UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – CURSO DE MESTRADO

TAIS CRISTINA BERBET MARCOTTI

PALEOGEOGRAFIA DO PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO NA REGIÃO BAIXO CURSO DO RIO IVAÍ - ICARAÍMA E SANTA MÔNICA/PR

MARINGÁ - PR
2012

TAIS CRISTINA BERBET MARCOTTI

PALEOGEOGRAFIA DO PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO NA REGIÃO BAIXO CURSO DO RIO IVAÍ - ICARAÍMA E SANTA MÔNICA/PR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Análise Regional e Ambiental, do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia

Orientador: Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos

MARINGÁ
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central – UEM, Maringá- PR., Brasil)

M321p Marcotti, Tais Cristina Berbet
Paleogeografia do Pleistoceno Tardio e Holoceno na região do baixo curso do rio Ivaí – Icaraíma e Santa Mônica/PR/ Tais Cristina Berbet Marcotti. – Maringá, 2012
62 f.: il., color., tabs., fotos., mapas.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós Graduação em Geografia, 2011.

1.Planície aluvial. 2. Reconstrução paleoambiental. 3.Espículas de esponja. 4. Fitólitos. I Santos, Manoel Luiz dos, orient. II. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes,Programa de Pós Graduação em Geografia. III, Título.

CDD 21.ed. 551.69
AHS- 000908

PALEOGEOGRAFIA DO PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO NA REGIÃO BAIXO CURSO DO RIO IVAÍ – ICARAÍMA E SANTA MÔNICA/PR

Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia, área de concentração: Análise Ambiental, linha de pesquisa Análise Ambiental.

Aprovada em **11 de maio de 2012.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos
Orientador - UEM

Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
Membro convidado - UEM

Prof. Dr. Sidney Kuerten
(membro convidado) – UEMS

Dedico este trabalho a uma das pessoas mais importantes da minha vida, que não pode estar comigo no fim desta jornada, mas que me incentivou sempre e ensinou tudo o que eu deveria saber para a vida, minha avó Maria Antonia Berbet (*In memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado. Ao projeto de pesquisa da Fundação Araucária número: 10448, convênio: 422/2009 no auxilio de campo e nas datações; ao CNPQ pelo processo:400442/2010-8, pelo auxilio nas datações e laboratoriais.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos, por ter aceitado este desafio juntamente comigo e por estar ao meu lado durante este período me auxiliando, me orientando e me ajudando durante o trabalho.

Ao Prof. Dr. Mauro Parolin, por ter me cedido e auxiliado no laboratório, por ter me auxiliando durante as etapas de campo, e, pela orientação durante todo o tempo, que sem medir esforços me ajudou muito. Muito Obrigada!

Aos Professores da banca de qualificação Dr. Edison Fortes e Dr. José Cândido Stevaux, por terem feitos as correções e acrescentado muito ao trabalho.

Aos Professores do programa de pós-graduação, dos quais pude participar como aluna nas disciplinas e que me ajudaram no meu crescimento científico: Dr.Nelson Vicente Louvato Gasparetto, Dra. Maria Tereza de Nóbrega, Dr. Edison Fortes, Dra. Deise Regina Elias de Queiroz, Dr. Messias Modesto de Passos e Dr. Sidney Magela.

Aos amigos que tive oportunidade de conhecer Marcel Hideyauki e Cássia Maria Bonifacio que tanto me ajudaram com os procedimentos metodológicos, pessoas com quem passei muitos momentos ao lado que fico muito feliz de te-los como amigos.

Agradecer a secretária da pós-graduação Mirian de Carlos pela ajuda, paciência e compreensão durante todo este período.

À equipe do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam – Lepafe: Giliane Rasboldt, João Claudio Alcântara, Mayara dos Reis Monteiro, Janaina Silva Rossi, Sergio Pagliarini, Bruno Augusto Candelari e Leandro Luz.

Aos colegas que me auxiliaram em campo: Nelson Douhi, Manoel David, João Alcântara e Marta Gaspar Sala.

Ao colega Renato Lada Guerreiro pelo auxílio no trabalho de campo e nas correções do trabalho, meu muito obrigado!

Aos professores da Fecilcam, que fizeram parte do meu crescimento científico: Msc. Ana Paula Colavite, Dr. Marcos Clair Bovo, Dr. Jeferson Crispim, Msc. José Antônio da Rocha,

Msc. Edson Yokoo, Msc. Sandra Carbonera, Dr. Victor Borsato, Dra. Eloisa Silva de Paula Parolin.

À Professora Dra. Cecília Volkmer-Ribeiro, pelos ensinamentos que pode dividir comigo, pela ótima profissional e exemplo de pessoa que pude conhecer muito obrigada.

À Professora Dra. Svetlana Medianic (In memoriam), com quem tive o prazer de conhecer e pude conhecer um pouco do seu trabalho.

Ao amigo Prof. Dr. Maurício Meurer pelo incentivo e socorro nas horas de precisão durante a graduação e agora na pós-graduação, que mesmo distante na medida do possível atendeu as minhas solicitações.

Aos amigos Oilson Alberto Gonzatto Junior e Marcos Jardel Henriques por ter me ajudado durante todo este período, tendo paciência e sendo amigos em todos os momentos.

Aos meus sogros Sra. Leonilda Patussi Marcotti, Sr. Angelo Marcotti, que me auxiliaram e torceram por mim em todos os momentos desejando sempre que tivesse sucesso.

Aos meus avós Carlos Berbet, Dionísio Alves da Silva e Maria Antonia Berbet (In memoriam), que sempre me incentivaram ao estudo.

A minha parentela: Marli Helena Berbet, Valter Velozo,Virlen Claudio Berbet, Lucia da Silva Soares, Adrien da Silva Berbet, Marcia Maria Berbet Pererira, Antonio Bello Pereira, Diana Berbet Pereira, Ester Berbet Pereira, Mateus Berbet Pereira, Marco Antonio Berbet Pereira, Ester Berbet, Marta Berbeth Batista, Paulo César Berbeth Batista, Amanda Del Pizzol, Gisele Berbeth, Eunice Berbet Martins, Luis Martins, Luciane Martins, Lucimeire Martins, Lucilene Martins, Michelle Berbet, Juliana Berbet da Cunha, Maria das Dores, Thiago Nascimento, Gustavo Nascimento, Patricia Barbosa, Marilene Barbosa, Josenildo Alves da Silva, José Alves da Silva, Matilde Alves da Silva, por toda ajuda durante toda a minha vida.

Aos amigos: Janaina Groschovisk Gaspar, Adriano de Souza Mattos, Lucélia Meira Silva, Paulo César, Scheila Guerra, Luiz Otávio, Ageder Pinto, Maria de Fátima Alburquerque, Ronnei Von, Isadora Alburquerque, Eunice Alburquerque, Cassiele Uliana e Marivaldo por todos os momentos juntos. A todos aqueles que no exato momento não vem a minha mente o devido agredecimento.

Aos Professores: Almira, Marta Rubia, Magali, Ana, Idevalci Ferreira, Clarice Maia, Lidia, Maria de Lourdes Ceolin, Maria das Graças, Lucy, Neucy, Fátima, entre outros que deram aula pra mim durante minha formação básica.

Aos meus pais, Luis Carlos Berbet e Maria Eunice da Silva Berbet, que são minha maior inspiração de força, segurança, dedicação e amor. Tudo o que fizeram por mim jamais será esquecido. Que todos os momentos em que se sacrificaram por mim jamais esquecerei e que minha maior felicidade é olhar nos seus olhos e ver quando se orgulham de mim, minha maior felicidade é fazer a felicidades de vocês, Amo vocês!

Amo meu irmão Luis Carlos Berbet Junior, meu maior amor, minha vida, somente o seu sorriso me faz sentir melhor, Te amo!

Ao meu querido esposo Ângelo Ricardo Marcotti, por todos os momentos bons, ruins, alegres e tristes, pois sempre esteve ao meu lado, sempre se renunciou por mim e, desde o dia 30 de agosto de 2006, nunca me deixou. A cada dia que passa demonstra mais seu amor por mim, tendo paciência e compreendendo minhas ausências, sendo tudo aquilo que sonhei e mais um pouco. Eu te amo muito, Obrigada! “Para o mundo você pode não ser nada, mas pra mim você é o meu mundo!”.

“Saber é compreendermos as coisas que mais nos convém.” Friedrich Nietzsche

“O castigo foi feito para melhorar aquele que o aplica.” Friedrich Nietzsche

“Não há fatos eternos, como não há verdades absolutas”. Friedrich Nietzsche.

“Devemos aprender durante toda a vida, sem imaginar que a sabedoria vem com a velhice.”

Platão

RESUMO

Foram analisadas as condições paleoambientais e paleoclimáticas na planície aluvial do rio Ivaí nos Municípios de Icaraíma e Santa Mônica. Os estudos se basearam em análises dos perfis sedimentares obtidos via "vibrotestemunhador". As interpretações dos sedimentos coletados foram baseadas em espículas de esponjas, grãos de pólen e fitólitos, neles foram realizados três datações por ^{14}C. Também foi caracterizado o material turfoso via classificação pela tabela de decomposição de von Post, tendo como resultado H4 para o sedimento Icaraíma (0-24cm) e Santa Mônica (0-24) e H7 para (24-63cm). As amostras sedimentares dos perfis analisados foram tratadas via queima com hidróxido de potássio, sendo posteriormente lavadas com água destilada. Para a separação dos elementos orgânicos e inorgânicos aplicou-se cloreto de zinco com densidade superior a 2,3 g/cm3. Após lavagem e secagem o material foi pipetado sobre lâminas e fixado com lamínulas. As lâminas estão depositadas no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (LEPAFE). A identificação das espículas de esponjas foi realizada com base na espogoteca do LEPAFE e na literatura especializada. A contagem das espículas foi elaborada na quantidade absoluta por lâmina. A quantidade de grãos de pólen encontrada nos intervalos foi inferior ao exigido pela literatura, impossibilitando interpretações. No caso dos fitólitos foram estabelecidas contagens absolutas por lâmina, sendo que a soma total da diversidade taxonômica deveria alcançar 200. Com base na contagem foram estabelecidos os índices: a) D/P, utilizado para medir a densidade de cobertura arbórea em relação aos fitólitos de gramíneas; b) Ic, utilizado para estabelecer a adaptação da formação vegetal a uma temperatura mínima e/ou pressão parcial; c) Bi, que permite estimar a aridez do ambiente; d) Iph, que é indicador da capacidade de adaptação vegetal à aridez. Os resultados indicaram cinco fases para Santa Mônica: i) canal ativo; ii) datado em 22.090 ± 25, ambiente em transição de seco para úmido; iii) seca provavelmente relacionada ao Último Máximo Glacial, vi) fase mais úmida que a anterior, datada em 850 ± 30 anos AP; e v). Para Icaraíma foram caracterizadas quatro fases: i) canal ativo; ii) abandono paulatino do canal, sendo inundado em picos de cheias marcado por espículas de esponja (*Oncosclera navicella*); iii) ambiente mais seco que o anterior; vi) ambiente com condições semelhantes às atuais datado em 2.040 ± 30 anos AP. Os resultados são concordantes com interpretações paleoambientais regionais realizadas com base em datações pleistocênicas e holocênias.

Palavras-chave: Planície aluvial. Reconstrução paleoambiental. Espículas de esponja. Fitólitos.

ABSTRACT

The paleoenvironmental and paleoclimatic conditions on the floodplain of Rio Ivaí (Ivaí River) in the municipalities of Icaraíma and Santa Mônica have been analyzed. The studies were based on analyses of sedimentary profiles obtained from a "vibracorer". The interpretations of the sediments collected were based on sponge spicules, pollen and phytoliths, which were dated by ^{14}C. The peaty material was also characterized through classification by the von Post decomposition table, obtaining as a result H4 for the sediment from Icaraíma (0-24cm) and Santa Mônica (0-24) and H7 for (24-63cm). The sedimentary samples of the profiles analyzed were treated through burning using potassium hydroxide, being after washed with distilled water. For separating the organic and inorganic elements, zinc chloride with density higher than 2,3 g/cm³ was applied. After washing and drying, the material was pipetted upon blades and fixed with coverslips. The blades are stored at Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Fecilcam's Laboratory of Paleoenvironmental Studies, LEPAFE). The identification of the sponge spicules was done based on LEPAFE's "espongoteca" and specialized literature. The counting of the spicules was prepared for an absolute quantity per blade. The amount of pollen found in the intervals was lower than the required by the literature, precluding interpretations. Regarding the phytoliths, absolute counts per blade were established, and the sum of the taxonomic diversity should achieve 200. Based on such count, the indicators were established: a) D/P, used for measuring the density of tree cover related to the phytoliths from grass; b) Ic, used for establishing the adaptation of the plant formation at a minimum temperature and/or partial pressure; c) Bi, which allows estimating the aridity of the environment; d) Iph, which is an indicator of the vegetable adaptability to the aridity. The results have shown five phases for Santa Mônica: i) active channel; ii) dated in 22.090 ± 25, environment in transition from dry to humid; iii) drought probably related to the Last Glacial Maximum, vi) phase more humid than the previous one, dated to be 850 ± 30 years AP old; e v). For Icaraíma four phases were characterized: i) active channel; ii) gradual abandonment of the channel, being inundated in flood peaks marked by sponge spicules (*Oncosclera navicella*); iii) environment drier than the previous one; vi) environment at conditions similar to the current ones dated to be 2.040 ± 30 years AP old. The results are concordant with regional paleoenvironmental interpretations performed based on Pleistocene and Holocene datings.

Keywords: Floodplains. Paleoenvironmental reconstruction. Sponge spicules. Phytoliths.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia hidrográfica do Ivaí com localização do baixo curso e pontos de estudo 21

Figura 2: Hipsometria do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ivaí com a localização dos pontos amostrados..... 23

Figura 3: Localização do Ponto de estudo 1 - (A) Imagem de satélite evidenciando o ponto de sondagem nº1, bem com o rio Ivaí e sua confluência com o rio Paraná (Google Earth 2011); (B) Visão parcial da área indicando o uso para pecuária; (C, D) Fotos do trabalho de campo realizado na área. 24

Figura 4: Localização do Ponto de estudo 2 - (A) - Imagem de satélite evidenciando o ponto de sondagem nº2 (Google Earth 2011); (B) Visão parcial da área preparada para o plantio de arroz; (C, D) Fotos do trabalho de campo realizado na área..... 25

Figura 5: Mapa geológico-geomorfológico da planície do rio Ivaí..... 27

Figura 6: Cenas do trabalho de campo em 27/08/2010. (A) e (B) Sondagem com auxílio de vibrotestemunhador e marreta. (C) Retirada do cilindro com sedimentos recuperados 30

Figura 7: Metodologia de grãos de pólen e fitólitos. a) material para análise; b) queima do material com hidróxido; c) primeira lavagem do material e d) material após um dia de lavagem 33

Figura 8: Perfil sedimentológico mostrando a variação de fácies sedimentares no ponto 1, Icaraíma, PR 40

Figura 9: Perfil sedimentológico mostrando a variação de fácies sedimentares no ponto 2, em Santa Mônica, PR 41

Figura 10: Formas de fitólitos encontradas na área estudada..... 42

Figura 11: Formas de espículas de esponja encontradas na área estudada 43

Figura 12: Gráficos dos índices fitolíticos e fases 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características das unidades morfoestratigráficas da planície aluvial do rio Ivaí no seu curso inferior 28
Tabela 2: Tabela de von Post..... 36

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....15
2. OBJETIVOS 17
2.1 OBJETIVO GERAL..... 17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 17

3. CONTEXTUALIZAÇÃO.....18
4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....21
4.1 LOCALIZAÇÃO..... 21
4.2 COLETAS DE DADOS DA ÁREA ESTUDADA..... 22
4.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO..... 25
4.1.1 Geologia..... 25
4.1.2 Geomorfologia 26
4.1.3 Vegetação e clima..... 29

6. METODOLOGIA 30
6.1 CAMPANHAS DE COLETA DO MATERIAL 30
6.2 ANÁLISES ISOTÓPICAS 31
6.3 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS..... 31
6.4 ANÁLISE SEDIMENTAR..... 35

7. RESULTADOS 37
7.1 SEDIMENTOLOGIA E DADOS ISOTÓPICOS 37
7.2 CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS..... 38
7.3 ANÁLISES DOS MICROFÓSSEIS 42

8. DISCUSSÕES.....46
8.1 PALEOAMBIENTES..... 46
8.2 ANÁLISE DO MATERIAL SEDIMENTAR 50

9. CONCLUSÃO.....52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....53
ANEXOS 61

INTRODUÇÃO

Para Suguio (1999), as mudanças paleoclimáticas representam as variações no conjunto de parâmetros metereológicos pretéritos, que caracterizam os estados médios típicos, sendo que essas mudanças processaram-se em várias escalas espaciais e temporais. Uma das dificuldades encontradas na realização de estudos paleoambientais é o fato de eles serem realizados a partir da interpretação de registros *Proxy*[1] (ou *proxy records*), uma vez que não se podem realizar medidas instrumentais do período como temperatura e pluviosidade, considerando-se que a preservação desses dados depende de condições e ambientes peculiares como lagos, lagunas, turfeiras e paleocanais (SUGUIO, 2010).

