leitura da lâmina palinológica consiste na identificação dos elementos, classificação e contagem, descrevendo assim, seu conteúdo polínico. Essa leitura foi feita em um microscópio ótico, no sentido horizontal para evitar a recontagem de grãos.

Das 25 amostras preparadas foram contadas 3, sendo elas: (1) RM-MA 50, correspondente à base do testemunho; (2) RM-MA 26 correspondente ao meio do testemunho; (3) RM-MA 02, correspondente ao topo do testemunho.

Foram contados cerca de 150 grão em cada nível, sendo que, os esporos, algas, zooclastos e *Lycopodium* foram computados em contagem separada.

3.2.10 – Confeção das tabelas e diagramas

Os dados de contagem foram computados em tabelas do Excel, diferenciando cada um dos grupos polínicos encontrados nas lâminas. Em seguida, em posse da contagem absoluta e dos dados quantitativos de esporos *Lycopodium* por lâmina, foram calculadas as concentrações e porcentagens de cada nível do testemunho analisado, no volume de 2cm³.

Em posse dos dados de concentração e porcentagem, após adequação de formato, os dados foram importados para o programa C2 (Juggins 2016), onde foram elaborados os diagramas polínicos. Os táxons foram agrupados de acordo com os seus hábitos em árvores, ervas ou variados, facilitando a análise posterior. O objetivo foi facilitar a visualização da predominância e mudança de proporção desses grupos no decorrer da sedimentação.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1- ANÁLISE QUALITATIVA

A partir da leitura de duas lâminas palinológicas de cada um dos três níveis estudados (topo, intermediário e base), foram contados, no total, 381 grãos de pólen, 20 esporos de pteridófitas, 2 zooclastos e 1 zigósporo de alga. Dentro dessa contagem foram identificados 20 tipos polínicos e 3 tipos de esporos. Os grãos de pólen foram classificados em nível de família, gênero, e quando possível, em espécie. Já os esporos foram identificados apenas como esporos de pteridófitas e separados de acordo com suas características morfológicas.

Será indicada abaixo, para cada família de grãos de pólen encontrada, uma descrição breve das características ecológicas principais da planta que, aliada à contagem, auxiliará na interpretação dos resultados.

4.1.1 – Características Ecológicas

4.1.1.1 – Anacardiaceae

É a família do caju e da aroeira. Trata-se de árvores, arbustos ou lianas de regiões tropicais. A família Anacardiaceae ocorre, em geral, como plantas de porte arbóreo (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais e São Paulo em porte arbóreo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.2 – Araliaceae

Trata-se da família do ginseng. São arbustos, lianas ou árvores, podendo ser, ocasionalmente, ervas. Distribuem-se das regiões tropicais às regiões temperadas (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.3 – Asteraceae

A família Asteraceae é a família da alface e do girassol. São variadas, desde ervas até árvores típicas de locais temperados, tropicais montanos, como também abertos e secos (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo, arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.4 – Bignoniaceae

É a família dos ipês. São ervas, frequentemente, podendo ocasionalmente ser arbustos ou árvores distribuídas desde as regiões tropicais até as regiões temperadas (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo e arbustivo, em domínios do Cerrado, Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.5 – Chlorantaceae

São árvores, arbustos ou ervas encontradas nas regiões úmidas, de baixa a alta latitude. A espécie *Hedyosmum brasiliense* é uma árvore típica de floresta (Oliveira Filho *et al.* 2008). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.6 – Convolvulaceae

É comum que sejam encontradas apenas nos trópicos, nos mais variadas vegetações, se desenvolvem melhor em ambientes abertos como campos e dunas de restinga (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.7 – Cyperaceae

São ervas cosmopolitas típicas de locais encharcados (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte herbáceo em domínios do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.8 – Euphorbiaceae

É a família da mandioca e da seringueira. Compreende arbustos, árvores, ervas ou lianas; sendo predominantemente árvores ou arbustos. Encontra-se amplamente distribuída sendo mais diversa em regiões tropicais (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo e herbáceo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.9 – Malpighiaceae

Trata-se de arbustos, árvores, lianas ou ocasionalmente ervas perenes. São típicas de ambiente pantropical, diversa na América do Sul (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo, arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.10 – Melastomataceae

A família Melastomataceae é a família da quaresmeira. São bem diversificadas (árvores, arbustos, lianas ou ervas) típicas de ambientes tropicais-montanos (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo, arbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.11 – Myrtaceae

Família da jabuticaba, são árvores ou arbustos pantropicais, com grande diversidade de habitats (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo, arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.12 – Poaceae

São ervas amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (Judd *et al.* 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.13 – Rhamnaceae

As ramnáceas têm distribuição cosmopolita, mas são mais comuns em zonas tropicais a subtropicais. Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo, arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.14 – Rubiaceae

Família do café (Judd *et al.* 2009). São árvores, arbustos, lianas ou ervas que ocorrem de forma mais diversificada nas regiões tropicais e subtropicais. Na região sudeste do Brasil

pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo, arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.1.1.15 – Ulmaceae

É amplamente distribuída em regiões tropicais e temperadas (Judd *et al.*, 2009). Na região sudeste do Brasil pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo em porte arbóreo, arbustivo, subarbustivo e herbáceo em domínios do Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2017).

4.2- ANÁLISE QUANTITATIVA

Os resultados quantitativos deste trabalho estão divididos em três grupos: os dados de datação da base do testemunho, as tabelas com detalhamento da contagem de grão e os diagramas polínicos, por meio dos quais é possível comparar as mudanças e tendências ao longo do testemunho.

4.2.1 – Datação

Para estabelecer a cronologia do perfil estudado, foi realizada a datação de um dos níveis do testemunho pelo método do radiocarbono (^{14}C). A datação foi realizada no laboratório Beta Analytic Inc. (Miami, EUA).

Por se tratar de um meandro abandonado preenchido por episódios de inundação periódica, presumiu-se que o topo do mesmo representa sedimentação atual. Sendo assim, a base do pacote lamoso foi datada para se obter a idade mais antiga da sedimentação.

Como resultado, foi obtida a idade de 550 ± 30 anos AP. Convertendo essa datação para idade no calendário atual, onde o “atual” é considerado, por convenção, o ano de 1950, a idade seria relativa ao ano de **1400 ± 30** .

Essa idade remete a duas análises importantes a esse trabalho:

Primeiro, é possível perceber que, por se tratar de uma sedimentação que se inicia no fim do século XIV e início do século XV, trata-se de uma sedimentação muito recente, onde o clima, possível agente de mudança na vegetação, não variou de forma significativa. Ou seja,

qualquer mudança brusca, no que diz respeito à transformação da flora local, remete à mudanças induzidas pela ação antrópica, uma vez que não há registros históricos de causas naturais que pudessem justificá-las.

Segundo, o processo de formação desse meandro abandonado, apesar de ser algo comum na natureza, poderia estar relacionado a um desvio, feito no leito do rio, para a finalidade de exploração mineral, uma vez que, o Rio Maracujá foi alvo de intensos garimpos em busca de pedras preciosas. Nessa hipótese, após abandonado pelos garimpeiros, o desvio seria preenchido por episódios de inundação do rio e se tornado no ambiente brejoso atual. No entanto, com a datação da base remetendo a uma idade anterior a colonização do continente americano, essa hipótese pode ser excluída.

4.2.2 – Tabelas de contagem

Nas tabelas a seguir constam, relativos aos três níveis estudados, os dados de contagem de grãos, juntamente com o cálculo de porcentagem e concentração dos elementos encontrados nas lâminas.

Tabela 1: Dados de contagem, porcentagem e concentração por família dos grãos de pólen, esporos e do *Lycopodium* na amostra RM-MA 50.

Grãos de Pólen	Contagem	Porcentagem	Concentração
Anacardiaceae - Tipo Myracroduon	2	1,30	180,43
Araliaceae	3	1,95	270,64
<i>Hedyosmum brasiliense</i> (Chlorantaceae)	11	7,14	992,35
Euphorbiaceae - Tipo Alchornea	3	1,95	270,64
Cyperaceae	46	29,87	4149,83
Euphorbiaceae - Tipo Sebastiania	1	0,65	90,21
Poaceae	28	18,18	2525,98
Rubiaceae - Tipo Borreria	3	1,95	270,64
Rubiaceae - Tipo Spermacoce	3	1,95	270,64
Asteraceae	38	24,68	3428,12
Melastomataceae/Combretaceae	4	2,60	360,85
Malpighiaceae - Tipo 1	4	2,60	360,85
Malpighiaceae - Tipo 2	3	1,95	270,64
Myrtaceae	3	1,95	270,64
Rhamnaceae	1	0,65	90,21
Rubiaceae - Tipo 1	1	0,65	90,21
Soma Polínica	154	100,00	13892,89

Esporos	Contagem	Porcentagem	Concentração
Esporo Trilete - Tipo 1	11	7,14	992,35
Esporo Trilete - Tipo 2	1	0,65	90,21
Total de Esporos	12	7,79	1082,56

<i>Lycopodium</i>	103	9292 grãos/cm³
--------------------------	------------	----------------------------------

Tabela 2: Dados de contagem, porcentagem e concentração por família dos grãos de pólen, esporos e do *Lycopodium* na amostra RM-MA 26.

Grãos de Pólen	Contagem	Porcentagem	Concentração
Araliaceae	1	1,15	206,49
Bignoniaceae	5	5,75	1032,44
<i>Hedyosmum brasiliense</i> (Chlorantaceae)	7	8,05	1445,42
Euphorbiaceae - Tipo Alchornea	8	9,20	1651,91
Cyperaceae	23	26,44	4749,24
Poaceae	21	24,14	4336,27
Rubiaceae - Tipo Borreria	2	2,30	412,98
Rubiaceae - Tipo Spermacoce	2	2,30	412,98
Asteraceae	18	20,69	3716,80
Soma Polínica	87	100	17964,53

	Contagem	Porcentagem	Concentração
Esporos			
Esporo Monolete	1	1,15	206,49
Total de Esporos	1	1,15	206,49

<i>Lycopodium</i>	45	9292 grãos/cm³
--------------------------	-----------	----------------------------------

Tabela 3: Dados de contagem, porcentagem e concentração por família dos grãos de pólen, esporos e do *Lycopodium* na amostra RM-MA 02.

Grãos de Pólen	Contagem	Porcentagem	Concentração
Anacardiaceae - Tipo Myracroduon	1	0,71	101,00
<i>Hedyosmum brasiliense</i> (Chlorantaceae)	14	10,00	1414,00
Ulmaceae - <i>Trema micrantha</i>	1	0,71	101,00
Cyperaceae	35	25,00	3535,00
Poaceae	44	31,43	4444,00
Rubiaceae - Tipo Borreria	2	1,43	202,00
Rubiaceae - Tipo Spermacoce	3	2,14	303,00
Asteraceae	28	20	2828
Melastomataceae/Combretaceae	2	1,43	202,00
Convolvulaceae	1	0,71	101,00
Malpighiaceae - Tipo Byrsonima	4	2,86	404,00
Myrtaceae – gênero <i>Eucalyptus</i>	5	3,57	505
Soma Polínica	140	100	14140

Esporos	Contagem	Porcentagem	Concentração
Esporo Monolete	3	2,14	303,00
Esporo Trilete - Tipo 1	4	2,86	404,00
Zooclastos	2	1,43	202,00
Pseudoschyzaea	1	0,71	101,00
Total de Esporos	7	5	707,00

<i>Lycopodium</i>	92	9292 grãos/cm³
--------------------------	-----------	----------------------------------

4.2.3 – Diagramas Polínicos

Os diagramas foram construídos a partir dos dados de contagem, porcentagem e concentração, além de conter a divisão dos grupos polínicos com base nas características ecológicas das plantas de origem, evidenciando as mudanças ao longo da deposição do testemunho.

As figuras 13 a 15 mostram os diagramas de porcentagem e as figuras 16 a 18 os diagramas de concentração dos táxons e grupos ecológicos encontrado em cada uma das três amostras, RM-MA 50 (base), RM-MA 26 (intermediário) e RM-MA 02 (topo).

4.2.3.1 – RM-MA 50

Analisando os dados apresentados na figura 15, é possível observar um total de Ervas (53%) muito predominante em relação ao grupo Árvores (12%) e Vários (36%). Essa dominância se deve, principalmente, a grande presença das famílias Cyperaceae (30%) e Poaceae (18%). A diferença entre o grupo Árvores e Vários representa um número bastante significativo, três vezes mais abundante que o primeiro.

A grande predominância dentro do grupo Vários se deve à família Asteraceae, uma família com grande diversidade de hábitos e ambientes.

Quanto à presença de pteridófitas, apesar de baixo em relação ao grupo das Angiospermas, esse nível apresenta a porcentagem e concentração mais alta em relação a todos os outros níveis.

4.2.3.2 – RM-MA 26

Analisando os dados apresentados na figura 13, é possível observar um total de Ervas (55%) predominante em relação ao grupo Árvores (24%) e Vários (20%). Essa predominância se deve, principalmente, à grande presença das famílias Cyperaceae (26%) e Poaceae (24%), onde é possível notar o aumento da porcentagem da família Poaceae (figura 13).

A diferença entre o grupo Árvores e Vários não é tão significativa, evidenciando, em relação a amostra da base, um aumento expressivo do grupo Árvores e diminuição do grupo Vários. Essa diferença aconteceu pelo aparecimento da família Bignoniaceae e o aumento da presença da família Euphorbiaceae no grupo das Árvores e ausência de grãos das famílias Malpighiaceae e Myrtaceae no grupo Vários.

É possível notar, a partir da figura 16, que a concentração total dos grãos e dos grupos, em relação aos outros níveis, é maior na amostra intermediária, em exceção do grupo Vários, caracterizando uma real diminuição desse grupo, indicando uma deposição ou preservação anômala em relação aos outros níveis.

Quanto à presença de pteridófitas, esse nível apresenta a porcentagem e concentração mais baixa em relação a todos os outros níveis (figura 14).

É válido ressaltar a importância dos diagramas de concentração polínica, uma vez que, a concentração está diretamente ligada à presença do marcador exótico adicionado as amostras. Assim, mesmo que o percentual mude pouco, aumente ou diminua, a concentração nos fornece os dados em relação a quantidade de grãos encontrados que, mesmo em diferentes proporções, pode aumentar, diminuir ou permanecer estável. Um bom exemplo disso é o total do grupo Ervas das amostras RM-MA 26 e RM-MA 02, onde, apesar de ser possível notar uma porcentagem maior do grupo Ervas na amostra RM-MA 02, a concentração desse grupo é menor. Isso significa que, apesar de uma menor porcentagem desse grupo no nível intermediário em relação a amostra do topo, ainda assim foram encontrados grãos em maior concentração na amostra intermediária.

4.2.3.3 – RM-MA 02

Analisando os dados apresentados na figura 13, é possível observar um total de Ervas (60%) muito predominante em relação ao grupo Árvores (11,5%) e Vários (28,5%). Essa dominância se deve, principalmente, a grande presença das famílias Cyperaceae (25%) e Poaceae (31%). A diferença entre o grupo Árvores e Ervas também representa um número bastante significativo, sendo o último presente quase três vezes mais que o primeiro, o que pode indicar evidência de ação antrópica como, por exemplo, a introdução de gado na área.

A diferença entre o grupo Árvores e Vários também é bastante significativa. Essa diferença se deve ao desaparecimento das famílias Bignoneaceae, Euphorbiaceae e Araliaceae no grupo Árvores e reaparecimento das famílias Malpighiaceae no grupo Vários.

Uma questão importante de ser ressaltada é que nesta amostra, diferentemente da amostra da base, os grãos da família Myrtaceae encontrados podem ser identificados como grãos do gênero *Eucalyptus*, indicando a presença de eucalipto, uma árvore exótica, na região.