As condições para a preservação dos dados podem sofrer influência dos fatores ambientais, vindo assim a falsear ou a prejudicar os registros. Os exemplos são enchentes ocasionais ou período de intensa seca, provocando remobilização parcial ou total dos depósitos. Contudo, o uso dos dados *proxy* tem sido uma ferramenta útil para o estudo e a interpretação das mudanças climáticas pretéritas do Quaternário.

Entre os dados *proxy* encontramos: palinomorfos (grãos de pólen e esporos), células epidérmicas e silicofitólitos, além de carapaças de diatomáceas, silicoflagelados, espículas de esponjas dulcícolas ou marinhas. As reconstruções feitas a partir desses dados apresentam um parâmetro não somente local, mas regional, pois os grãos de pólen, esporos e fitólitos são fornecidos por vegetais, e as esponjas através da deposição do material como sedimentos, podendo ser trazidos pelo vento ou pela água, ou seja, de locais que circundam a área do levantamento a ser feito.

Em território paranaense, tem-se observado um grande esforço e interesse na reconstrução dos climas do passado, sendo encontrados trabalhos que utilizam espículas silicosas de dulcícolas, diatomáceas, grãos de pólen e fitólitos, podendo citar trabalhos como: Guerreiro (2011) e Guerreiro et al. (2010a) na planície aluvial do rio Tibagi na região dos Campos Gerais; Guerreiro et al. (2010b) na região de Querência do Norte; Calegari (2009), em Guarapuava, Ponta Grossa e Castro; Moro (1998) e Moro et al. (2004; 2009) na Lagoa Dourada-PR; Jabur (1992), Stevaux (1993, 1994a, 1994b e 2000) e Stevaux et al. (1997) no vale do rio Paraná, entre outros.

[1] São dados próximos ao real.

Tendo em vista os resultados positivos das pesquisas desenvolvidas até o presente momento, resolveu-se analisar ambos os *proxys* (espículas de esponjas e fitólitos) no detalhamento das mudanças paleoambientais, auxiliando na interpretação da paisagem do curso inferior do rio Ivaí.

Esses estudos configuram-se muito importantes para se conhecer a história quaternária no estado do Paraná, contribuindo na avaliação dos atuais graus das mudanças ambientais naturais e/ou antrópicas. Os principais bioindicadores elencados para esta pesquisa, para auxílio na reconstrução ambiental, foram: fitólitos e espículas de esponja.

O processo de biomineralização de sílica amorfa conhecida como fitólito ocorre em várias partes da planta, dentro e entre as células, na forma amorfa não cristalina, ao longo do ciclo vegetativo das plantas (PIPERNO, 2006). Esse material, juntamente com a sílica presente na estrutura "óssea" de espículas de esponja dulcícolas, auxiliou na reconstrução do paleoambiente da planície aluvial do Rio Ivaí, sendo o primeiro trabalho do tipo na área.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os bioindicadores presentes no material da planície aluvial do rio Ivaí para a realização da reconstrução paleoambiental, analisando os depósitos de matéria orgânica presentes na área de estudo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, estão previstos os seguintes objetivos mais específicos:

- determinar o tipo e a qualidade de microfósseis (grãos polens, espículas de esponjas e fitólitos) encontrados nas turfeiras;
- realizar a datação dos sedimentos analisados, a fim de obter informações temporais dos depósitos estudados;
- reconstruir a paisagem local através dos *proxys*;
- determinar o material orgânico presente no paleocanal e na planície aluvial do rio Ivaí.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Quaternário é um dos períodos que apresenta maior quantidade de estudos científicos (SUGUIO, 2010). Diversas metodologias são empregadas para a aquisição de informações retiradas de sedimentos e das formações geológicas. Para Suguio (2010), um dos estudos que vem tendo grande crescimento é a palinologia, que utiliza diversos bioindicadores como marcadores do ambiente.

A palinologia tem sido muito utilizada em trabalhos de reconstrução paleoambiental e paleoclimática, uma vez que, encontradas condições propícias para a preservação, esses microrrestos apresentam-se abundantes. Suguio (2010) demonstra que os palinomorfos são abundantes em sedimentos argilosos e siltosos, podendo aparecer em algumas areias e em alguns cascalhos, desde que apresentem matriz pelítica de cor cinza escura à preta.

As esponjas, bioindicadores muito utilizados na reconstrução de ambientes pretéritos, são organismos simples, que vivem aderidos ao substrato rochoso, tendo 90% de sua estrutura formada por sílica (VOLKMER RIBEIRO & PAULS, 2000). Dependendo da espécie, é possível determinar preferências por ambientes diferentes, podendo utilizá-las para caracterização ambiental. Depois de mortas, as estruturas em sílica das esponjas ficam depositadas em sedimento. Em sequências sedimentares, as esponjas podem determinar condições paleoambientais. Através delas é possível observar alterações hidrológicas, uma vez que são animais que podem ser encontrados em qualquer corpo d'água em condições naturais (MACHADO, 2009). Podem até ser consideradas como indicadoras de qualidade da água (VOLKMER RIBEIRO & PAULS, 2000).

Os primeiros estudos para a reconstrução paleoambientais partiram de Racek, em 1966, quando o pesquisador promoveu a primeira tentativa de reconstrução paleoambiental com espículas de poríferos continentais (MACHADO, 2009). Uma grande dificuldade nesse trabalho foi a falta de pesquisa da fauna atual de esponjas continentais, bem como a taxonomia confusa. O autor foi um dos primeiros a introduzir a importância dessas estruturas em estudos estratigráficos e paleoambientais, até então raramente utilizados.

Mais tarde, Harrison et al. (1979) tiveram como objetivo de seus estudos verificar se a Lagoa Okeechobee, na Florida, EUA, apresentava características de eutrofização no passado geológico. Os autores já possuíam experiência com a ecologia atual e encontraram *Ephydatia*

fluviatilis (Linnaeus, 1758), *Spongilla alba* (Carter, 1849) e *Trochospongilla leidyi* (Bowerbank, 1863), apresentando esses dados para discutir e interpretar os sedimentos pretéritos.

Em 1980, Hall e Hermann fizeram um estudo paleolimnológico de sedimentos de um lago montanhoso, lago Red Rock, Colorado, EUA. Os sedimentos foram datados por meio da metodologia de Carbono 14. Posteriormente, Harrison e Warner (1986) e Harrison (1988) apresentaram estudos que utilizaram a ecologia atual para análises dos sedimentos pretéritos estudados.

Martin et al. (1992) fizeram estudos onde demonstravam a preferência de ambientes lênticos e lóticos por algumas espécies de esponja. Sefeddine et al. (1994) estudaram perfis sedimentares de duas lagoas da Serra do Carajás, fazendo a relação das espécies encontradas com o ambiente que se tinha no local. Volkmer-Ribeiro & Turcq (1996) analisaram sedimentos também proveniente da Serra do Carajás, com microscopia de varredura, caracterizando a espécie *Corvomeyenia thumi* (TRAXLER, 1895) (VOLKMER-RIBEIRO, 1992) encontrada como indicadora ambiental.

Mais tarde, Sifeddine et al. (2001) detalharam o estudo realizado por Sefeddine et al. (1994), enquanto Turcq et al. (1998) haviam apresentado novas ideias a respeito do perfil analisado. Ambos trabalhos apresentaram ampliação desses estudos.

Lorenz-Silva et al. (2003) identificaram uma camada de espongilito em pacote espesso na porção central da Lagoa do Meio, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul. Parolin et al. (2007) analisaram perfis sedimentológicos na planície de inundação do rio Esperança, na região de Taquarussu, Mato Grosso do Sul, onde constataram a presença de espículas de esponjas nos perfis, permitindo a caracterização dos ambientes distintos lótico e lênticos. Machado (2009) caracterizou a espongofauna do paleolago Cemitério, localizado no município de Catalão, Goiás, onde elencou todos os horizontes deposicionais, observando um ambiente lêntico propício à deposição de espículas de esponjas que deram origem ao espongilito da área.

Outro bioindicador que vem sendo utilizado na reconstrução paleoambiental são os fitólitos, que são partículas de opala microscópicas, que se formam por precipitação da sílica amorfa inter e intracelular em diversas plantas vivas (BARBONI et al., 1999). Uma planta é capaz de produzir uma série de fitólitos, portanto, para caracterizar um táxon, é necessário uma assembleia fitolítica.

Segundo o princípio da uniformidade (COE, 2009), um tipo de vegetação produz uma assembleia característica intra e intercelular, portanto, com sua morte, essa planta pode depositar esses fitólitos no sedimento. Uma vez que for encontrada essa assembleia, conclui-se que essa vegetação existia no local. Esses *proxys*, diferentemente de outros, apresentam-se depositados in situ, e, por serem compostos por sílicas, conseguem se preservar em diversos ambientes.

COE (2009) determina que os fitólitos, quando armazenados nos intervalos sedimentares, também podem registrar alterações paleoclimáticas. Em ambientes continentais são referenciados como importante ferramenta de interpretação paleoambiental (ALBERT & MADELLA, 2009), entretanto ainda não existem muitos estudos em reconstrução paleoambientais nesse sentido. No Brasil destacam-se os trabalhos de Campos & Labouriau (1969), Kondo e Iwasa (1981), Piperno e Becker (1996), Alexandre et al. (1999), Lima & Medeanic (2007), Medeanic et al. (2008).

Para a fundamentação desses estudos, alguns autores foram importantes, podendo-se destacar Runge (2001), que estudou assembleias fitolíticas em dois perfis de solo na República Democrática do Congo, África, onde contou fitólitos de *Poaceae* e de dicotiledôneas lenhosas, revelando variações florísticas no seio da floresta tropical durante os últimos mil anos.

Alexandre et al. (1999) realizaram estudos no estado de Minas Gerais, onde analisaram assembleias fitolíticas, aplicando o índice de D/P, com que, segundo os morfotipos de fitólitos encontrados, conseguiram fazer relações através de cálculos, demonstrando o tipo de vegetação do local comparado à vegetação atual, podendo-se observar dois períodos de expansão da cobertura arbórea.

Calegari (2009) utilizou assembleias de fitólitos para auxiliar na interpretação paleoambiental do horizonte húmico de latossolos em diferentes regiões do Brasil. Coe (2009) utilizou uma assembleia fitolítica para a reconstrução da vegetação da região de Búzios, Rio de Janeiro, onde identificou mudanças na densidade arbóreo através do estudo morfológico das assembleias fitolíticas extraídas dos horizontes de quatro perfis de solo.

4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do Ivaí é a segunda maior do estado do Paraná (Figura 1), está posicionada entre os paralelos 22º 54''e 25º 34' de latitude Sul e os meridianos 50º 44' W e 53º 41' de longitude Oeste, ocupando uma área de 36.540 km2 (ITCG, 2008).

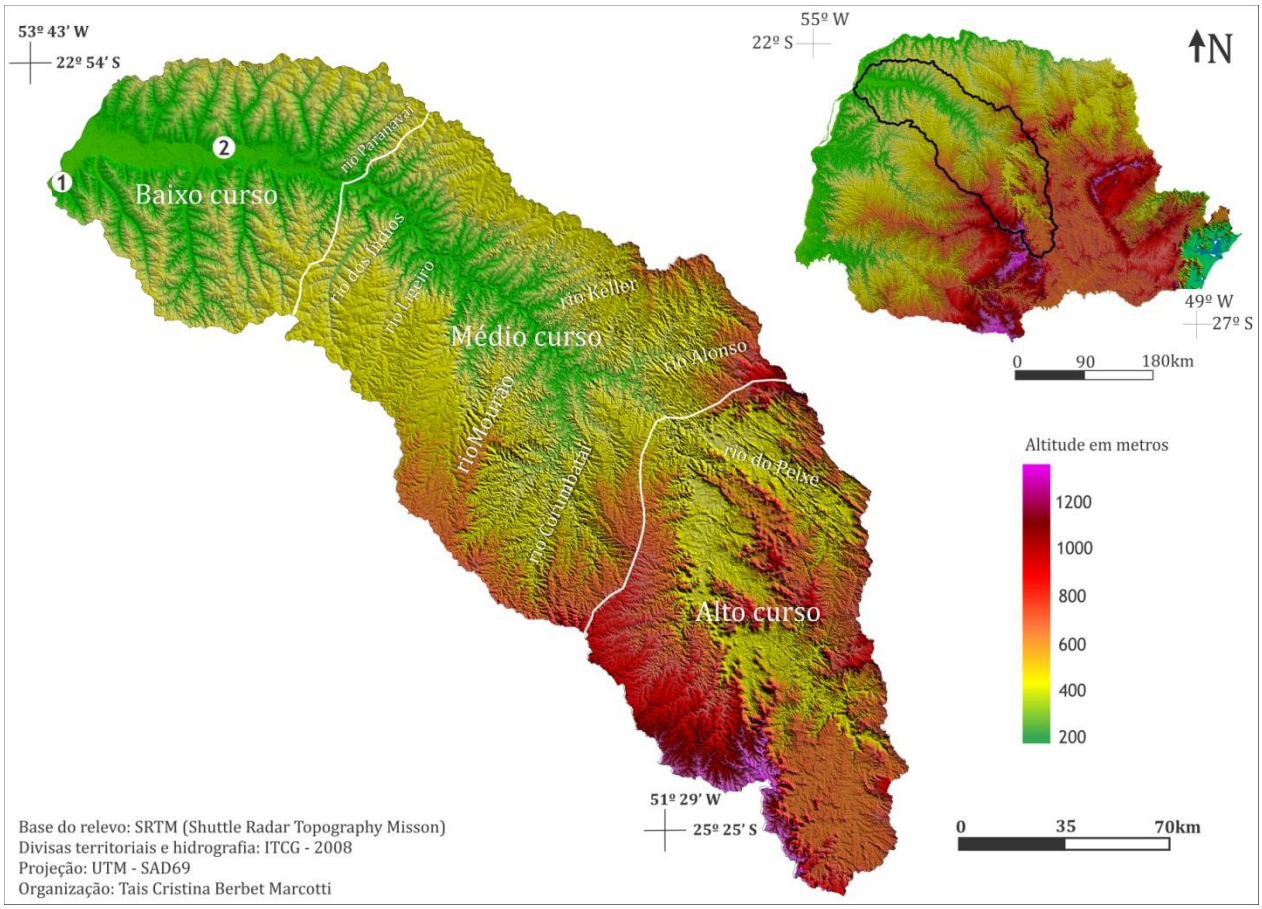


Figura 1: Bacia hidrográfica do Ivaí com localização do baixo curso e pontos de estudo

O rio Ivaí recebe esse nome após a confluência do rio dos Patos e o rio São João, na Serra da Esperança, percorrendo aproximadamente 685 km, sentido sudeste a noroeste. Para Fujita (2009), o rio Ivaí apresenta um fluxo turbulento, não uniforme, instável do alto ao médio curso e mais tranquilo até a sua foz na margem esquerda do rio Paraná.

A bacia do Ivaí possui mais de cem afluentes, destacando-se, na margem direita, os rios Alonso, Keller, das Antas, Pereira e Paranavaí, e, na margem esquerda, os rios Borboleta, Corumbataí, Mourão, Claro, Ligeiro, Itaoca e dos Índios (DSG, 1981).

Segundo estudo realizado pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL (1984), o alto curso tem início no Segundo Planalto Paranaense, com altitudes que variam de 900 até 1.200 metros, sua fase inicial vai até o quilômetro 440. Já o médio curso se inicia na divisa com o Terceiro Planalto, indo do quilômetro 440 até a estação de porto Paraíso do Norte. Seu baixo curso inicia-se na corredeira do Ferro e se prolonga até a sua foz com o rio Paraná.