É possível notar, a partir da figura 18, que a concentração total dos grãos e dos grupos, em relação à base, é muito parecida, porém com diminuição do grupo Árvores e Vários e aumento do grupo Ervas.

Quanto à presença de pteridófitas, apesar de baixo em relação ao grupo das Angiospermas, esse nível apresenta a porcentagem e concentração mais alta em relação ao nível intermediário, mas menor em relação à base.

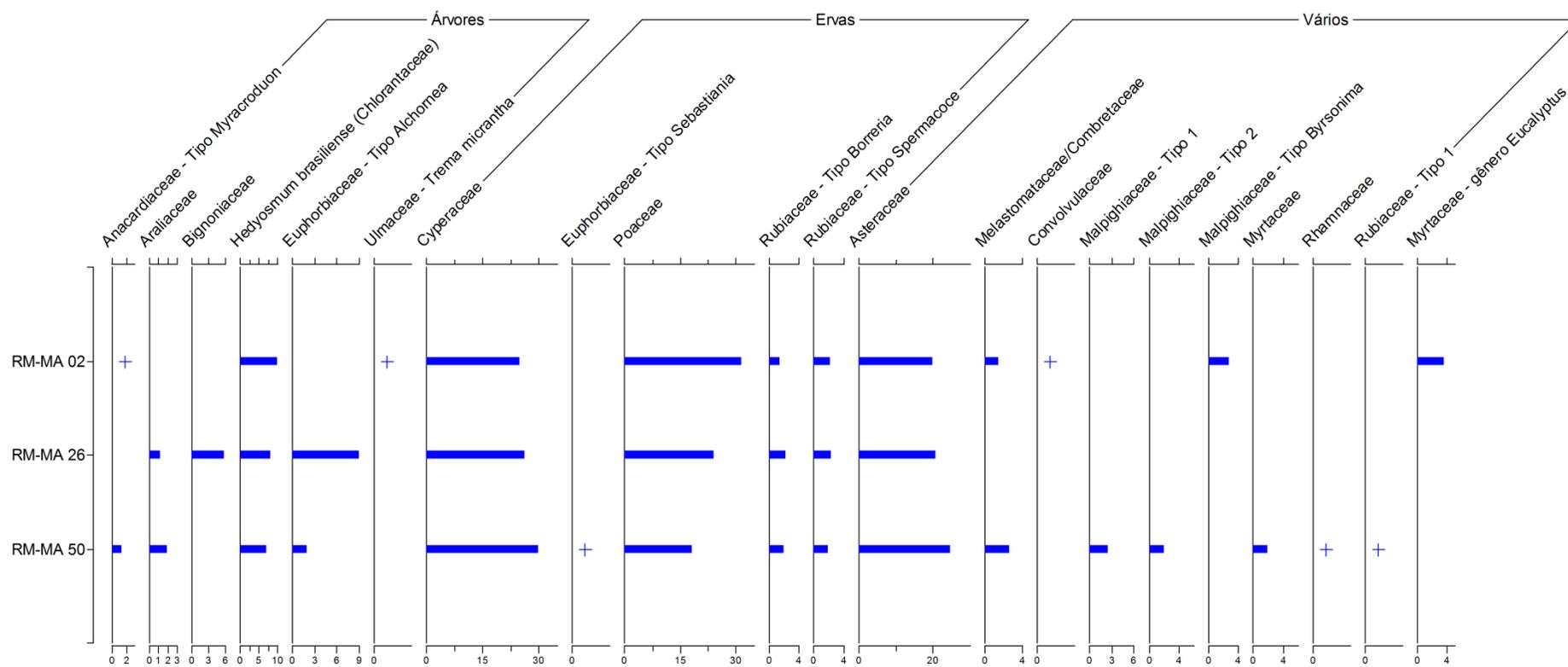


Figura 13: Diagrama do percentual de cada família e gênero de grãos de pólen, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

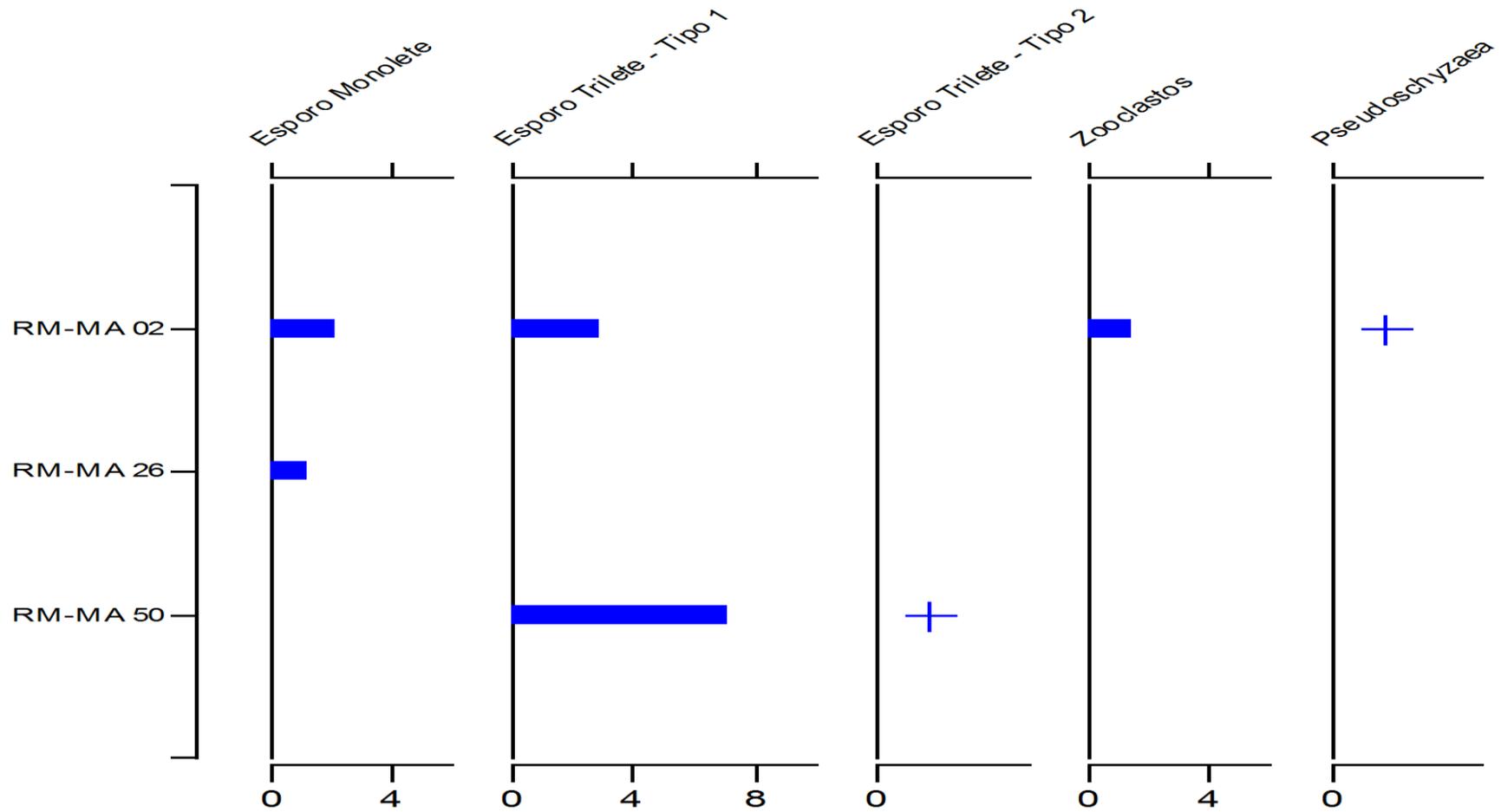


Figura 14: Diagrama do percentual de outros grupos encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

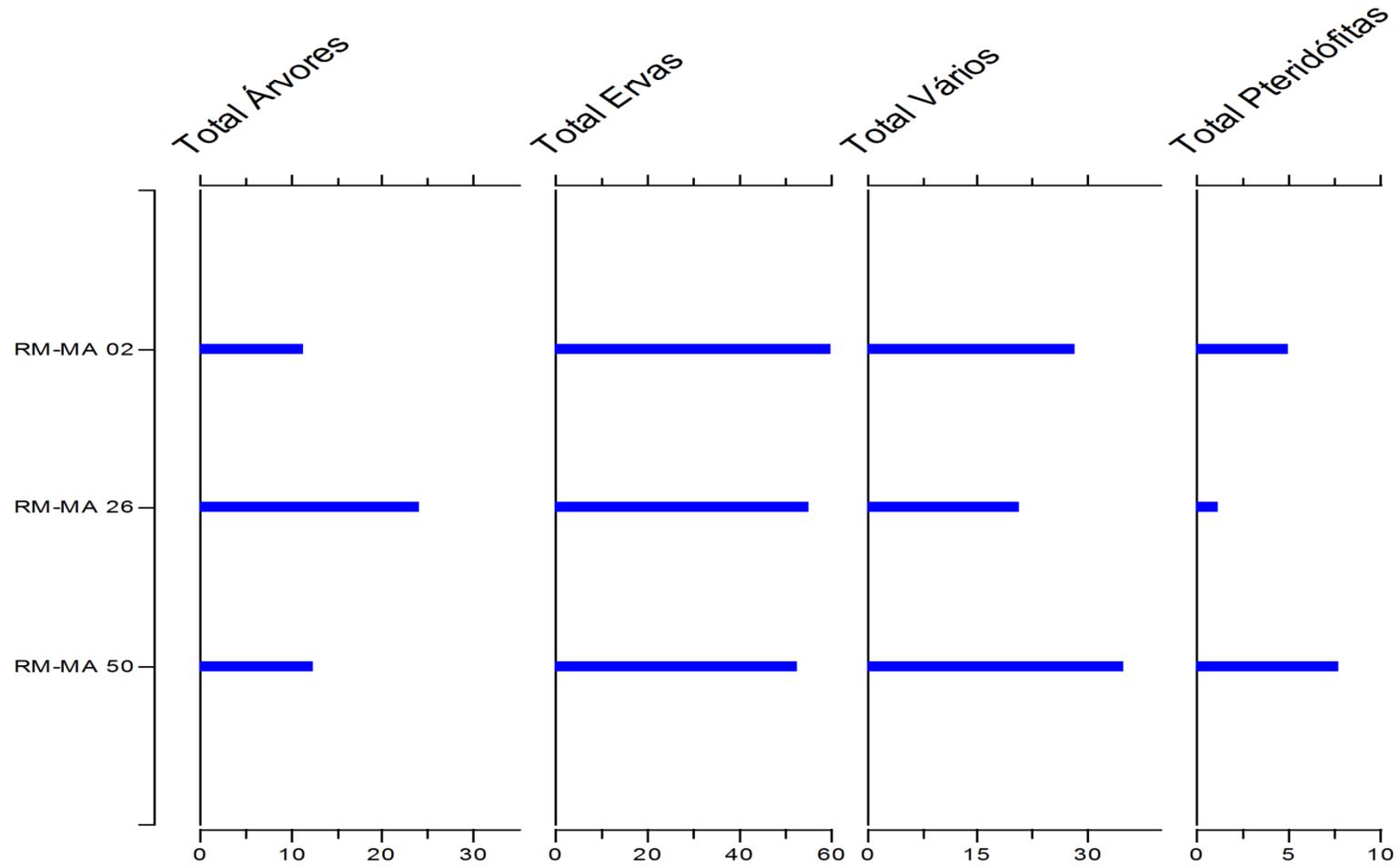


Figura 15: Diagrama do percentual por hábitos de crescimento encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

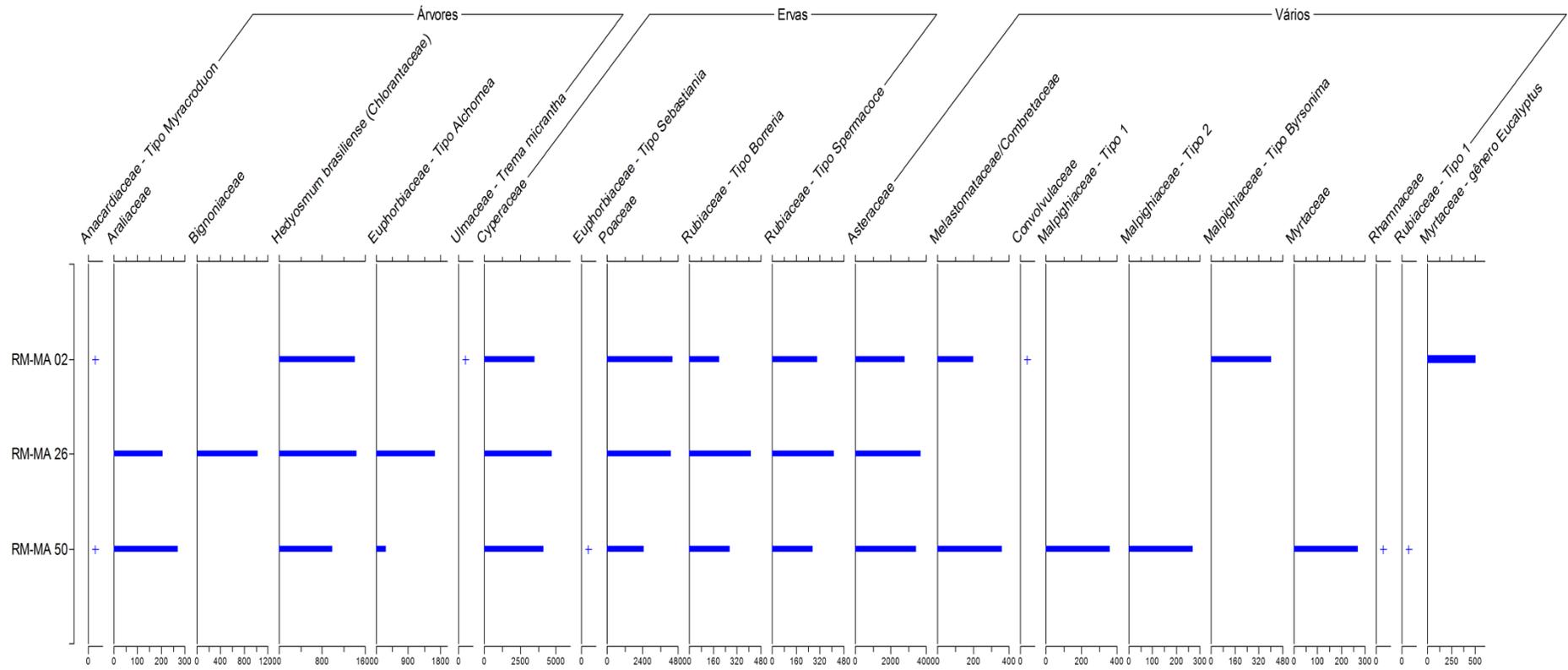


Figura 16: Diagrama da concentração de cada família e gênero de grãos de pólen, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