Diferentes de alguns rios do estado do Paraná, o rio Ivaí não apresenta grandes transformações por obras de engenharia, como é o caso das usinas hidrelétricas. Os estudos na bacia hidrográfica foram realizados principalmente no médio e baixo curso, dentre eles destacam-se os de: Destefani (2005), que estudou o regime hidrológico do rio Ivaí; Kuerten (2006), que estudou a variação longitudinal das características sedimentares e hidrológicas; Biazin e Santos (2008), que estudaram as características geomorfológicas do canal e das formas de leito; Santos et al. (2008), que estudaram sobre a geologia e geomorfologia da planície de inundação. Já Meurer, Bravard e Stevaux (2010) fizeram uma contribuição metodológica para a gestão de bacias hidrográficas com o tema de estudo das ecorregiões; Moraes (2010) estudou a evolução da planície de inundação e confluência do rio Ivaí e Paraná; Leli (2010) estudou a variação espacial e temporal de carga suspensa; e Guerreiro (2011), a evolução geomorfológica e paleoambiental dos terraços do alto rio Paraná na área de confluência com o rio Ivaí.

4.2 COLETAS DE DADOS DA ÁREA ESTUDADA

As áreas de sondagem da pesquisa situam-se no baixo curso do rio Ivaí (Figura 2). Nesse trecho, o rio desenvolve uma planície aluvial, onde corre em uma declividade menos acentuada e que se estende desde a sua foz no rio Paraná, no município de Icaraíma - PR, até cerca de 150 km a montante, na corredeira do Ferro, município de Tapira - PR. O rio apresenta um padrão meândrico, sua planície aluvial encontra-se encaixada com um forte controle estrutural e litológico (SANTOS et al., 2008).

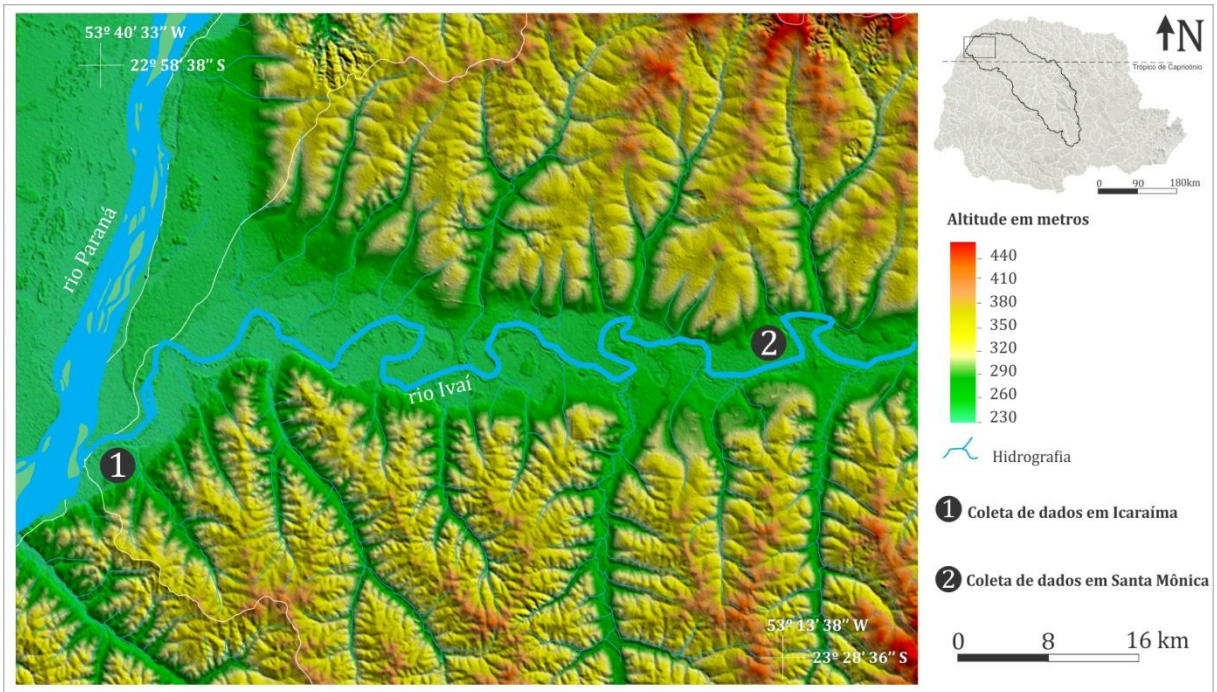


Figura 2: Hipsometria do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ivaí com a localização dos pontos amostrados

A sondagem denominada ponto 1 está localizada nas coordenadas 23º18'32" S e 53º41'20" W, próxima à cidade de Icaraíma (Figura 3).

De acordo com Maack (1950), a coberta vegetal original ao entorno era composta por pântanos e campo de inundação do rio Paraná. Atualmente está convertida principalmente em pastagens para pecuária e agricultura.

A região encontra-se na Unidade Morfoestratigráfica Planície Paraná/Ivaí (Santos et al., 2008) que apresenta uma morfologia plana com a presença de paleocanais, diques marginais e a presença de baixadas úmidas. As cotas altimétricas variam de 231 a 235 metros. Os depósitos são compostos por argila, argila com matéria orgânica e areias (SANTOS et al., 2008). Os principais afluentes nesse trecho são o córrego Dourado e córrego Seis (DSG, 1981)

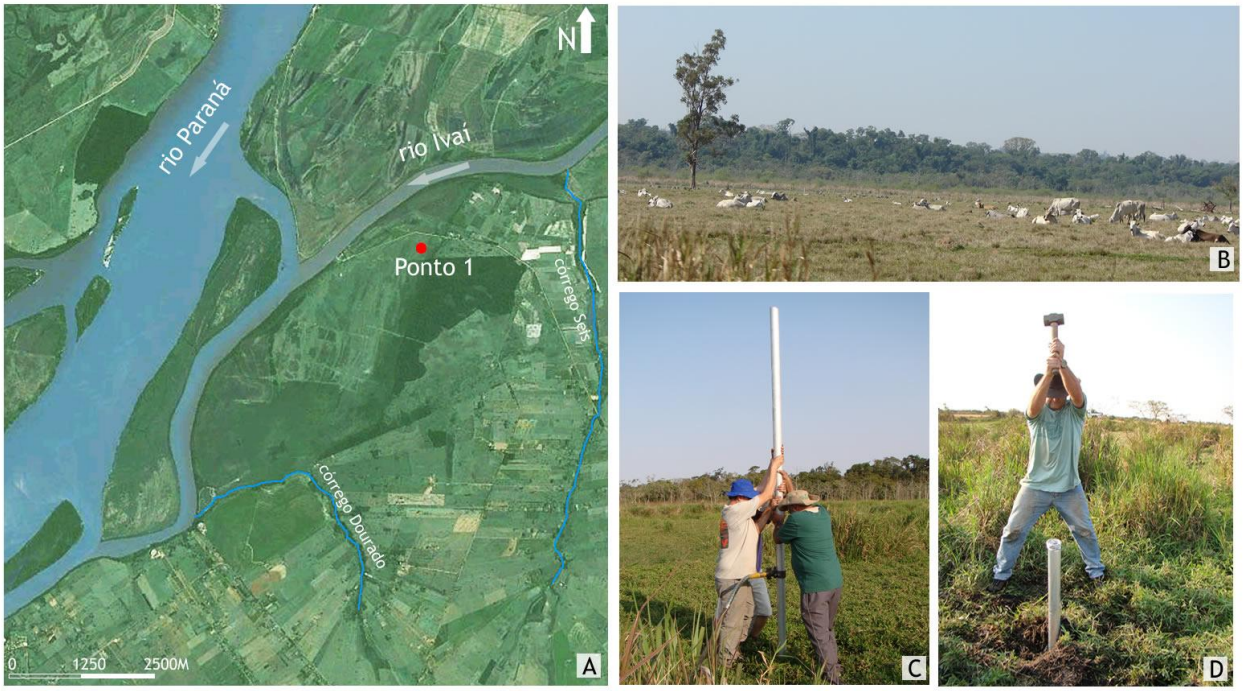


Figura 3: Localização do Ponto de estudo 1 - (A) Imagem de satélite evidenciando o ponto de sondagem nº1, bem com o rio Ivaí e sua confluência com o rio Paraná (Google Earth 2011); (B) Visão parcial da área indicando o uso para pecuária; (C, D) Fotos do trabalho de campo realizado na área.
Fonte: MARCOTTI, T. C. B. (2011)

O ponto de sondagem 2 está localizado nas coordenadas 23º12'44"S e 53º02'23"W no município de Santa Mônica, Paraná (Figura 4).

De acordo com Maack (1950), o termo utilizado para denominar a cobertura vegetal nativa do local era Mata Pluvial menos exuberante, hoje denominada de Floresta Estacional Semidecidual, que, devido ao avanço principalmente da pecuária, encontra-se muito reduzida, restringindo-se a pequenas áreas preservadas, como pode ser visto no mapa (Figura 2). Optou-se por realizar a sondagem neste local, por se tratar de um meandro abandonado com depósito, descrito por Santos et al. (2008) como turfa.

A região encontra-se na unidade morfoestratigráfica Planície Ivaí, onde apresenta uma morfologia plana com inclinação para o rio, com a presença de paleocanais, espiras de meandro, diques marginais e depósitos turfosos. As cotas altimétricas variam de 235 a 250 metros. Segundo Santos et al. (2008), ainda podem ser encontrados depósitos compostos por pelitos, areias e cascalhos. Os principais afluentes nesse trecho são os córregos: Santo Antônio, Vinte e Um e córrego Selma.

Figura 4: Localização do Ponto de estudo 2 - (A)Imagem de satélite evidenciando o ponto de sondagem nº2 (Google Earth 2011); (B) Visão parcial da área preparada para o plantio de arroz; (C, D) Fotos do trabalho de campo realizado na área.
Fonte: MARCOTTI, T. C. B. (2011)

4.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Geologia

A bacia hidrográfica do Ivaí apresenta formações geológicas pertencentes à bacia sedimentar do Paraná. No alto curso desenvolve-se sobre as formações sedimentares areníticas do Mesozóico: Formação Botucatu (J-K) e Piramboia (Tr) e, por formações Eo-Paleozoicas do Grupo Passa Dois (MINEROPAR, 2006).

Seu médio curso é formado basicamente pela Formação Serra Geral (K), onde o canal do rio Ivaí corta os derrames de lavas efusivas (basaltos) e intrusivas (diabásio).

Seu baixo curso é marcado principalmente por formações sequenciais suprabasálticas da Formação Caiuá. De acordo com Barid, Barcha e Mezzalira (1981), essa formação foi observada pela primeira vez por Baker em 1923, e descrita por Washburne em 1930, que a interpretou como sendo de origem eólica.

No período Quaternário, os sistemas fluviais exerceram grande influência na caracterização geológica da área de estudo. Por se tratar de um setor com canais fluviais com baixo stream power (potência do canal), principalmente o rio Ivaí (FUJITA, 2009), há uma diminuição na capacidade de o rio erodir o substrato e transportar sua carga sedimentar. Dessa forma, Fujita (2009) afirma que, nessa área, ocorre o acúmulo de sedimentos provindos desse sistema fluvial, desenvolvendo dessa maneira a planície aluvial, onde o rio Ivaí corre sobre leito móvel, aluvial e não rochoso.

4.1.2 Geomorfologia

Os estudos geomorfológicos na bacia hidrográfica foram realizados principalmente no médio e baixo curso, dentre eles destacam-se os de: Destefani (2005), que estudou o regime hidrológico do rio Ivaí; Kuerten (2006), que estudou a variação longitudinal das características sedimentares e hidrológicas; Biazin e Santos (2008), características geomorfológicas do canal e das formas de leito; Santos et al. (2008), que estudaram a geologia e geomorfologia da planície de inundação; Meurer, Bravard e Stevaux (2010) fizeram uma contribuição metodológica para a gestão de bacias hidrográficas como tema do estudo de ecorregiões; Moraes (2010), que estudou a evolução da planície de inundação e confluência do rio Ivaí e Paraná; Leli (2010), a variação espacial e temporal de carga suspensa; e Guerreiro (2011), a evolução geomorfológica e paleoambiental dos terraços do alto rio Paraná na área de confluência com o rio Ivaí.

No seu curso inferior, o rio Ivaí possui um relevo mais suave, formas planas e altitudes que variam de 400 a 230 m (KUERTEN, 2006). A Formação Caiuá ocorre em toda área de estudo, sendo constituída por depósitos formados em ambientes eólicos, representados por arenito finos e médios que apresentam estratificação cruzada de grande porte. No seu curso inferior, desenvolve uma planície aluvial sendo constituída por uma área de aproximadamente 150 km de extensão, que se estende desde o município de Tapira até a sua foz no rio Paraná, próximo ao município de Icaraíma, conforme com Santos et al. (2008) e Biazin e Santos (2008). De acordo com a Mineropar (2006), a região está inserida na unidade morfoescultural de planícies fluviais, com altitudes que variam entre 200 a 350 m e declividades inferiores a 3%.

Para Santos et al. (2008), a planície é um conjunto de depósitos com mais de 20 m de espessura que se desenvolve simetricamente ao longo do canal e lateralmente ocorre a presença de diques marginais contínuos com até 5 metros. Esses autores classificam a geomorfologia da planície aluvial em seis unidades morfoestratigráficas de idades distintas: *Terraço Paraná, Terraço Ivaí, Planície Paraná-Ivaí, Planície Ivaí, Leque Aluvial e Canal Fluvial*, onde todas as unidades ocorrem em diferentes cotas em relação ao canal fluvial. As unidades morfoestratigráficas podem ser visualizadas na Figura 5.

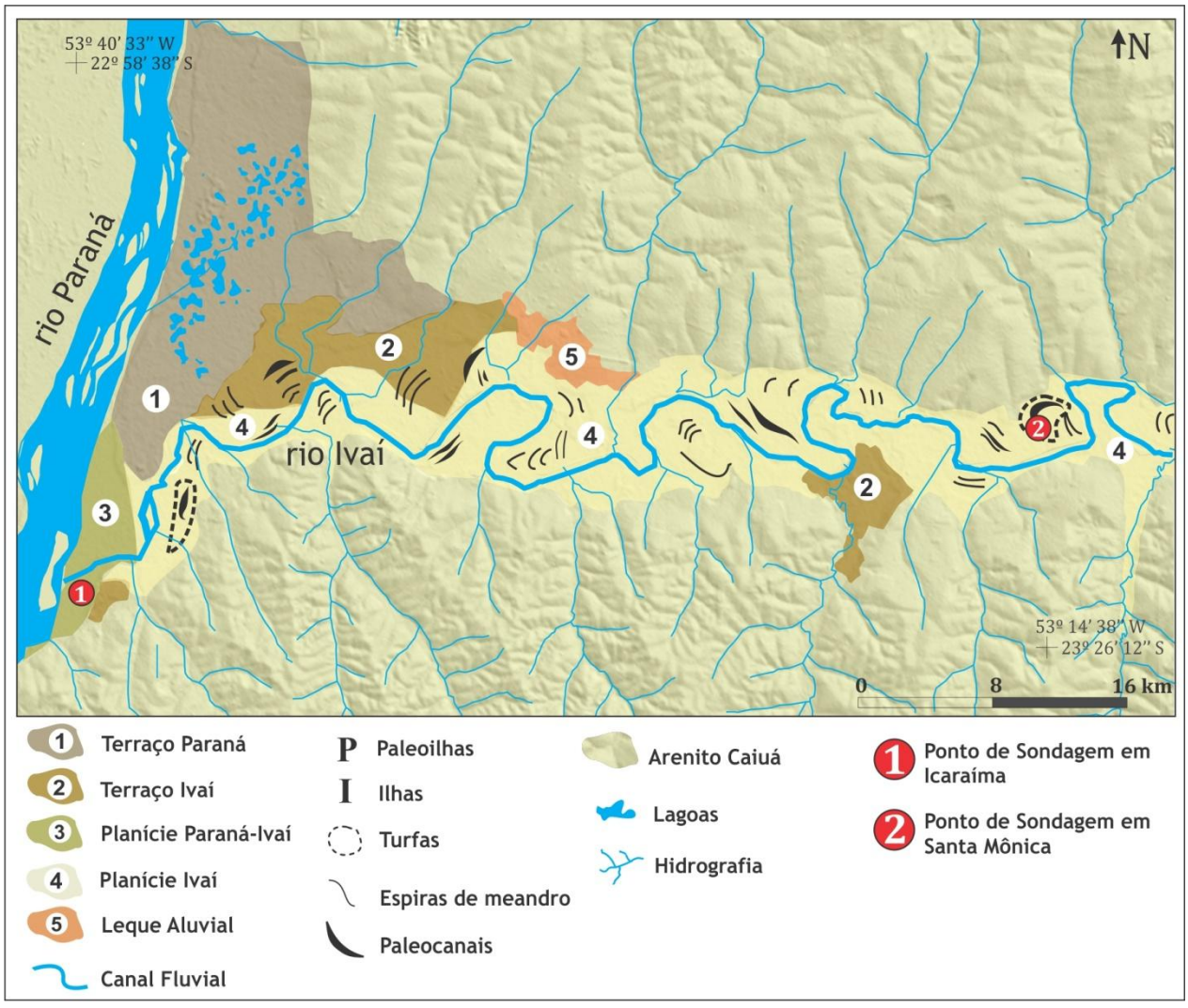


Figura 5: Mapa geológico-geomorfológico da planície do rio Ivaí
Fonte: Santos et al 2008. Adaptado por MARCOTTI, T. C. B. (2011)

A Tabela 1, elaborada por Santos et al. (2008), caracteriza a região em seis unidades morfoestratigráficas, sendo o ponto 1 situado sobre a unidade Planície Paraná/Ivaí e o ponto dois sobre a unidade Planície Ivaí.

Tabela 1: Características das unidades morfoestratigráficas da planície aluvial do rio Ivaí no seu curso inferior

Unidades	**Cotas**	**Morfologia**	**Depósito/ Fácies**	**Feições morfológicas**	**Limite/ contato**
Planície Paraná/Ivaí	231 a 235 m	Plana	Argila, argila com MO* e areias	Paleocanais, dique marginal e pântanos	Evidente
Terraço Paraná	236 a 241 m	Plana	Areia fina a média, cascalho com matriz arenosa, turfas	Lagoas	Evidente
Terraço Ivaí	239 a 247 m	Patamares escalonados planos a pouco ondulados	Pelitos, areia fina maciça com matéria orgânica	Paleocanais, paleoilhas	Evidente
Planície Ivaí	235 a 250 m	Plana com inclinação para o rio	Pelitos, areias e cascalho	Paleocanais, espiras de meandros, dique marginal e turfa	Evidente
Leques aluviais	247 a 291 m	Lobada inclinada para o rio	Areia fina maciça	Leques	Evidente
Canal Fluvial	220 a 235 m	Meândrico encaixado	Pelitos, areias e cascalhos	Corredeiras, barras e ilhas.	Evidente

Fonte: Santos et al. (2008).

4.1.3 Vegetação e clima

De acordo com Maack (1950), a coberta vegetal original dessa área era composta por pântanos e campo de inundação do rio Paraná e Mata Pluvial menos exuberante, hoje denominada de Floresta Estacional Semidecidual. Atualmente essa vegetação está convertida principalmente em uso agrícola e agropecuário, com pontos isolados de vegetação nativa.

Conforme a classificação de Köppen (1948), o clima da região é o Cfa, subtropical úmido mesotérmico com tendência de concentração de chuva nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22ºC e dos meses mais frios é inferior a 18ºC. As precipitações médias anuais são inferiores a 1.600 mm (IAPAR, 2011).

6. METODOLOGIA

6.1 CAMPANHAS DE COLETA DO MATERIAL

Foram realizadas sondagens com auxílio de vibrotestemunhador em dois pontos em margens opostas do baixo Ivaí (Figura 6), com a recuperação de três testemunhos sedimentares. Os pontos foram selecionados com base no mapa de compartimentação morfoestratigráfica propostos por Santos et al. (2008) para o baixo Ivaí, por apresentarem características importantes para a pesquisa, tais como a formação de uma planície aluvial e a presença de paleocanal.

O primeiro ponto (1) está localizado próximo à cidade de Icaraíma, na margem esquerda do rio Ivaí, no compartimento geomorfológico Planície Paraná/Ivaí, e o segundo (2), no município de Santa Mônica, margem direita, no compartimento geomorfológico Planície Ivaí (Figura 6).

Figura 6: Cenas do trabalho de campo em 27/08/2010. (A) e (B) Sondagem com auxílio de vibrotestemunhador e marreta. (C) Retirada do cilindro com sedimentos recuperados
Fonte: MARCOTTI, T. C. B. (2011)

6.2 ANÁLISES ISOTÓPICAS

A matéria orgânica presente nos sedimentos foi datada por Carbono 14 (^{14}C). O carbono natural apresenta dois isótopos estáveis ^{12}C e ^{13}C, e um isótopo radioativo instável ^{14}C. Este último, segundo Miyamoto (1973), apresenta meia vida de 5.760 ± 50 anos. Quando os organismos vegetais ou animais morrem, o ^{14}C se desintegra, diminuindo gradativamente o nível de carbono.

O nível de ^{14}C pode ser utilizado para determinar a idade do material analisado. Foram encaminhadas para o Center for Applied Isotope Studie, da University of Georgia, EUA, duas amostras coletadas no município de Santa Mônica (intervalos entre 20-24 cm e 60-63 cm) e uma no município de Icaraíma (intervalo de 20-24 cm).

Os dados isotópicos de carbono também permitem inferir sobre o tipo de vegetação local, a partir dos valores componentes do carbono do sistema fotossintético vegetais, podendo ser classificado em C_3 ou C_4 e CAM (PESSENDA, 2010). O C_3 é representado predominantemente pela vegetação arbórea e apresenta valores negativos de ^{13}C variando entre δ13C -22‰ a -32‰; as plantas com ciclo C_4 são representadas principalmente por gramíneas tropicais e subtropicais e apresentam valores entre -17‰ a -9‰ (PESSENDA, 2010).

6.3 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

O testemunho de sondagem foi encaminhado para o Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam – LEPAFE, onde o material coletado foi descrito determinando-se cor segundo a Tabela de Munssel. Em seguida, foi realizada a separação do material para a quantificação e identificação de espículas de esponjas e fitólitos.

A metodologia para as análises de espículas de esponjas seguiu a proposta descrita por Volkmer-Ribeiro e Turcq (1996), onde foram separados porções de aproximadamente três gramas do material, sendo extraídas de quatro em quatro centímetros. Em cada amostra sedimentar foram adicionadas cerca de 4 a 5 ml de HNO3 (Ácido Nítrico), em tubo de ensaio, fervendo até que toda matéria orgânica fosse eliminada. Após o processamento químico, o material é lavado com água destilada por três vezes e por último com álcool 70%, agilizando o

processo com centrífuga por 3 minutos a 1000 rpm. Posteriormente, com uso de pipeta de volume fixo, 50 micrômetros da solução foram pingados em lâminas que foram secadas em chapa aquecedora, para cobrir foi utilizado Entellan® e lamínula. As lâminas, bem como o material sedimentar, estão armazenadas no LEPAFE.

Os elementos endo-esqueletares constituídos por sílica, presentes em todas as esponjas de água doce conhecidas, foram avaliadas conforme as categorias descritas por Volkmer-Ribeiro & Pauls (2000), sendo: a) megascleras ou macroscleras – espículas que integram as bases da rede esqueletal e geralmente são as maiores espículas presentes, as megascleras geralmente são mais abundantes nas amostras, entretanto, não permitem distinções específicas nítidas, podendo, no entanto em alguns casos diferenciar alguns gêneros; b) microscleras – são espículas de tamanho reduzido e com a superfície recoberta por espinhos, possuem valor taxonômico na caracterização de gêneros e espécies e c) gemoscleras – são as espículas que recobrem as gêmulas das esponjas de água doce e que constituem o caráter morfológico mais importante para a caracterização de famílias, gêneros e espécies.

As espículas foram identificadas com base na coleção de laminários existente no LEPAFE e na literatura, tendo como principais obras: Tavares e Volkmer-Ribeiro (1997) e Volkmer-Ribeiro e Parolin (2005 e 2010). A contagem das espículas foi elaborada na quantidade absoluta de organismos por lâmina. Para contagens entre: 0 a 10 foram atribuídos organismos como presença raríssima (-); entre 10 a 20 como raro (+-); entre 20 a 30 como presente (+); entre 30 a 40 como frequente (++); entre 40 a 50 como abundante (+++); quando maior que 50 e com presença de gemoscleras, o intervalo sedimentar será classificado como espongofácies (E); quando ausente (Ɵ).

A metodologia utilizada para extração de Grãos de pólen e fitólitos consistiu em aplicar-se gotas ácido clorídrico (HCl) ao sedimento com o intuito de verificar e eliminar os elementos carbonáticos (Figura 7). Em seguida, 18 cm3 do material foram colocados em becker juntamente com hidróxido de potássio a 10% e água destilada, sendo fervidos em chapa aquecedora, para separação das substâncias orgânicas das inorgânicas, lavando o material até ficar com cor clara e deixando-a menos ácida, com pH próximo de 7. Após esse procedimento, o material sedimentar é centrifugado para a retirada do excesso de água e adicionado cloreto de zinco (ZnCl2) com densidade de 2,2 g/cm3. O conteúdo resultante é lavado com água destilada e pipetado sobre lâminas com Entellan® e lamínulas, conforme técnica descrita por Faegri e Iversen (1975). As

lâminas preparadas para fitólitos e grãos de pólen, estão armazenadas no LEPAFE (código L95,96.C.8-L.104-106.C.9).

Figura 7: Metodologia de grãos de pólen e fitólitos. a) material para análise; b) queima do material com hidróxido; c) primeira lavagem do material e d) material após um dia de lavagem
Fonte: MARCOTTI, T. C. B. (2011)

A identificação taxonômica dos grãos de pólen e esporos foi feita com base nos trabalhos de Barth et al. (1976), Neves & Lorscheitter (1992; 1995), Garcia (1997; 1998), Lorscheitter et al. (1998; 1999), Coelho & Barth (2000) e na coleção de referência de polens e de esporos de plantas recentes que se encontram no LEPAFE.

A identificação dos fitólitos foi feita com base nas descrições taxonômicas e da nomenclatura proposta por Madella et al. (2005), onde foram determinados segundo a nomenclatura do autor e obra referida. Foram estabelecidas contagens absolutas por lâmina, sendo que a soma total dessa diversidade taxonômica deveria alcançar um número de 200, sendo

estabelecido por Madella et al. (2005). Segundo Calegari (2009), os termos devem ser mantidos em Inglês, para facilitar a correspondência com a literatura internacional, já que não existem traduções oficiais deles para a língua portuguesa. Foram aplicados índices fitolíticos, para medir:

i. Índice **D/P**: É a proporção de fitólitos característicos dos elementos lenhosos em relação à soma de fitólitos de gramíneas (COE, 2009); utilizado para medir a densidade da cobertura arbórea, onde se utilizou Globular granulate dividido por todos os fitólitos de *Poaceae* (gramíneas), como segue:

D/P = *Globular granulate* / (*bilobate short cell* + *cross* + *saddle* + *acicular* + *elongate* +*cuneiform e parallepiped bulliform cells*).

Com o índice aplicado, os resultados obtidos acima de 150 são considerados para Florestas Equatoriais (ALEXANDRE et al., 1997), de 10 a 7 é considerado Floresta perene, de 1.16 a 0,33 uma Savana alta e 0,1 a 0 Savana baixa e Estepe (BREMOND et al., 2005).

ii. Índice climático (**Ic**): Segundo Coe (2009), esse índice indica a adaptação da formação vegetal a uma temperatura mínima e/ou à Pressão Parcial. O cálculo é dado pela seguinte fórmula:

Ic (%) = *[(Rondel + Trapeziform polylobate + Trapeziform short cell) / (Rondel + Trapeziform polylobate short cell + Trapeziform short cell + Saddle + Cross + Bilobate short cell)] x 100*

iii. Índice **Bi**: esse índice verifica os morfotipos cuneiforms e buliforms precipitados na célula da planta durante um estresse hídrico. Segundo Coe (2009), esse índice permite estimar a aridez do ambiente. Esse índice é dado pela formula dos seguintes morfotipos:

Bi % (Fs) = *Bulliform / [(short cells + acicular + bulliform)] x 100*

iv. Índice **Iph** (*Chloridoideae/Chloridoideae+Panicoideae*): segundo Coe (2009), esse índice é um bom indicador da relação entre gramíneas com ciclo fotossintético C_4 baixas (*Chloridoideae*) relativamente à soma de fitólitos de gramíneas altas de ciclo fotossintético C_4 (principalmente *Panicoideae*). O índice demonstra a capacidade de adaptação da formação vegetal à aridez.

Iph: ***[Sadle/(Sadle+Cross+ Bilobate short cell)] x 100***

6.4 ANÁLISE SEDIMENTAR

As análises granulométricas e teor de matéria orgânica foram realizados no Laboratório do Grupo de Estudos Multidisciplinar do Ambiente – GEMA, da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Seguiram-se os padrões estabelecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1997). Foram analisadas as granulometrias de todas as fácies amostradas no testemunho. Utilizou-se aproximadamente 20 g de material coletado em cada amostra.

Para o material turfoso, foi necessário realizar queima da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio e água destilada em chapa aquecedora a 60ºC. Em seguida, o material foi disperso em becker de 250 ml, com adição de 10 ml de solução natural de pirofosfato de sódio e 100 ml de água destilada, deixando repousar por 24 horas. Após esse período, as amostras são agitadas mecanicamente por 10 minutos e, logo depois, de peneiradas. O material é lavado com água destilada para a retirada da argila.

O material arenoso resultante é secado em estufa a 105°C (BOUYOUCOS, 1962). Após um período de 24 horas na estufa a 110°C, a fração arenosa é peneirada em malha de 0,250 mm para separação de finos e grossos. Após, todas as amostras são pesadas e lançadas no programa Microsoft Excel®, onde é calculada a porcentagem de cada um dos materiais. Para determinação do teor de matéria orgânica foram amostrados 5 g de turfa de 3 em 3 cm, levados a mufla à temperatura aproximada de 600º C durante 4 horas.

A avaliação da humosidade da turfa obedeceu à classificação de von Post (Tabela 2), realizada em campo, observando o grau de decomposição e a coloração do material.

Tabela 2: Tabela de von Post

<table>
<tr><th rowspan="2">Grau de Humificação</th><th rowspan="2">Características</th><th rowspan="2">Cor da água que flui entre os dedos</th><th rowspan="2">Fração da Turfa que flui entre os dedos</th><th colspan="2">Resta na Mão</th></tr>
<tr><th>Forma</th><th>Estrutura Vegetal</th></tr>
<tr><td>H1</td><td>Sem decomposição</td><td>Incolor</td><td rowspan="4">Não passam sólidos entre os dedos</td><td rowspan="3">Não tem aspecto gelatinoso</td><td rowspan="4">Estrutura vegetal nitidamente reconhecível</td></tr>
<tr><td>H2</td><td>Muito pouca decomposta</td><td>Ligeiramente castanha</td></tr>
<tr><td>H3</td><td>Fracamente decomposta</td><td>Castanha fraca</td></tr>
<tr><td>H4</td><td>Decomposta fracamente</td><td>Muito castanha</td><td rowspan="4">Apresenta aspecto gelatinoso</td></tr>
<tr><td>H5</td><td>Decomposta</td><td rowspan="5">Líquido bem escuro</td><td>Pouco sólidos fluem</td><td>Ainda poucos restos vegetais reconhecíveis</td></tr>
<tr><td>H6</td><td>Bem decomposta</td><td>Passa 1/3 do volume</td></tr>
<tr><td>H7</td><td>Fortemente decomposta</td><td>Passa metade do volume</td><td>Restos vegetais muito pouco reconhecíveis</td></tr>
<tr><td>H8</td><td>Muito fortemente decomposta</td><td>Passa 3/5 do volume</td><td colspan="2" rowspan="2">Ficam na mão resíduos de fibras, raízes, etc.</td></tr>
<tr><td>H9</td><td>Quase integralmente decomposta</td><td>Passa quase tudo</td></tr>
<tr><td>H10</td><td>Completamente decomposta</td><td>Flui integralmente entre os dedos</td><td colspan="2">Sobra muito pouco ou quase nada nas mãos</td></tr>
</table>

Fonte: Hórak, 2009.

7. RESULTADOS

7.1 SEDIMENTOLOGIA E DADOS ISOTÓPICOS

A sondagem realizada no ponto 1, no município de Icaraíma, (coordenadas S23º17’95’’ e W53º40’43’’), com elevação de 234 m, foi realizada próxima à planície de inundação Paraná/Ivaí (Figura 3 op. cit.), apresentando transições abruptas, gradativas e alguns mosqueamentos:

i) da base até 114 cm, material composto por areia média a fina (antigo canal);
ii) de 114 a 63 cm, transição abrupta, material formado por argila com a presença de bioturbação de raízes e mosqueamento por óxido de ferro e,
iii) 63 cm ao topo, uma transição gradual com material orgânico com argila de cor preta.