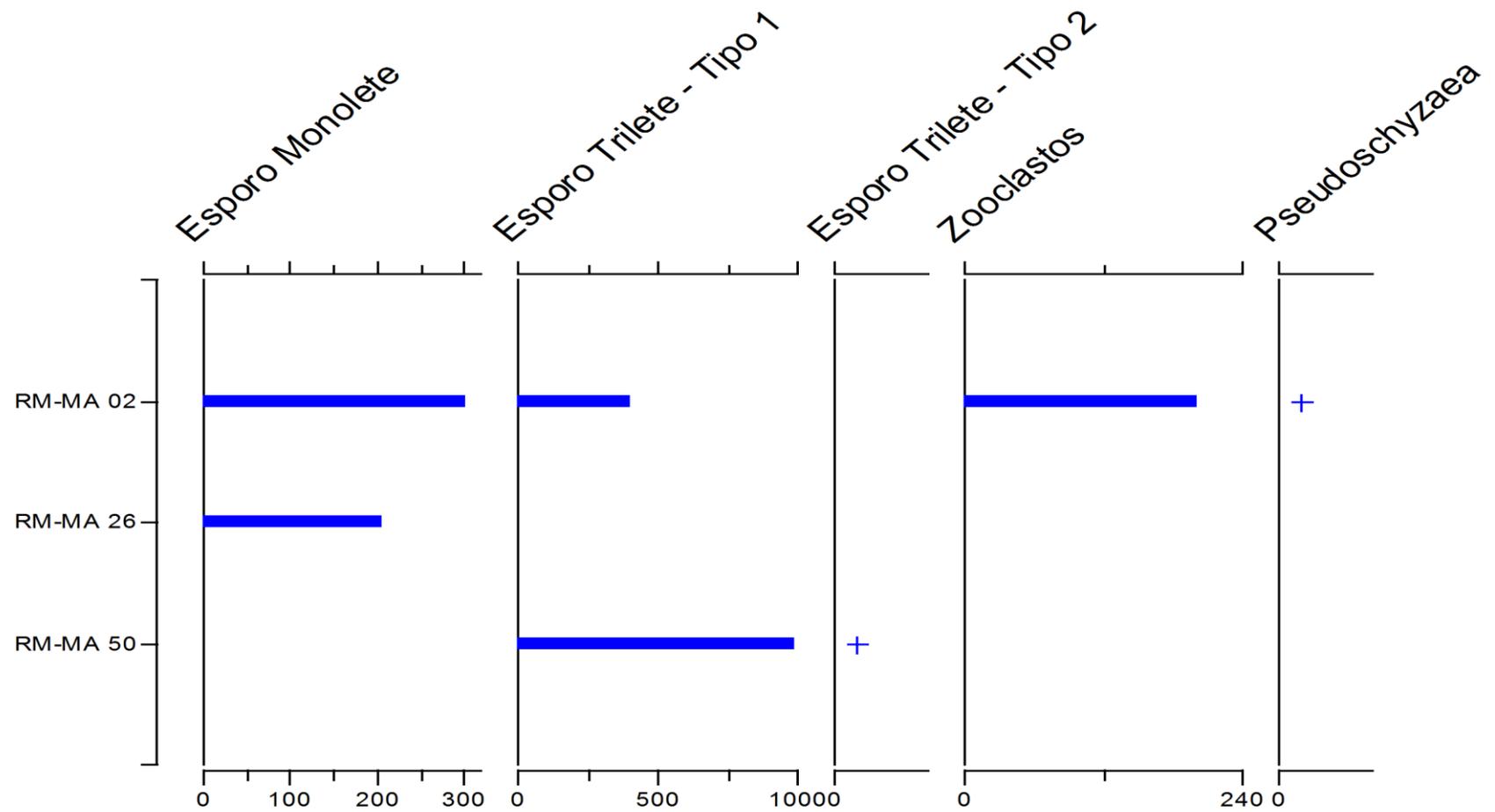


Figura 17: Diagrama da concentração por hábitos de crescimento encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

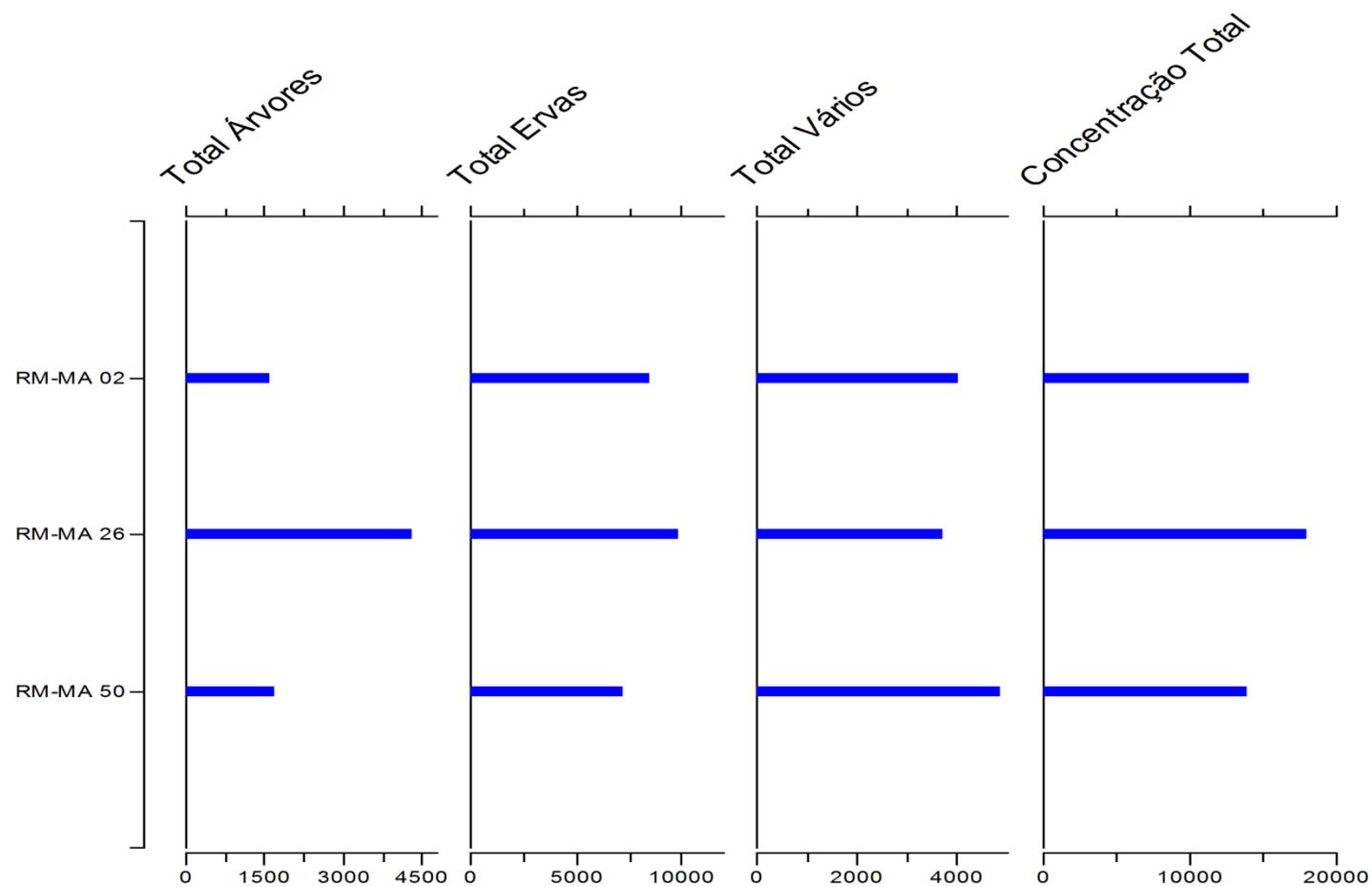


Figura 18: Diagrama da concentração por hábitos de crescimento encontrados, por amostra no testemunho sedimentar do meandro abandonado do rio Maracujá.

4.3- DISCUSSÃO

Seja na visão utilitarista dos cientistas alemães (Eschwege 1824) ou da visão romântica dos naturalistas franceses (Saint-Hilaire 1833), influenciados pelo romantismo do início do século XIX, há uma notável concordância entre os registros históricos de que a paisagem da região sofreu intensas transformações por meio da ação antrópica.

Porém, analisando os diagramas polínicos e as tabelas apresentados na análise quantitativa, é possível observar o domínio absoluto do grupo Ervas em relação aos grupos Árvores e Vários em todos os níveis, remetendo a uma paisagem, mesmo antes da ação antrópica, com grande influência de herbáceas, assim como suposto por Bacellar (2000). Essa grande influência, no entanto, não significa necessariamente dominância, pois é preciso considerar que tanto as poáceas como, principalmente, as ciperáceas são plantas abundantes em brejo ao redor do ponto de coleta.