Os resultados granulométricos também apresentaram variações nos padrões de areia. As maiores percentagens de fração arenosa estão localizadas na base do perfil. As frações de argila e silte se concentram no meio do perfil e acima de 63 cm onde há uma diminuição gradativa nos percentuais finos (argila e silte). A concentração da matéria orgânica se localizou de 20 cm ao topo.

A sondagem ponto 2, foi realizada no paleocanal da planície do rio Ivaí, no município de Santa Mônica (coordenadas S23º12’75’’ e W53º05’45’’), com elevação de 254 m, se encontra no compartimento morfológico da Planície Ivaí (Figura 4 op. cit.).

A sondagem atingiu 160 cm de material sedimentar, onde foi possível observar uma sucessão de transições faciológicas abruptas no testemunho:

i) da base até 107 cm material composto por areia fina a grossa, sendo correlacionada ao antigo canal existente no local;
ii) de 107 a 60 cm, argila com alguns mosqueamentos;
iii) de 60 cm ao topo observou-se a presença de um material orgânico.

Os resultados granulométricos indicaram variações nos padrões de areia, tendo uma diminuição dos percentuais de fração arenosa em direção ao topo. Os maiores percentuais de areia estão localizados na base da sondagem. As frações de argila e silte estão concentradas no meio do perfil, com decréscimo aproximado de 75% da fração arenosa. Os maiores teores de matéria orgânica tendem a se concentrar no topo do perfil, acima de 60 cm.

Os sedimentos presentes na Planície Ivaí, ponto 2 (Santa Mônica), comparados ao da planície Paraná/Ivaí, ponto 1, (Icaraíma) apresentam-se mais espessos, sendo possível observar um estágio mais avançado de decomposição da matéria orgânica no paleocanal de Santa Mônica.

Na Planície Paraná/Ivaí, ponto 1, existe um material orgânico em estágio inicial de formação, ainda bem fibroso.

Foram também verificadas as cores dos materiais encontrados em cada um dos tubos, sendo utilizada a tabela de Munsell. No testemunho de Icaraíma, ponto 1, foram encontrados sedimentos correspondentes à página da tabela Gley que indica sedimentos com coloração mais escura a acinzentada, já no testemunho de Santa Mônica, ponto 2, foram encontrados colorações do sedimento referentes às páginas 75YR e Gley.

A datação obtida em Icaraíma, ponto 1, no intervalo de 20-24 cm revelou uma idade de 2.040 ± 30 AP. Já as datações obtidas em Santa Mônica, ponto 2, no intervalo de 20-24 cm revelaram uma idade de: 850 ± 30 anos AP. No intervalo entre 60-63 cm revelaram uma idade na coluna sedimentar de Santa Mônica correspondente ao Pleistoceno Tardio 22.090±25 anos AP (University of Georgia, Center for Applied Isotope Studies, protocolo nº 8619).

7.2 CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS

Os sedimentos encontram-se distribuídos ao longo da planície aluvial do rio Ivaí. O material orgânico encontrado nas sondagens tem de 20 a 30 cm na Planície Paraná/Ivaí (Icaraíma) e média de 60 a 70 cm de espessura, na região da Planície Ivaí (Santa Mônica). Os sedimentos orgânicos, na região de Santa Mônica, diferenciam-se quanto ao grau de decomposição. Entre 63 cm até 24 cm, os sedimentos apresentam-se bastante decompostos e, em contato abrupto com sedimentos menos decompostos, com características fibrosas entre 24 cm até o topo.

Conforme a tabela de von Post, o material encontrado em Icaraíma pode ser classificado com um material H5, apresentando-se decomposto, com presença de líquido bem escuro, poucos sólidos e com um pouco de pegajosidade e matéria gelatinosa com fragmentos de plantas.

Em Santa Mônica, o material encontrado foi classificado do topo a 24 cm, como H5, apresentando-se decomposto, com presença de líquido bem escuro, poucos sólidos e com um pouco de pegajosidade; mas de 24 a 59 cm foi classificado como H7, sendo fortemente decomposto, com presença de líquido bem escuro, muito mais pegajoso que o anterior e os restos vegetais são muito pouco reconhecidos. As porcentagens médias de matéria orgânica em Icaraíma foram de 9,07% (Figura 8)

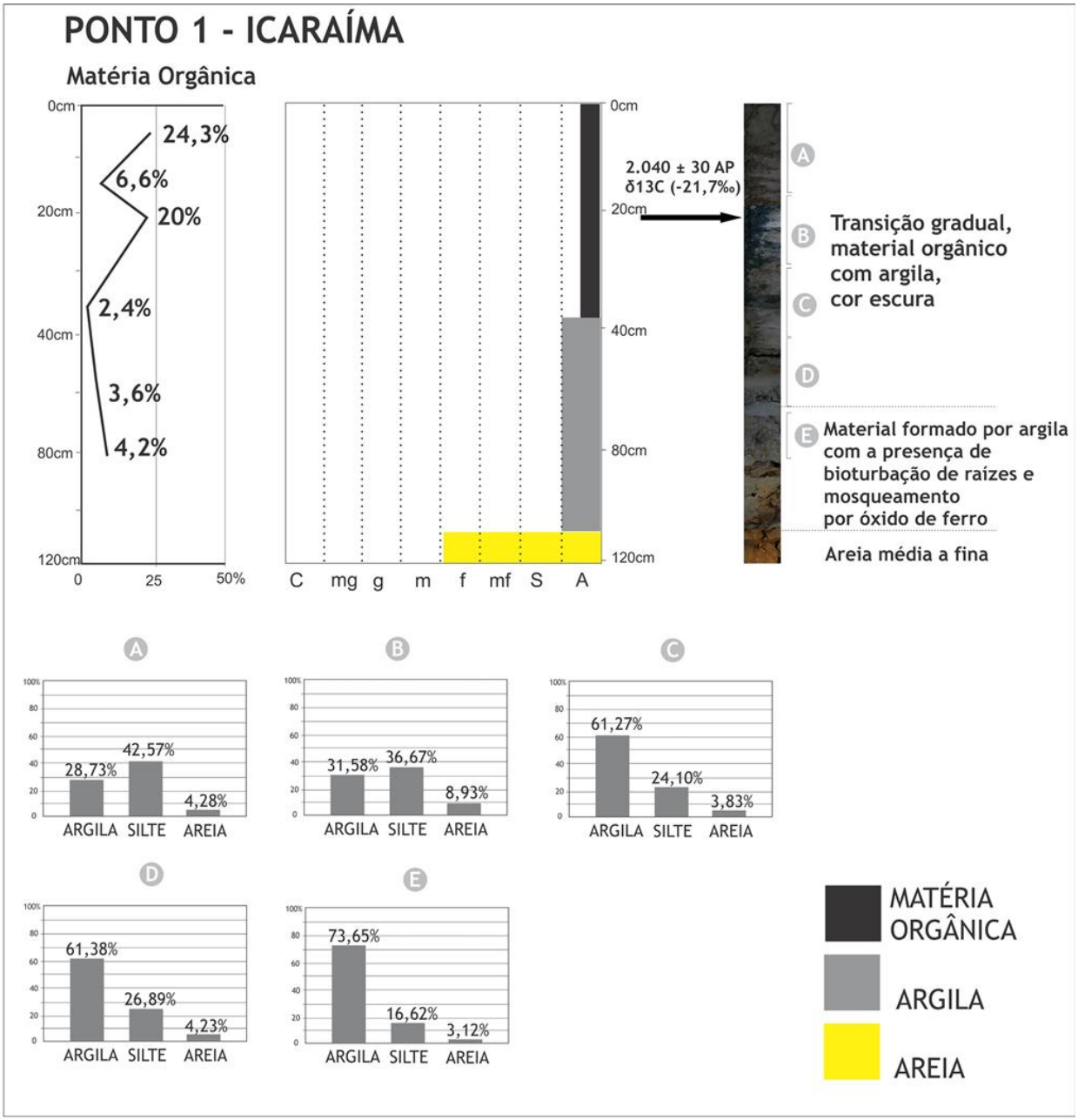


Figura 8: Perfil sedimentológico mostrando a variação de fácies sedimentares no ponto 1, Icaraíma, PR
Fonte: MARCOTTI, T. C. B. (2011)

Em Santa Mônica a média foi de 10,02% (Figura 9).

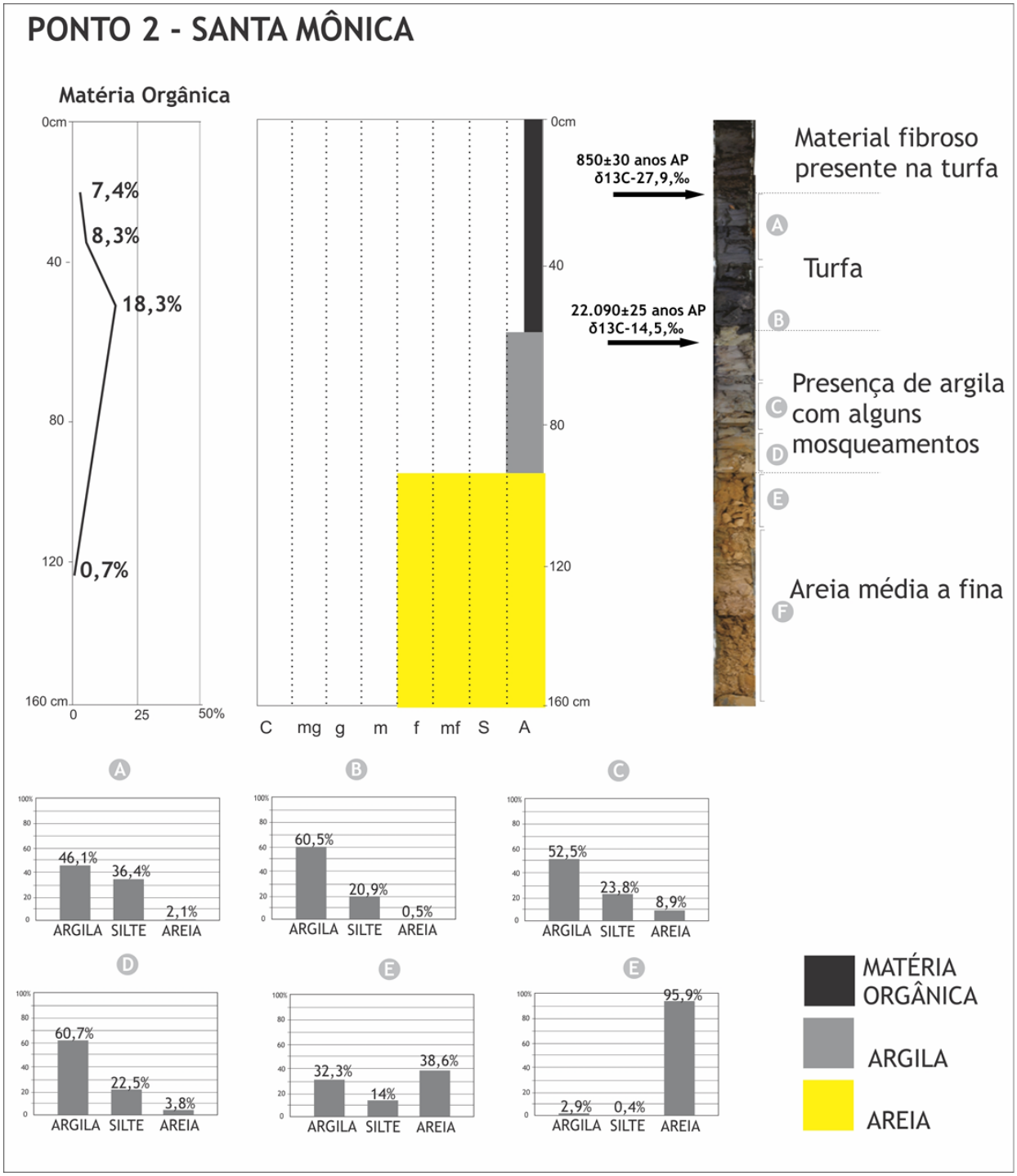


Figura 9: Perfil sedimentológico mostrando a variação de fácies sedimentares no ponto 2, em Santa Mônica, PR
Fonte: MARCOTTI, T. C. B. (2011)

7.3 ANÁLISES DOS MICROFÓSSEIS

Foram encontradas diversas formas de fitólitos (Figura 10), avaliadas e quantificadas segundo Madella (2005). A abundância e a diversidade de fitólitos foram encontradas do meio ao topo do perfil, sendo encontradas espículas de esponjas principalmente na base de ambos os testemunhos.

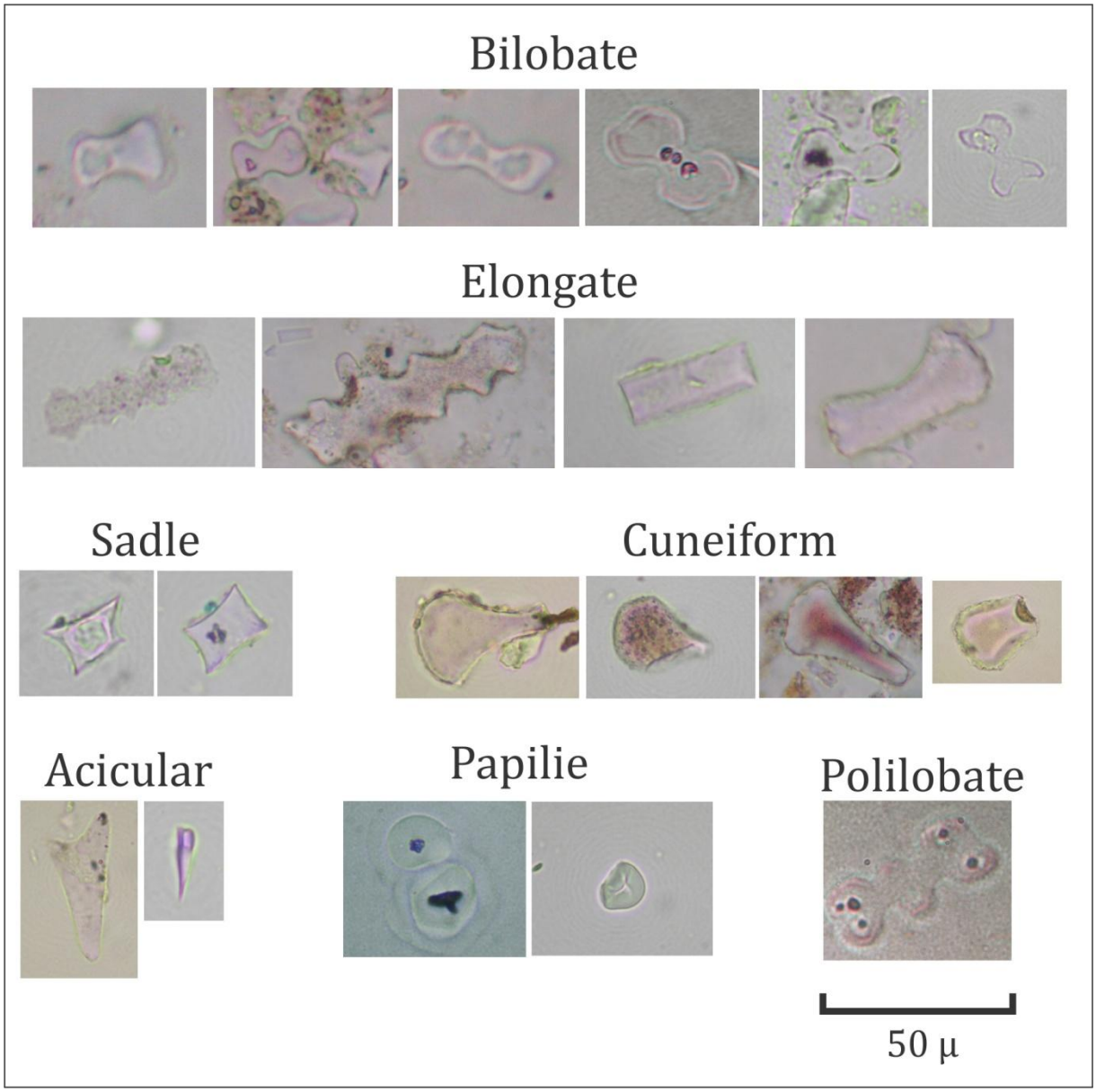


Figura 10: Formas de fitólitos encontradas na área estudada
Fonte: Tais Cristina Berbet Marcotti e Mayara Monteiro

No ponto 1, foi encontrado um número muito grande de *Cuneiform*, *Bilobate*, *Bulliform* e *Elongate*, sendo os morfotipos mais frequentes encontrados do topo ao meio do perfil. Em direção à base, a diversidade e a quantidade de fitólitos diminui e na fácies com maior fração arenosa ocorre uma abundância de espículas de esponjas, um indicativo de depósito de canal ativo.

As espículas de esponjas (Figura 11) são encontradas ao longo de todo o perfil de sondagem, o que indica possíveis picos de cheia, e que acabaram depositando esse material junto ao sedimento mais argiloso. No topo da sondagem, na fácies rica em matéria orgânica também foi possível encontrar esporadicamente algumas espículas, já que esse material se encontra, em alguns períodos do ano, recoberto por águas dos rios Paraná ou Ivaí.

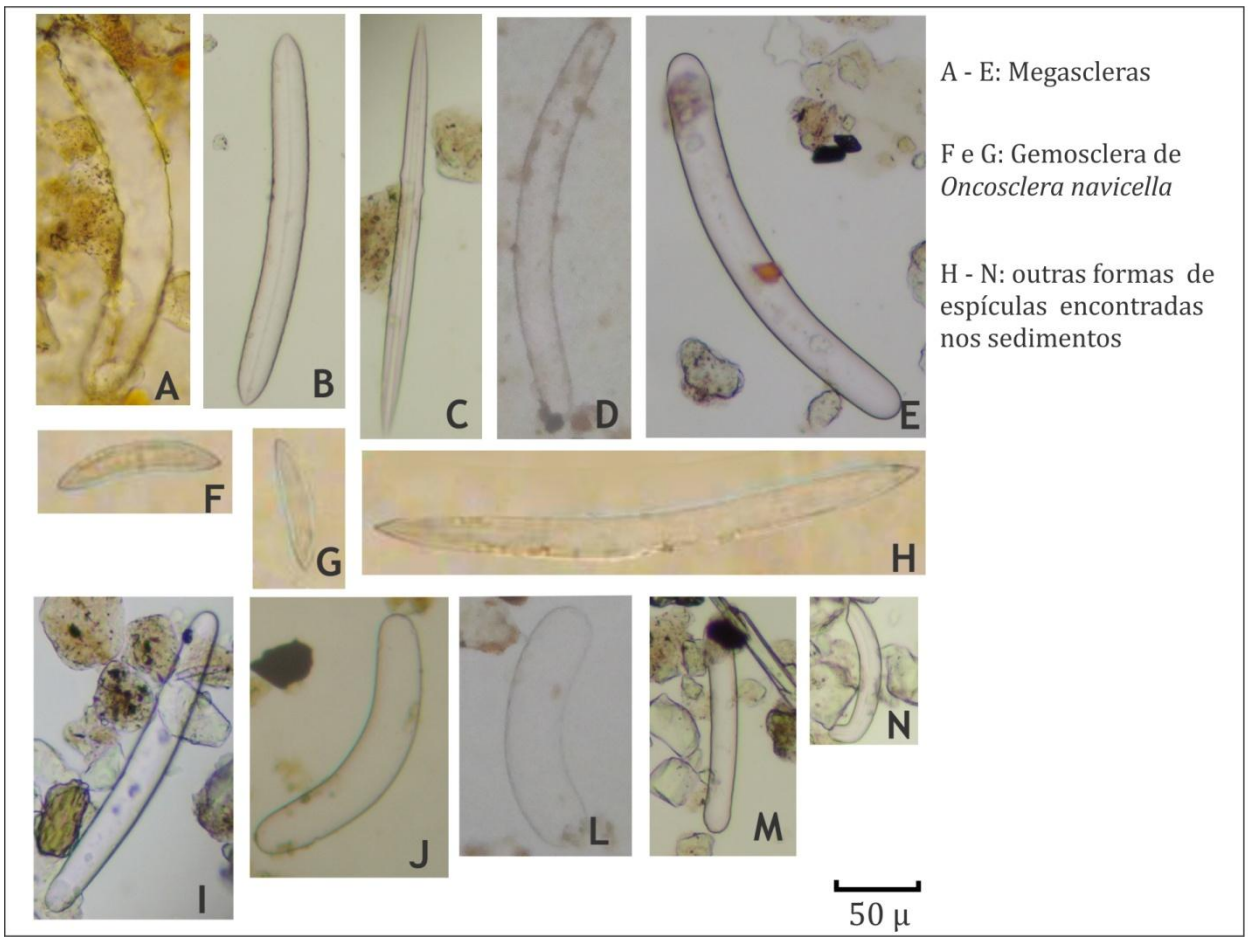


Figura 11: Formas de espículas de esponja encontradas na área estudada
Fotos: Tais Cristina Berbet Marcotti

Nesse perfil não foram encontradas gemoscleras inteiras, apenas fragmentos foram detectados. De 14 a 60 cm, foi o período com maior frequência de fitólitos. Para as esponjas predominou o intervalo de 100 cm até a base.

No perfil de sondagem de Santa Mônica (ponto 2) constatou-se a presença de espículas de esponjas continentais. Com os resultados obtidos, foi possível averiguar que, da base até 150 cm, com presença de gemoscleras, foi possível identificar a presença da espécie Oncosclera navicella (Carter 1881). Entre 150 e 105 cm observou-se que o número de espículas de esponjas inteiras decai e o número de fragmentos de espículas aumenta. Acima de 105 cm é possível encontrar esporadicamente algumas espículas de esponjas, contudo não apresentam resultados significantes, sendo possível observar nas lâminas a presença de fitoclastos e fitólitos em abundância.

Para os fitólitos, a abundância e a diversidade se encontram no intervalo de 20 a 104 cm. Em direção à base, a diversidade e a frequência diminuem e ocorre um aumento de espículas. A 20 cm do topo do testemunho, ocorre a presença de fitoclastos e material vegetal ainda sem ser decomposto.

No topo do testemunho, usando-se os morfotipos dos fitólitos, foram elaborados três cálculos distintos com intuito de determinar o índice climático local (IC); índice D/P ou de cobertura arbórea (relação lenhosas e gramíneas) e o índice Bi (estresse hídrico), em ambas as sondagens.

Foram encontrados grãos de pólen no material (Anexo 1), contudo não foram passíveis de utilização para auxiliar na reconstrução do ambiente devido ao número limitado. Depois de quantificados e aplicados os índices, os dados foram dispostos em gráfico para melhor análise e separados em fases para compreender cada um dos eventos (Figura 12).

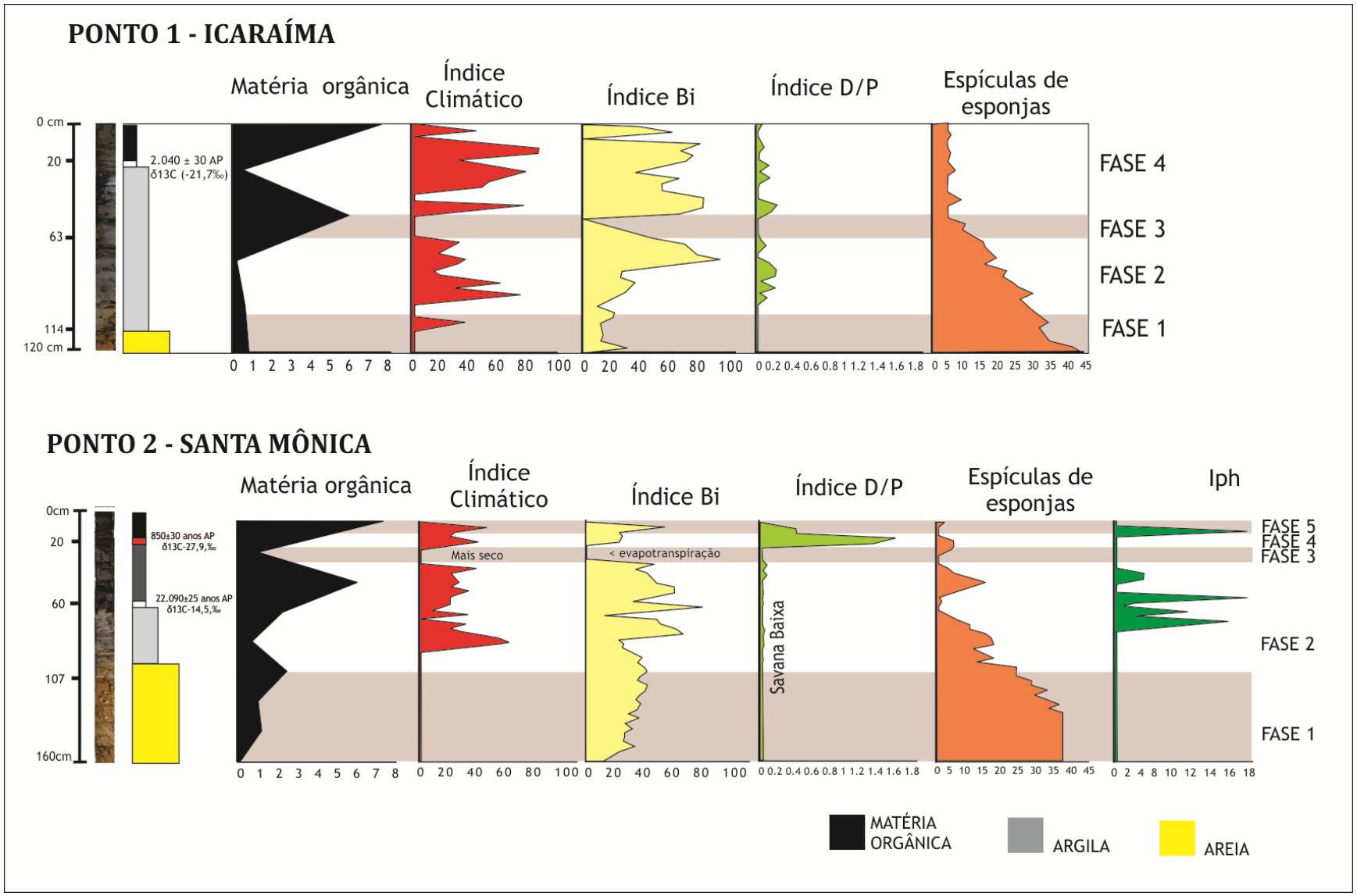


Figura 12: Gráficos dos índices fitolíticos e fases
Elaboração: Tais Cristina Berbet Marcotti

8. DISCUSSÕES

8.1 PALEOAMBIENTES

Na sondagem realizada em **Icaraíma**, diferentemente da condição encontrada em Santa Mônica, não foi possível o cálculo do Iph, pois não foi encontrada a forma Globular. Mesmo assim, levando-se em conta os outros marcadores, foi possível determinar quatro fases distintas, sendo:

Fase I: entre 120 a 114 cm (Figura 12), representada por areia fina e média, com pouca quantidade de matéria orgânica (~1%). Tomando por base a grande quantidade de espículas de esponja presentes nessa sequência e a granulometria, é possível afirmar que, no passado, existia no local um canal ativo e turbulento. Assim como ocorreu na fase I de Santa Mônica, verificou-se que as espículas são da família *Potamolepidae*, sendo identificadas gemoscleras da espécie *O. navicella*. A ocorrência de fitólitos aumenta da base para o topo. Os morfotipos presentes são praticamente todos do tipo bulliforms, que são os mais robustos e pesados. As outras formas de fitólitos ocorreram de forma esporádica, impossibilitando a execução dos cálculos dos índices (Bi, Iph. Ic, D/P). Tal condição é indicativa de que provavelmente o depósito do material não foi in situ, mas trazido de outros locais e as formas menos robustas como *Globular*, *Bilobate* entre outras não foram depositadas no local.

Fase II: entre 114 a 60 cm (Figura 12). A baixa frequência de espículas de esponjas da base em direção ao topo é indicativa do abandono do canal com gradativa colmatação, com baixa concentração de matéria orgânica (~1%). O índice Ic indicou um ambiente mais quente, uma oscilação da temperatura variando de 20% a 70%, podendo-se inferir que o clima pode ter sofrido algumas alterações, ou que o material não foi totalmente depositado. A cobertura local que vigorava na época é indicada pelo índice D/P como Savana baixa (~0,2%). Os dados Bi mostram que havia grande oscilação da evapotranspiração e umidade do solo (20% a 80%).

Fase III: de 60 a 40 cm (Figura 12). Houve um aumento da matéria orgânica quando comparada com a fase anterior (~6%). A diminuição das espículas de esponja perceptível no intervalo de 60 a 40 cm mostra que houve poucos eventos de cheia. O índice Bi (~0,5) indica valores baixos para evapotranspiração. Já o índice D/P indicou valores $\leq$ 0,2, mostrando a

permanência da savana baixa. Já os dados de Ic podem indicar um ambiente mais frio que a fase II e mais frio que o atual.

Fase IV: intervalo de 20 cm ao topo (Figura 12), datado em 2.040 ± 30 AP, com valores de δ13C (-21,7‰), indica predominância de plantas do tipo C_4. A oscilação da matéria orgânica pode estar relacionada aos picos de cheia na planície, fato também corroborado pela presença de espículas de esponjas. Todos os índices fitolíticos determinados demonstram que vigoram as condições atuais: mais quente, maior evapotranspiração que a fase III, os índices Ic e Bi variando de 40% a 80% e DP menor que 0,2 indicando a presença de vegetação tipo Savana Baixa.

No sedimento recuperado de **Santa Mônica** foi possível a reconstituição de cinco fases ambientais distintas, sendo:

Fase I: Entre 160 a 95 cm (Figura 12 op. cit.). Presença de areia fina a média entre 160 a 95 cm. Constata-se neste treco a presença de um canal ativo por meio das análises granulométricas e presença de espículas de esponja. Nessa fase, há grande quantidade de espículas encontradas no registro sedimentar, o que confirma a presença de um canal ativo. A presença de *Oncosclera navicella* é indicativa de rios de fluxo turbulento, fato que é corroborado pela presença de megascleras típicas da família *Potamolepidae* e *Brien* constituídas espículas silicosas envolvidas numa bainha de esponjina, formando um retículo silicoso (VOLKMER-RIBEIRO, 1999). A grande maioria dos espécimes dessa família tem como hábitat rios de fluxo turbulento (VOLKMER-RIBEIRO e TAVARES, 1997). Os fitólitos ocorrem em baixa quantidade, sendo grande a presença de fitólitos mais robustos e pesados, como, por exemplo, os bulliforms. A predominância dessa forma é a evidência de transporte e não de desenvolvimento/deposição in situ. Os índices de matéria orgânica aumentam suavemente da base para o topo, porém não ultrapassam 3%. O conjunto de dados é a evidência da existência de um canal fluvial ativo com grande fluxo que predominou durante o Pleistoceno Tardio, anterior a 22.090 anos AP. Os índices fitolíticos não foram possíveis de ser realizados devido à ausência de fitólitos. A presença de espículas de fluxo turbulento remete a um clima mais úmido.

Fase II: Entre 95 a 60 cm (Figura 12). A presença de argila evidencia a colmatação paulatina do canal fluvial. A presença de espículas de esponjas caracteriza alguns pulsos de cheia esporádicos no local. O aumento do índice Bi (Ponto 2, da Figura 12) indica um aumento, possivelmente ligado a um aumento da evapotranspiração. O índice Iph demonstrou o predomínio

do tipo botânico da família Chloroidoideae, evidenciando condições de temperatura elevada. O índice D/P caracteriza uma vegetação com características de Savana baixa, resultado esse corroborado pela média dos valores de $\delta\ ^{13}C$ (-14,5‰), de predominância de gramínea C_4. O Ic demonstra um ambiente com variações de seco para úmido, podendo estar relacionado aos picos de cheias decorrentes do rio. Essa fase pode ser interpretada como mais seca e provavelmente mais quente que a atual, onde ainda vigoravam espécies de porte baixo.

Fase III: Entre 60 e 24 cm (Figura 12), marcado pela diminuição dos teores de matéria orgânica depositada no paleocanal, esse material orgânico pode ter sido trazido por picos de cheia marcados pela deposição de espículas de esponja nos intervalos de 60 a 24 cm. O índice D/P (<0,2) indica um retrocesso da vegetação, porém ainda com características de Savana Baixa. É possível observar, através do Ic (20), resultados de uma maior evapotranspiração e menor deposição orgânica, com média de 4%. Pelo índice Iph é possível observar um aumento da aridez do ambiente. Esse período pode ser caracterizado como um período mais seco que o anterior, podendo ser correlacionado com o Último Máximo Glacial.