Outro aspecto importante é observado em relação à amostra intermediária que, em quase todos os parâmetros, difere em relação às amostras da base e topo em todos os três grupos classificados. Para explicar essa disparidade, em relação à base e ao topo, este trabalho sugere três hipóteses.

Primeiramente, algum episódio poderia ter favorecido a preservação dos grãos, ou concentração dos mesmos na amostra intermediária. Para compreender essa hipótese, é preciso lembrar que, o ambiente deposicional recebe grãos de pólen de duas fontes principais: a água do rio, que, no caso do ambiente estudado, depende de episódios de inundações; e grãos transportados pelo vento. Já o aporte de sedimentos argilosos vem quase exclusivamente das inundações do rio (Salgado-Labouriau 2007). É possível então que, num determinado tempo essas inundações, de onde se origina o sedimento lamoso depositado no meandro abandonado, tenham se tornado mais escassas. Nesse tempo de escassez o meandro acumularia grãos de pólen provenientes do vento, com um aporte sedimentar baixo, até que houvesse novamente uma inundação. Ao acontecer a inundação, o sedimento depositado acumularia grãos levados pela água juntamente com os grãos acumulados no tempo de escassez, gerando maior concentração no nível depositado.

A segunda hipótese diz respeito à ação humana no leito do rio ou mesmo na vegetação que, de alguma forma, tenha influenciado nas características deposicionais do

sistema, possibilitando maior concentração dos grãos de pólen no ambiente de deposição.

Por fim, a terceira hipótese leva em consideração o fato de que, a chuva polínica não acontece de maneira constante durante as estações do ano (Salgado-Labouriau 2007). Dessa forma, as inundações do rio, podem conter quantidades diferentes de grãos de pólen de acordo com a estação em que acontecem esses episódios. O nível intermediário, com valores díspares em relação ao topo e a base pode representar, por exemplo, uma inundação numa época anômala de aporte de grãos de pólen, favorecendo assim a grande concentração observada.

Quanto às mudanças encontradas entre o topo e a base, é possível notar uma diminuição muito pequena do grupo Árvores e um aumento expressivo do grupo Ervas, o que corrobora com os relatos de diminuição da presença famílias arbóreas atestadas por Saint-Hilaire (1833) em seus relatos sobre a paisagem do século XIX. Excluindo hipóteses de mudanças climáticas bruscas, por se tratar de um intervalo muito pequeno na escala do tempo geológico, o aumento no grupo Ervas pode estar relacionado ao histórico da região de desmatamento e queimadas, a partir do século XVII, com o extrativismo mineral e a exploração da flora para fins energéticos e agropecuários. Essas mudanças, além de poderem ser observadas nos dados levantados, também podem ser percebidas nos relatos de naturalistas que viajaram na região no século XIX, como Saint-Hilaire, Courcy e Eschwege.

Embora a porcentagem e concentração do grupo Árvores tenha se alterado pouco, é interessante notar que a diversidade de famílias encontradas nesses dois níveis sofre uma diminuição de 25%, sendo na base encontradas 16 famílias e no topo apenas 12, corroborando com a ideia de devastação da vegetação sofrida com a ação antrópica, presente nos relatos de Coucy (1889). Mesmo com a diminuição da diversidade polínica, é possível observar na figura 19 que, a concentração polínica total pouco se alterou na amostra do topo, o que pode ser explicado pelo aumento do grupo Ervas, mais especificamente pela família Poaceae de hábito cosmopolita.

Existem ainda outras duas questões muito importantes a serem levantadas e que corroboram com a ideia inicial da devastação ambiental influenciada pela ação humana.

A primeira delas diz respeito à presença do gênero *Eucalyptus* (Myrtaceae) no topo do testemunho, atestando a presença de eucalipto, que compõe mais um elemento

da influência antrópica na proporção da vegetação atual da região, uma vez que esta é uma árvore natural de outro continente, trazida ao Brasil para reflorestamento.

A segunda delas diz respeito ao aumento da presença da família Poaceae no decorrer do testemunho. Essa família, além de conter as gramíneas, também contém plantas comumente ligadas à agricultura, ou seja, esse aumento expressivo possivelmente sofreu influência da agricultura regional presente, por exemplo, em regiões próximas ao leito do Rio Maracujá.

5 – CONCLUSÕES

Levando em consideração todo o estudo realizado com o levantamento de grãos de pólen, construção de tabelas e diagramas, foi possível entender melhor as características da evolução da flora da região de Cachoeira do Campo.

Essas mudanças já haviam sido, de diferentes formas, atestadas por estudiosos europeus que, em suas viagens científicas pelo Brasil no século XIX, observaram e descreveram a paisagem da época. Corroborando com essa hipótese, foi possível perceber, através deste trabalho, elementos que mostram a influência de práticas antrópicas trazidas pelos europeus, como a agricultura e a mineração. A diminuição da diversidade polínica da base para o topo e o grande aumento do grupo Ervas refletem toda essa transformação sofrida, mostrando que, de fato, em pouco tempo, houve uma mudança significativa.

É válido ressaltar, no entanto, que mesmo com a grande contribuição desses dados, faz-se necessário um volume maior de informações, com a contagem maior de grãos, análises de níveis intermediários e descrições mais detalhadas da vegetação atual, a fim de se conhecer com mais detalhes as famílias de plantas presentes no ambiente. Além disso, para que o estudo se torne mais completo, outros pontos de coleta precisam ser estudados para que possa ser feita uma correlação entre as informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

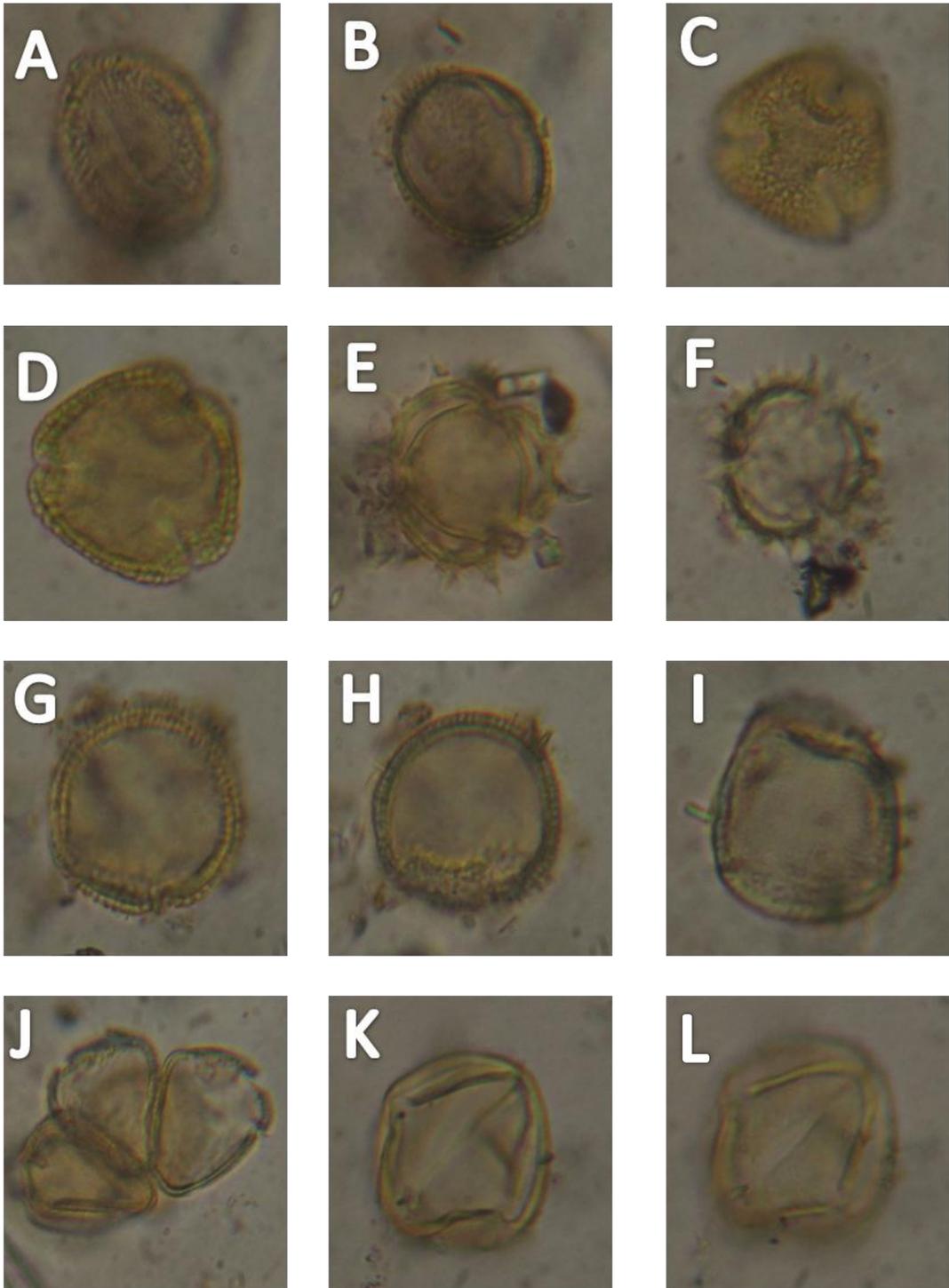
- Ab'Saber, A.N. Os domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos Sulamericanos. Material cartográfico. Geomorfologia, São Paulo, nº52, IGEO-USP, 1977.
- Alkmim, F.F.; Marshak, S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton, Minas Gerais, Brazil: Evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian. Research*, 90: 9-58.
- Almeida, L. G.; Castro, P. T. A.; Endo, Issamu; Fonseca, M. A.; Grupo Sabará no sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero: uma revisão estratiográfica. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n.2, p.177-186, jun. 2005.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728.
- Bacellar L.A.P 2000. Condicionantes Geológicas, Geomorfológicas e Geotécnicas dos Mecanismos de Voçorocamento na Bacia do Rio Maracujá, Ouro Preto, MG. Tese de Doutorado, Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Bennett K.D., Willis K.J. 2001. Pollen. In: Smol J.P., Birks H.J.B., Last W.M. (Eds.). *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*, v.3, Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p.: 5-32.
- Bradley R.S. 1999. *Palaeoclimatology: Reconstructing climates of the Quaternary*. International Geophysics Series, Vol. 68. Ed. Dmowska, R. e Holton, J. 2ª Ed., 614 p.
- Courcy, V. E. de. 1997. Seis semanas nas minas de ouro do Brasil. [1889]. Trad. Júlio Castañon Guimarães. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro. P. 78.
- Dean W. 1996. A ferro e fogo. São Paulo: Companhia das Letras.
- Dias J. A. 2006. Geologia Ambiental em Sistemas Fluviais. Disponível em http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA3_cheias/GA33_SistFluviais/SistFluviais.html; Acesso em abril. 2017.
- Doula S. M.; Costa M. F. A. 2004. Ciência, natureza e crítica ambiental na obra do Barão de Eschwege: o Brasil sob o olhar de um mineralogista do século XIX. *Revista Estudos Avanzados Interactivos*.
- Eschwege W. L. von. 2000. Brasil, novo mundo [1824]. Trad. Myriam Ávila; Introdução e notas Friedrich K. Renger. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro. (Volume 2)

- Ferri M. G. 1979. Prefácio. P. 11, in: Eschwege, W. L. von. *Pluto brasiliensis* [1833]. Vol. 1. Trad. Domício de Figueiredo Murta. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB44>>. Acesso em: 22 Mai. 2017
- Garrote J. L. I. 2014. Curiosidades Científicas: Meandros Abandonados. Disponível em: <http://curiosidadescientifiks.blogspot.com.br/2014/03/meandros-abandonados.html>; Acesso em abril. 2017.
- Gutersohn H. 1945. A Região Central de Minas Gerais. Trad. W. A. Egler. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro.
- Johnson R.F. 1962. Geology and ore deposits of the Cachoeira do Campo, Dom Bosco e Ouro Branco Quadrangles, Minas Gerais, Brazil. Geol. Surv. Prof. Paper. 341-b, 39 p.
- Judd W. S., Campbell C. S., Kellogg E. A., Stevens P. F., Donoghue M. J. (Eds. 3) 2009. *Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético*, Porto Alegre.
- Juggins S. 2016. C2 Version 1.7 User guide. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK, 73 p.
- Lamin-Guedes V. 2010. Uma análise histórico-ambiental da região de Ouro Preto pelo relato de naturalistas viajantes do século XIX.
- Lana C. E. 2004. Cartografia integrada de ecossistemas lóticos (fluviais) no alto curso do Rio das Velhas – MG. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Dissertação de Mestrado, 185 p.
- Lana C. E. 2010. Influência de níveis de base nas características morfossedimentares das bacias dos Rios das Velhas e Jequitaiá (MG). Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Tese de Doutorado.
- Libby D. C. 1997. Impressões de um Visconde francês sobre o Brasil no crepúsculo do Império. P. 13-23, in: COURCY, Visconde Ernest de. *Seis semanas nas minas de ouro do Brasil*. [1889]. Trad. Júlio Castañon Guimarães. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro.
- Marcondes, S. 2005. *Brasil, amor à primeira vista!* São Paulo: Peirópolis. 343 p.
- Neves P.C.P.; Bauermann S.G. 2005. Métodos de estudos em palinologia do Quaternário e de plantas atuais. Rev. Cadernos La Salle. 2(1): 99-107.

- Oliveira Filho A. T., Berg E. V. D, Sobral M. E. G., Pifano D. S., Santos R. M., Valente A. S. M., Machado E. L. M., Martins J. C., Silva C. P. C. 2008. Espécies de ocorrência do domínio Atlântico e do Cerrado. In: Oliveira Filho A. T., Scolforo J. R. (Eds. 1). *Inventário Florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa*. p.: 217-418.
- Peixoto R. J., Lima H. M. 2004. Diagnóstico dos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá, Sub-bacia do rio das Velhas, MG. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 57(4): 249-254
- Prado Jr. C. 2008. História Econômica do Brasil. São Paulo: Brasiliense.
- Saint-Hilaire A. de. 1974. Viagem pelo distrito dos diamantes e litoral do Brasil [1833]. Trad. Leonam de Azeredo Penna. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. P. 85.
- Salgado A.A.R. 2006. Estudo da Evolução do Relevo do Quadrilátero Ferrífero, MG – Brasil, Através da Quantificação dos Processos Erosivos e Denudacionais. Tese de Doutorado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 101 p.
- Salgado-Labouriau M.L. 2007. *Crítérios e Técnicas para o Quaternário*. Ed. Edgar Blucher, São Paulo, 1ª Ed, 387p.
- Santos M.F. 2009. Análise Florística em Floresta Estacional Semidecidual na Encosta Leste da Serra do Cipó. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.
- Soares, J. V. 2004. Introdução à Hidrologia de Florestas.
- Suguio K. 2003. Geologia Sedimentar. Edgard Blücher, São Paulo, 170 p.
- Traverse A. 2007. *Paleopalynology*. Topics in Geobiology. Landman, N.H. & Jones, D.S. (editors). Ed. Springer, Dordrecht, 813p.