Fase IV: Marcada no intervalo de 24 a 12 cm (Figura 12), com idade inferior a 850 anos ± 30 AP. Nessa fase, os valores de $\delta^{13}C$ -27,9‰ indicam uma mudança na vegetação com predominância de gramínea e plantas do tipo C_3. A presença de espículas de esponjas no sedimento indica que o canal ainda tinha contato esporádico com a planície em períodos de cheia. O índice D/P apresenta um aumento evidenciando o aumento da cobertura arbórea, sendo que seu valor chega a 1,6. Tem-se um aumento da matéria orgânica preservada no local (8%). O Ic indica um clima mais úmido que o anterior, com valores em média de 30. O Iph demonstra um ambiente mais úmido. Essa fase pode ser interpretada como mais úmida em relação às anteriores

Fase V: de 12 cm ao topo (Figura 12), marcado por uma fase mais antropizada, onde foi inserida a cultura de arroz, vegetação com característica C_3 com aumento da matéria orgânica (8%) e redução total da presença de espículas.

Os intervalos sedimentares descritos da fase I de Santa Mônica apresentam semelhanças quanto à forma e os bioindicadores encontrados na planície de inundação de Icaraíma também em sua fase I. Em ambas fases foi possível a detecção de gemoscleras de *O. navicella* - fato já descrito por Marcotti, Parolin e Santos (2011). A espécie tem ampla distribuição no continente sul-americano, correndo da Venezuela até a Argentina. É típica de fundos rochosos, em águas rápidas e bem oxigenadas e, excepcionalmente, ocupando substratos vegetais em várzeas

inundadas (VOLKMER-RIBEIRO & TAVARES, 1997; VOLKMER-RIBEIRO & PAROLIN, 2010). Sua presença é prova irrefutável de que na fase I (Santa Mônica e Icaraíma) existia um leito fluvial no local, no entanto, em relação à datação, é possível afirmar que a fase I de Santa Mônica está relacionada ao Pleistoceno Tardio, pois a fase II ultrapassa os 22.000 anos. É possível que a fase I de Icaraíma também seja correlata ao Pleistoceno.

Em Santa Mônica e Icaraíma, na fase II ocorrem condições ambientais semelhantes, marcadas por abandono do canal e posterior colmatação, com alguns picos de cheia indicados pela presença de espículas. Da mesma forma que a fase I, essa fase em Santa Mônica está relacionada ao Pleistoceno Tardio, sendo muito provável que em Icaraíma ela também seja correlata a essa época.

Estudos já foram realizados por Guerreiro (2011), utilizando bioindicadores (espículas de esponja, fitólitos e diatomáceas) no alto curso do rio Paraná, na região de Querência do Norte/PR, a 45 km do ponto localizado no município de Santa Mônica e a 30 km do município de Icaraíma. Esses estudos indicaram dois eventos secos, um evento marcado na Lagoa Coceira, datado em 26.900 ± 5.000 (LOE) e outro na Lagoa Milharal, datado em 20.600± 4.800 (LOE). As condições paleoambientais indicadas por Guerreiro (2011.) são consoantes às descritas por Parolin (2006) no sudeste do Mato Grosso do Sul próximo à divisa com o Estado do Paraná. Parolin (2006), Parolin et al. (2006) e Parolin et al. (2007) apontam, com base em espículas de esponjas, períodos mais secos datados em TL 32,740 ± 163 anos. Considerando que esses estudos focaram locais muito próximos aos pontos amostrados em Santa Mônica e Icaraíma, bem como considerando os períodos datados, é possível afirmar que a região teve forte recrudescência climática durante o Último Máximo Glacial.

A fase IV de Icaraíma e Santa Mônica apresenta valores de datação divergentes. Em Santa Mônica, quando se observa a datação de 850 anos AP a 23 cm e se executa a diferença em relação à fase III, datada em 22.090 anos AP a 63 cm, é possível determinar que houve uma taxa de deposição extremamente lenta de 0,00183 mm/século desde do Pleistoceno Tardio. Em Icaraíma, a datação atingiu 2.040 anos AP a 24 cm. Em que pese a diferença de datação, observa-se certa coincidência dos índices de fitólitos. A diferença marcante se dá no índice de D/P que, em Icaraíma, é menor que 0,2 enquanto que, em Santa Mônica, chega 1,6. Tal dado sugere que em Icaraíma ocorria há 2.040 anos AP a predominância de vegetação tipo Savana Baixa, enquanto que em Santa Mônica há 850 anos apresentava-se como do tipo savana mais alta e

densa que a encontrada em Icaraíma. Barczyczyn (2001) e Barczyczyn et al. (2001), com base em análises de ^{13}C e palinologia, e Medianic & Stevaux (2003), através de estudos realizados com grãos de pólen e esporos de plantas terrestres e aquáticas, zigosporos e colônias de algas, registram um período mais seco que o atual no alto rio Paraná há 1.700 anos. Na região do Segundo Planalto paranaense, Guerreiro (2011) informa sobre períodos mais secos a partir de 2.000 anos AP. Tais interpretações corroboram as estabelecidas para Icaraíma I.

A fase V de Santa Mônica lhe é exclusiva, já que em Icaraíma a planície em questão encontra-se ainda com inundações periódicas pelo rio Ivaí e Paraná. Foi observado que o material do topo, além de mais jovem, também é menos decomposto do que o de Santa Mônica.

8.2 ANÁLISE DO MATERIAL SEDIMENTAR

Os sedimentos encontrados em Icaraíma apresentaram-se, segunda a classificação da tabela de von Post, como material mais antigo e bem decomposto. Esse material é constituído de fibras de origem vegetal, facilmente identificado, e o material mais antigo é constituído por um estágio avançado de decomposição e menor teor de fibras.

A cor da turfa pode variar, dependendo do grau de decomposição e da quantidade de matéria orgânica, sendo que a coloração do material corresponde às descritas por Suguio (1999) para descrição de material turfoso, com cores de marrom a preto. O material mais escuro remete ao mais decomposto e mais antigo.

Esse tipo de situação acima não pode, contudo, ser aplicado na área estudada, já que a maioria dessas aplicações foram feitas para um clima temperado. Segundo Franchi (2000), áreas de clima subtropical podem acelerar o grau de decomposição do material orgânico, na maioria das vezes falseando os resultados e simulando sedimentos turfosos – o que se pode encontrar na área de estudo ou região. O material, aparentemente, apresenta-se bem decomposto e com coloração escura, como está na tabela de von Post, remete a material antigo. As datações obtidas na fase I de Icaraíma e Santa Mônica indicam um material jovem (2.000 e 850 anos AP), sendo que o principal acelerador de suas características de Turfa é o clima.

O material encontrado em Santa Mônica no intervalo de 24-63 cm possui idade de 22.090 anos AP, material mais antigo e que aparentemente apresenta características de Turfa,

contudo o sedimento não é uma Turfa, já que não apresenta os teores de matéria orgânica necessários para ser considerado como tal.

A quantidade média de matéria orgânica expressa em ambos os testemunhos não ultrapassou 10%. Para poder ser caracterizado como turfa, necessita-se ter em média uma quantidade superior ou igual a 50% de material orgânico (VALLADARES, 2003). Com base na análise granulométrica e na classificação de turfa já descrita, o material orgânico presente nos testemunhos indicou que os depósitos presentes nos paleocanais, antes designados como turfas por Santos et al. (2008), são, na realidade, sedimentos orgânicos.

Segundo a FAO (1974), pode ser considerados solos com matéria orgânica aqueles que contenham maior ou menor quantidade de compostos orgânicos, sendo eles:

- 12% ou mais de carbono orgânico (expresso em peso), se a fração mineral contém argila;
- 60% ou mais de argila (determinar após a queima da matéria orgânica);
- 8% ou mais de carbono orgânico, se a fração mineral não contém argila.

É possível observar uma baixa taxa de deposição de 63 cm (22.090 ± 25 anos AP) até 24 cm (850 ± 30 anos AP), tendo uma taxa de sedimentação de 0,1 mm/século.

9. CONCLUSÃO

A presença de fitólitos, espículas de esponjas e datações absolutas auxiliou na reconstrução paleoambeintal, reafirmando a utilidade do uso desses *proxys* no entendimento de ambientes pretéritos. Com base em fitólitos e espículas de esponjas (*O. navicella*) foi possível caracterizar fases distintas.

Uma das maiores dificuldades foi a extração dos pseudofósseis (espículas, fitólitos e polens), dos sedimentos, já que eram muito arenosos, para o que foi necessário o uso de metodologias diferenciadas para a extração dos fitólitos do sedimento.

Em Santa Mônica caracterizou-se em cinco fases, sendo: i) canal ativo; ii) datado em 22.090 ± 25, ambiente em transição de seco para úmido; iii) seca provavelmente relacionada ao Último Máximo Glacial; vi) fase mais úmida que a anterior, datada em 850 ± 30 anos AP; e v) fase antrópica.

Em Icaraíma foram encontradas quatro fases distintas: i) canal ativo; ii) abandono paulatino do canal, sendo inundado em picos de cheias marcado por espículas de esponja (Oncosclera navicella); iii) ambiente mais seco que o anterior; vi) ambiente com condições semelhantes às atuais, datado em 2.040 ± 30 anos AP.

O material encontrado em Santa Mônica e Icaraíma não se trata de uma Turfa, e sim de matéria orgânica (<8%). Na tabela de von Post, o material de Icaraíma (0-24 cm) foi caracterizado como sendo H4, enquanto o material de Santa Mônica foi classificado em dois locais da tabela, sendo H4 (0-24 cm) e H7 (24-63 cm).

Os resultados são concordantes com interpretações paleoambientais regionais realizadas com base em datações pleistocênicas e holocênicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, R. M.; MADELLA, M. 2009. **Perspectives on Phytolith Research: 6th International Meeting on Phytolith Research.** Quaternary International, 193: 1-2.

ALEXANDRE, A. MEUNIER, J-D**. Late Holocene Phytholith and Carbon-Isotope Record from a Latosol at Salitre, South Central Brazil**. Quaternary Researsh, San Diego, v. 51, p. 187-194, 1999.

ARID, M.A; BARCHA, F.B; E MEZZALIRA, S.; Contribuição ao estudo da Formação Caiuá. **Rev. IG**, São Paulo, 2(1) p.5-20,jan.jun. 1981

BARBONI, D., BONNEFILLE, R., ALEXANDRE, A., MEUNIER, J. D. 1999. **Phytolits as Paleoenvironmental Indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 152: 87-100.

BARBONI, D; BONNEFILLE, R; ALEXANDRE, A &MEUNIER, J.D. **Phytolits as paleoenviornmental indicators, west side midlle awash valley**, Ethiopia. Paleogeography, Paleoclitology, Paleocology,1999, 152: 87-100.

BARCZYSSCZYN, O. 2001. **Paleossolos na planície de inundação do rio Paraná: caracterização e interpretação paleoambiental**. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista-Rio Claro. Dissertação de Mestrado, 83 p.

BARCZYSSCZYN, O.; STEVAUZ, J.C.; MEDIANIC, S., & NÓBREGA, M.T. 2001. **Paleossolo da planície de inundação do rio Paraná e suas implicações paleohidrológicas e climáticas**. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 8, 2001. Boletim, Imbé, p. 356-357.

BARTH, O.M., BARBOSA, C-R, S.; MACIEIRA, E.G. 1976. **Morfologia do pólen anemófilo e alergizante no Brasil ,II . Polygonaceae, Amaranthaceae , Chenopodiaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae e Myrtaceae**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 74: 191-201.

BIAZIN, P.C. & SANTOS, M.L. dos. **Características geomórficas do canal e das formas de leito do rio Ivaí no seu curso inferior , Icaraíma , PR** .Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 1, p. 45-52, 2008.

BOUYOUCOS. G. J. 1962. **Hydrometer method improved for making particle size analyses of soil**. Agron. J. **54**: 464-465

BREMOND, L.; ALEXANDRE, A.; VÉLA, E.; GUIOTA, J. **Advantages and disadvantages of phytolith analysis for the reconstruction of Mediterranean vegetation: an assessment based on modern phytolith, pollen and botanical dat**a (Luberon, France). Review of Palaeobotany and Palynology, v. 129, n. 4, p. 213– 228, junho 2004.

CALEGARI, M. R. **Análise da formação de horizonte A humico em latossolos**.. Piracicaba: 2009. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Universidade de São Paulo.

CAMPO, A. C. & LABOURIAU, L. G. 1969. **Corpos silicosos das gramíneas dos Cerrados** II. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 4: 143-151.

COE, H. H. G. 2009, **Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios / Cabo Frio, RJ, durante o Quaternário**. (Tese de Doutorado). Lagemar, UFF, Niterói.

COELHO, L.G. & BARTH, O.M. 2000. Morfologia polínica e habitat das espécies do gênero Alchornea (Euphorbiaceae) presentes nas matas de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Universidade Guarulhos, Geociências** (número especial), 5:228-230.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Diagnóstico do aproveitamento do baixo curso do Rio Ivaí para transporte e geração de energia.** Curitiba, 1984. Relatório Interno, v. 2, 401p.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). Carta Topográfica. Folha Icaraíma, SF.22-Y-C-I. 2ª imp, Brasília. 1981

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). Carta Topográfica. Folha Santa Mônica, SF.22-Y-C-I. 2ª imp, Brasília. 1981

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. Campinas, 1997. 212p.

FAEGRI, K. e Iversen, J. 1975. Text-book of pollen Analysis. **Blackwell Scientific Publications**, 295p

FAO (Roma, Itália). **Soil map of the world**. 1:5.000.000. Paris: UNESCO, 1974. v.1.

FRANCHI, J.G. **Utilização de turfa como adsorvente de metais pesados. O exemplo da contaminação da Bacia do Rio Ribeira de Iguape por chumbo e metais associados**. São Paulo, SP. Universidade de São Paulo. p. 186, 1996 (Tese de Doutorado).

FUJITA, R.H. **O perfil longitudinal do Rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos.** Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá: 2009

GARCIA, M.J. 1997. Palinologia de turfeiras quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, estado de São Paulo, Brasil. Parte I: Fungos, Algas, Briófitas e Pteridófitas. **Revista Universidade de Guarulhos, Geociências**, 2:148-165.

GARCIA, M.J. 1998. Palinologia de turfeiras quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo, Brasil. Parte II: Gymnospermae e Magnoliophyta. **Revista Universidade de Guarulhos, Geociências**, **3**(6):84-107.

GUERREIRO, R. L.; PAROLIN, M.; ASSINE, M. L.; STEVAUX, J. C. 2010a. Dados proxy a 7.540 anos AP na região de Querência do Norte, Noroeste do Paraná. In: IV Encontro dos Programas de Pós-Graduação em Geociências, Rio Claro-SP.

GUERREIRO, R. L.; PAROLIN, M.; ASSINE, M. L.; STEVAUX, J. C. 2010b. Optimum climaticum indicam melhoria climática na região de Querência do Norte A 7.540 anos AP. In: **II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XIX Semana de Geografia**, 2010, Maringá,. p. 320-333.

GUERREIRO, R.L. **Paleoambientes holocênicos da planície do alto Tibagi, campos Gerais, Sudeste do Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá: 2011.

HARRISON, F. W. 1988. **Utilization of Freshwater Sponges in Paleolimnological Studies. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 62: 387-397.

HARRISON,F.W; GLEASON, P.J; STONE, P.A. Paleolimnology of Lake Okeechobee, Florida: an analysis utilizing spicular components od freshwater sponges (Porifera: Songilidae). **Notulae Naturae**, Philadelphia, v.454, p.1-6,1979

HARRISON,F.W; WARNER,B.G. Fossil freshwater sponges (Porifera: Spongillidae) from Western Canada: An Overlooked Group of Quaternary Paleocological Indicators. **Transactions of the Americam Microscopical Society**, Lawrence, v.105, n. 2, p. 110-120,1986.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Boletins climatológicos das estações meteorológicas da região noroeste do Estado do Paraná. 1976 a 2011.**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) 2010. Censo demográfico de 2010.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Bacias hidrográficas - estado do Paraná.** Curitiba. 2008

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Mapa de Uso do solo - Paraná.** Curitiba. 2003

JABUR, I. C. **Análise paleoambiental do Quaternário superior na bacia do alto rio Paraná**. 1992. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro.