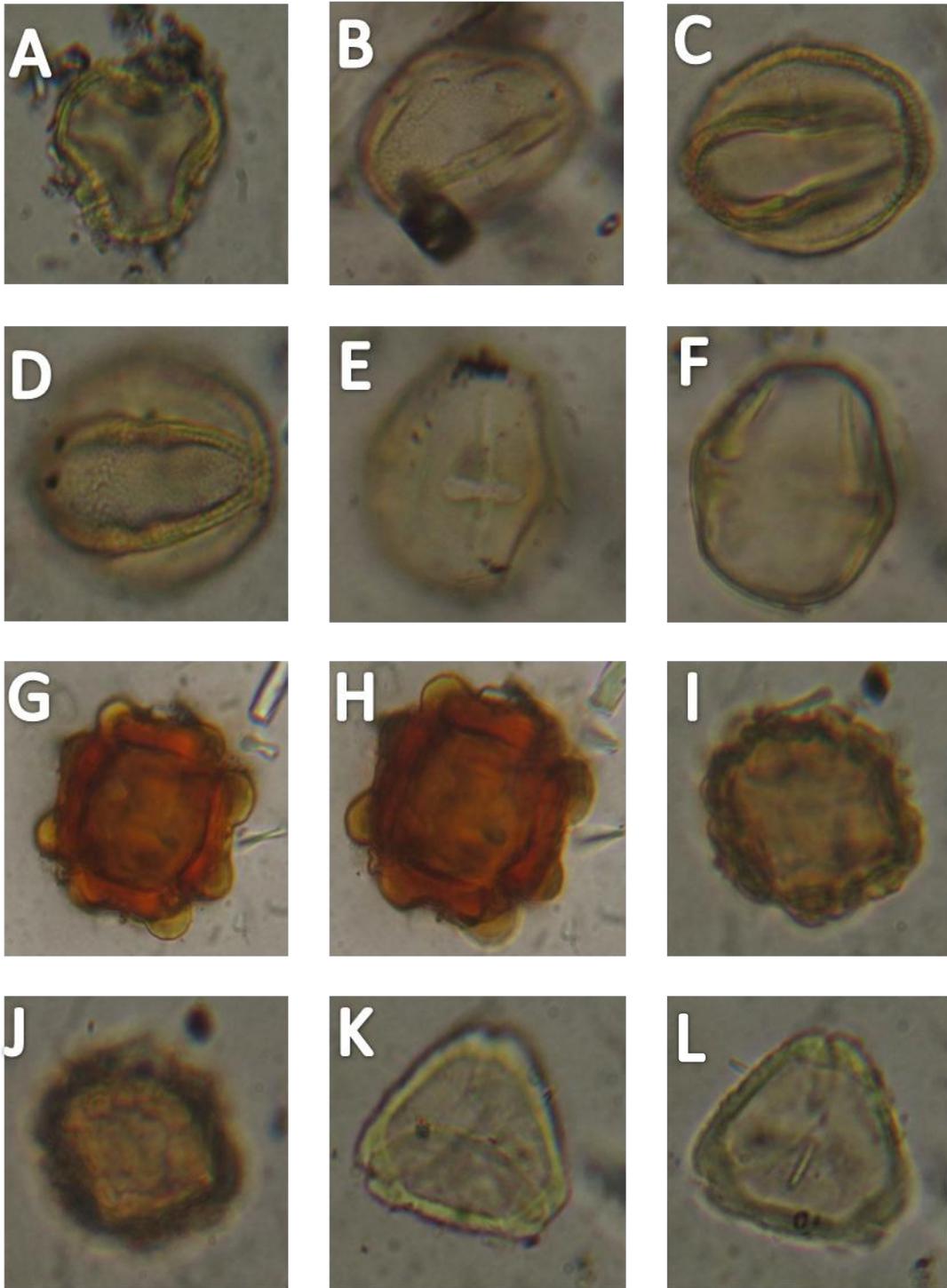
Apêndices

Estampa 1



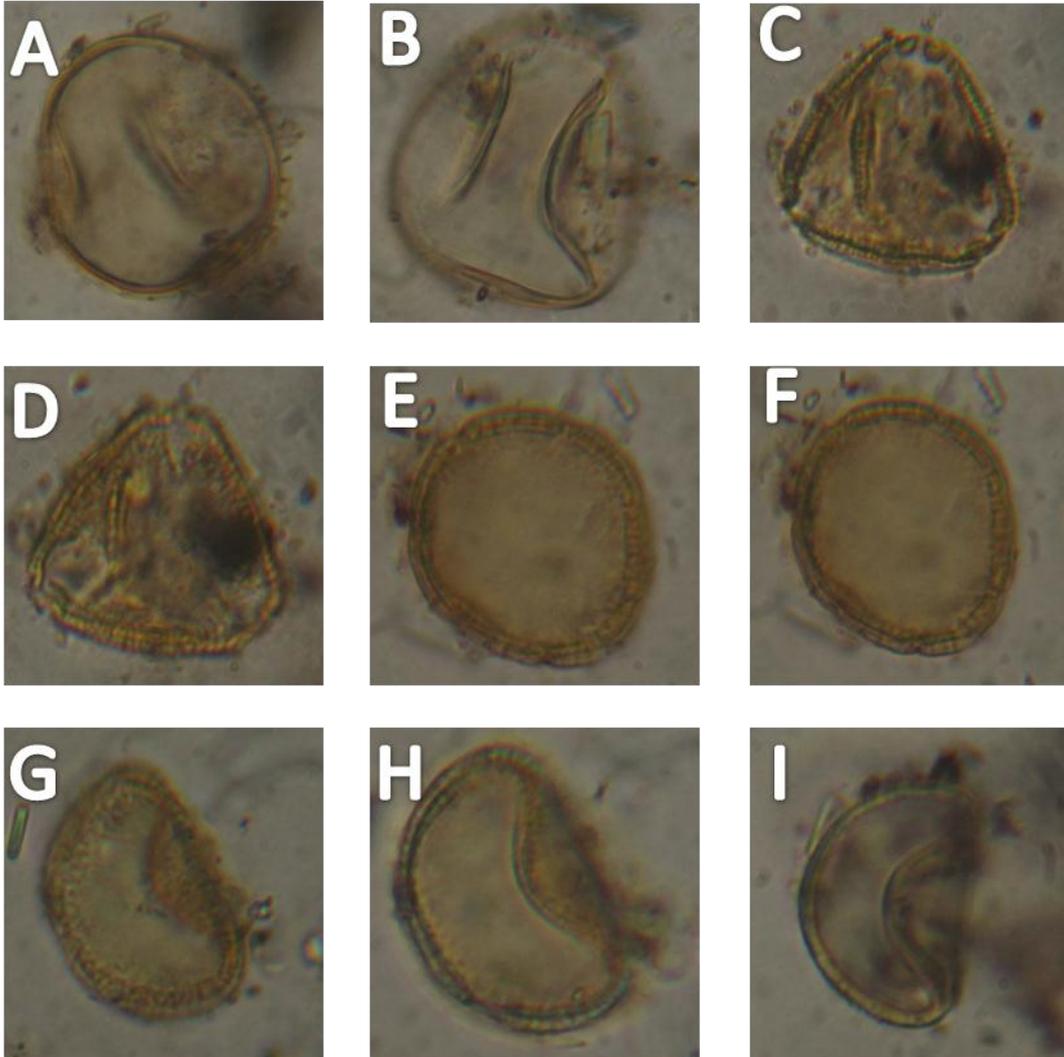
Legenda: (A-B) Anacardiaceae; (C-D) Araliaceae; (E-F) Asteraceae; (G-H) *Hedyosmum brasiliense* - Chlorantaceae; (I-J) Ciperaceae ; (K-L) Combretaceae.

Estampa 2



Legenda: (A-B) Euphorbiaceae – Tipo Alchornea; (C-D) Euphorbiaceae – Tipo Sebastiana; (E-F) Malpighiaceae – Tipo Byrsonima; (G-H) Malpighiaceae – Tipo 1; (I-J) Malpighiaceae – Tipo 2; (K-L) Myrtaceae – gênero Eucalyptus

Estampa 3



Legenda: (A-B) Poaceae; (C-D) Ramnaceae; (E-F) Rubiaceae – Tipo Borreria; (G-H) Rubiaceae – Tipo Spermaceae; (I) Rubiaceae – Tipo 1.