KÖPPEN W. **Climatologia. Con un estudio de los climas de la Tierra**. FCE, México. 1948

KUERTEN, S. & PAROLIN, M. 2008. Espículas de Esponjas de Ambiente Lótico em Barras em Pontal Pretéritas no Pantanal do Nabileque (MS) como Indicadoras de Mudanças Climáticas e Ambientais. *In*: **I Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e I Ciclo Paranaense de Debates sobre o Futuro das Estações Climatológicas, Campo Mourão**, 1, Anais, p. 164-168.

KUERTEN, S.**Variação longitudinal das características sedimentares e hidrológicas do rio Ivaí - PR em seu curso inferior**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá: 2006

LELI, I.T., **Variação Espacial e Temporal da Carga Suspensa do Rio Ivaí**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, UEM, Maringá 2010.

LIMA, L. G. & MEDIANIC, S. 2007. A variação morfológica dos fitólitos de opala em duas espécies de gramíneas na Planície costeira do Rio Grande do Sul e sua importância as paleoreconstruções. *In*: **XI Congresso de ABEQUA**, Belém, Anais.

LORENZ-SILVA, J.L; VOLKMER-RIBEIRO,C. LEIPNITZ,I.I. Espongilito de Três Lagoas, MS: um esboço cronorreferenciado de interpretaçãp paleoambiental. *In*: **IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e do II Congreso sobre planejamento e gestão de zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa**, Porto Alegre,2003.

LORSCHEITTER, M.L., ASHRAF, A.R., BUENO, R.M. & MOSBRUGGER, V. 1998. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. **Palaeontographica** 246:1-113

LORSCHEITTER, M.L., ASHRAF, A.R., WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 1999. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica** 251:71-235.
MAACK. R. **Mapa fitogeográfico do estado do Paraná.** Curitiba, 1950.

MACHADO,V de S. **Espongofauna do Paleolago Cemitério, Catalão-GO, com reconstrução ambiental no Bioma Cerrado.** Dissertação (Mestrado)Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.Porto Alegre: 2009. 118 p.

MADELLA, M. **Physiology of silica deposition**. Curso ministrado no 7th International Meeting on Phytolith Research, Mar del Plata, 2008.

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v.96, p.253-260, 2005.

MARCOTTI, T.C.B. ; PAROLIN, M. ; SANTOS. M, L dos . Espículas de esponjas e fitólitos no Pleistoceno Tardio indicam presença e abandono de canal fluvial rioIivaí Paraná. *In*: **XIII Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário - ABEQUA- III Encontro do Quaternário Sul-Americano, III Encontro do Quaternário Sul-Americano.**Búzios, 2011.

MARTIN, L., ABSY, M. L., FOURNIER, M., MOUGUIART, P., SIFEDDINE, A., VOLKMER-RIBEIRO, C. 1992. **Some Climatic Alterations Recorded in South America during the last 7000 years may be Expounded by long-term El Niño Like Conditions**. Paleo Enso Records, 187-192.

MEDEANIC, S.; CORDAZZO, C. V.; CORRÊA, I. C. S.; MIRLEAN, N. **Os Fitólitos em Gramíneas de Dunas do Extremo Sul do Brasil: Variabilidade Morfológica e Importância nas Reconstruções Paleoambientais Costeiras**. Gravel, v. 6, n. 2, p. 1 – 14, dezembro 2008.

MEDIANIC, S. & STEVAUX, J.C. **Dados palinológicos e partículas de carvão: avaliação de impacto antrópico na região do alto rio Paraná durante o Holoceno** In: CONGRESSO ABEQUA, IX, 2003. Anais de Resumos Expandidos, Recife, p. 26-29.

MEURER, M., BRAVARD, J-P, STEVAUX, J.C. **Ecorregiões da bacia hidrográfica do rio ivaí, Paraná, Brasil: uma contribuição metodológica para a gestão de bacias hidrográficas.** In: Associação de Geografia Teorética AGETEO, 2010.

MINERAIS DO PARANÁ (MINEROPAR). **Mapa geológico do estado do Paraná.** Curitiba. 2006

MORAES, E.S. **Evolução da planície de inundação e confluência do rio Ivaí e rio Paraná na região do Pontal do Tigre, Icaraíma-pr: uma abordagem geomorfológica**. Dissertação (mestrado), Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade, Estadual de Maringá, Maringá. 2010.

MORO, R. S. **Interpretação paleoecológica do Quaternário através da análise da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyta) nos sedimentos da Lagoa Dourada, Ponta Grossa**, PR Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil, 1998.

MORO, R.S. et al. **Paleoclimate of the Late Pleistocene and Holocene at Lagoa Dourada, Paraná State, southern Brazil**. Quaternary International: The Journal of the International Union for Quaternary Research, Amsterdam, v. 114, p. 87-99, 2004.

MORO, R.S.; PAROLIN, M.; MENEZES, H.R. **Inferências paleoclimáticas dominício do Holoceno com base em espículas de esponjas continentais – Lagoa Dourada/PR**. Paleontologia em Destaque: Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia, Ano 24, n.62, p.5-6, 2009. Disponível em: <www.sbpbrasil.org>. Acesso em: 10 jun. 2010

MYAMOTO, M. **Estudo e aplicação da dosimetria termoluninescente na datação**. São Paulo (1973). Dissertação (de mestrado) – Universidade de São Paulo.

NEVES,P.C.P; LORSCHEITTER, M.L. Palinologia de sedimentos de uma Mata Tropical Paludosa em Terras de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições taxonômicas. Parte I: Fungos, Algas, Briófitas, Pteridoófitos, palinomorfos e outros fragmentos de invertebrados. **Acta Geológica Leopoldênsia**, XV (36): 1992. p. 83-114.

PAROLIN, M. & STEVAUX, J. C. 2001. Clima seco e formação de dunas eólicas durante o Holoceno Médio em Taquarussu, Mato Grosso do Sul. **Pesquisas em Geociências,** 28 (2): 233-243.

PAROLIN, M. & STEVAUX, J. C. 2004. Eolian dunes in the Upper Paraná River: evidence of aridity during the Holocene. In: Agostinho, A. A., Rodrigues, L., Gomes, L. C., Thomaz, S. M., Mirnada, L. E. (ed.) **Structure and functioning of the Paraná River its floodplains**. Maringá, EDUEM, p.: 31-35.

PAROLIN, M. : **Paleoambientes e paleoclimas no final do Pleistoceno e no Holoceno no Sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul**. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil. 2006.

PAROLIN, M. ; VOLKMER-RIBEIRO, C ; STEVAUX, J.C. . **Sponge spicules in peaty sediments as paleoenvironmental indicators of the Holocene in the upper Paraná river, Brazil**. In:Revista Brasileira de Paleontologia, v. 10, p. 17-26, 2007.

PAROLIN, M. ; VOLKMER-RIBEIRO, C ; STEVAUX, J.C. . **Sponge spicules in peaty sediments as paleoenvironmental indicators of the Holocene in the upper Paraná river, Brazil**. In: Revista Brasileira de Paleontologia, v. 10, p. 17-26, 2007.

PAROLIN, M. ; VOLKMER-RIBEIRO, C ; STEVAUX, J.C. **Mudanças ambientais durante o Holoceno e final do Pleistoceno indicadas por espongofacies na região de Taquarussu/MS – Brasil**. In: IX Congresso ABEQUA, v. 1, p. 180-180, 2005.

PAROLIN, M. **Clima seco e formação de dunas eólicas durante o Holoceno Médio em Taquaruçu – MS**. Maringá. Dissertação (Mestrado) Centro de Ciências Biológicas/NUPELIA, Universidade Estadual de Maringá, Maringá 2001.

PAROLIN, M., MEDIANIC, S., C., S. J. 2006. **Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS)**. Revista Brasileira de Paleontologia, **9:** 137-148p.

PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C. LEANDRINI, J.A. (Orgs). **Abordagem interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná.** Campo Mourão: Editora da fecilcam, 2010.

PAROLIN, M. VOLKMER, Ribeiro,C. LEANDRINI, J.A. (orgs.) **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010.

PESSENDA, L.C.R. **Os isótopos estáveis do Carbono e os distintos tipos de vegetação**. In: Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. PAROLIN M. VOLKMER-RIBEIRO C. LEANDRINI J. A. (Org) Campo Mourão : Editora da Fecilcam, 2010. 150 p.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaelogists and paleoecologists.** New York: Altamira press, 2006.

PIPERNO, D. R.; BECKER, P. Vegetacional History of a Site in the Central Amazon Basin Derived from Phytolith and Charcoal Records from Natural Soils. **Quaternary Research**, v.45, n.2, p.202-209, 1996.

RUNGE, F. Evidence for Land Use History by Opal Phytolith Analysis: Examples from the Central African Tropics (Eastern Kivu, D.R. Congo). In: **MEUNIER, J. D.; COLIN, F. (Ed.). Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History**. Lisse, Netherlands: Balkema Publishers, 2001. p.73-85.

SANTOS, M.L.; STEVAUX, J.C.;GASPARETTO, N.L.V.; SOUZA FILHO, E.E. **Geologia e geomorfologia do Rio Ivai em seu curso inferior**. In: Revista Brasileira de geomorfologia, v.1, p.23-34, 2008

SEFEDDINE, A.; FROHLICH, F; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SERVANT, M.; SOUBIÉS, F.; TURCQ, B.; SUGUIO,K.; VOLKMER-RIBEIRO,C. La sedimentation lacustre indicateur de changements des paleoenvironments aucours des 300.000 derniere annes Carajás, Amazonie, Brésil. **C R Académie Des Sciences**, Paris, v. 318, n.2, p.1645-1652,1994.

SEFEDDINE, A.; MARTIN, L.; TURCQ, B.; VOLKMER-RIBEIRO,C.; SOUBIÉS, F.; CORDEIRO, R.C & SUGUIO,K. Variations of the Amazonian rainforest environment: a sedimentological Record covering 30,000 years. **Paleogegraphy, Paleoclimatology, Paleorcology,** Amsterdan, v.168, p. 221-235,2001.

STEVAUX, J. C. 1994. Upper Paraná River (Brazil) geomorphology and paleoclimatology. **Quaternary International,** 21:143-161.

STEVAUX, J. C. **O rio Paraná: Geomorfogênese, sedimentologia e evolução quaternária de seu curso superior.** São Paulo. 142 p. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

STEVAUX, J. C. **Upper Paraná River (Brazil) Geomorphology and Paleoclimatology**. In Quaternary International, nº21, p.1994a, 143-161.

STEVAUX, J. C; SOUZA FILHO, E.E. e JABUR, I. C. **A História quaternária do rio Paraná em seu alto curso**. In VANZZOLER, et al. (Ed). A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná - Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM, Maringá, 1997.

STEVAUX, J.C. Geomorfologia, Sedimentologia e Paleoclimatologia do Alto Curso do Rio Paraná (Porto Rico-PR). **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba:Editora da UFPR, nº42, 1994b, p.97-112

STEVAUX, J.C.; PAROLIN, M. Síntese do Período Quaternário do Estado doParaná. In: PAROLIN, M; VOLKMER-RIBEIRO; LEANDRINE, J.A.. (Org.). Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010, p. 43-58

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais - Passado + Presente fururo?** São Paulo, Paulo's Editora, 1999.

TURCQ, B.; SEFEDDINE, A.; MARTIN, L.; ABSY,M.L.; SOUBIÉS, F.; SUGUIO,K.; VOLKMER-RIBEIRO,C. Amazon Forest fires: a lacustrine reporto f 7.000 years. **Ambio**, Atockholm, v.27, n.2, p.139-142,1998.

VALLADARES, G.S. **Caracterização de Organossolos, auxílio à sua classificação**. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2003. 115p. (Tese de Doutorado)

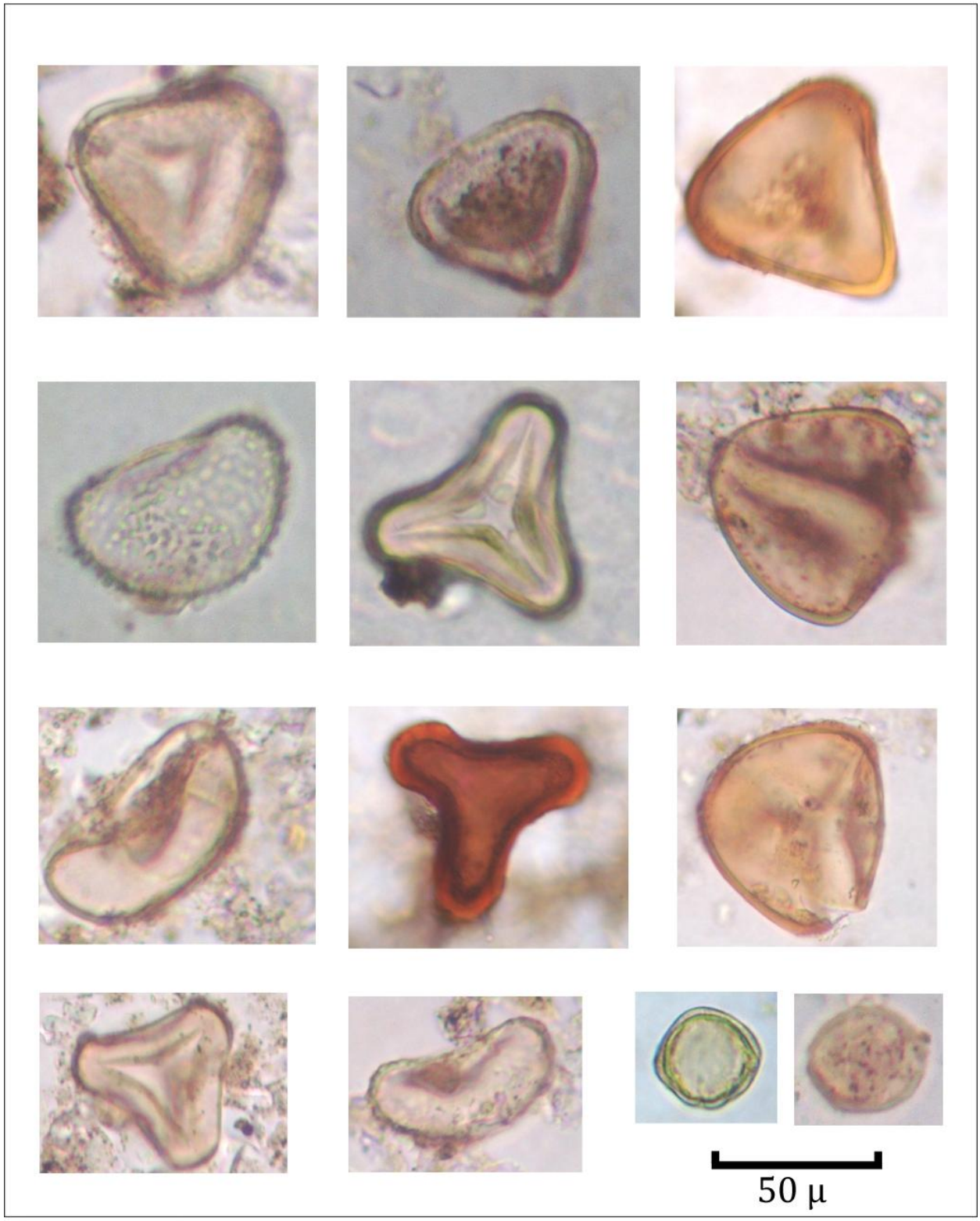
VOLKMER-RIBEIRO, C. & TURCQ, B. 1996. SEM analysis of siliceous spicules of a freshwater sponge indicate paleoenvironmental changes. **Acta Microscopica 5**(B):186-187.

VOLKMER-RIBEIRO, C. 1992. **The freshwater sponges in some peat-bog ponds in Brazil. Amazoniana**, 12 (2):317-335.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; PAROLIN, M. 2010. As esponjas. In: Parolin, M; Volkmer-RIbeiro; Leandrini, J.A.. (Org.). Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, p.105-130.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; TAVARES, M. C. M**. Redescrição das esponjas de água doce Oncosclera navicella (Carter, 1881) e Spongilla spoliata Volkmer-Ribeiro e Maciel, 1983 (Spongillidae)**. Biociências, Porto Alegre: Biociências, v. 5, n. 1, p. 97-111, 1997.

VOLKMER-RIBEIRO.C; PAULS. S.M. **Esponjas de Agua Dulce (Porífera, Demospongiare) de Venezuela.** Venezuela: Acta Biol, v. 20 (1) p 1-28, 2000

ANEXOS

ANEXO 1 – FORMAS DE POLENS MAIS PRESENTES NOS TESTEMUNHOS