

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE JARDIM
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM
GEOGRAFIA**

ALINE DOS SANTOS ACOSTA

**UTILIZAÇÃO DE DADOS *PROXY* PARA ANÁLISE
PALEOAMBIENTAL DE UM MEANDRO
ABANDONADO DO RIO MIRANDA**

**JARDIM-MS
2018**

ALINE DOS SANTOS ACOSTA

**UTILIZAÇÃO DE DADOS PROXY PARA ANÁLISE
PALEOAMBIENTAL DE UM MEANDRO ABANDONADO
DO RIO MIRANDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Geografia da Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade
Universitária de Jardim, como pré-requisito para
obtenção do grau de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten

**JARDIM-MS
2018**

Ficha Catalográfica

Elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação UEMS – Jardim

ACOSTA, A. S.

Utilização de Dados Proxy para Análise Paleoambiental de um Meandro Abandonado do Rio Miranda/Aline dos Santos Acosta – Jardim, 2018.

57 f.

TCC (Graduação) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten

1. Paleoambientes 2. Espículas de Esponjas 3. Fitólitos 4. Rio Miranda.

É concedida à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul permissão para reproduzir cópia(s) deste Trabalho de Conclusão de Curso, somente para fins acadêmicos e científicos.

Aline dos Santos Acosta

TERMO DE APROVAÇÃO

ALINE DOS SANTOS ACOSTA

UTILIZAÇÃO DE DADOS *PROXY* PARA ANÁLISE PALEOAMBIENTAL DE UM MEANDRO ABANDONADO DO RIO MIRANDA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Geografia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten

Professor do Curso de Geografia, UEMS

Examinador 1: Profa. Dra. Vera Lúcia Freitas Marinho

Professora do Curso de Geografia, UEMS

Examinador 2: Prof. Dr. Renato Lada Guerreiro

Professor de Geografia, IFPR

Jardim, 28 de novembro de 2018

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, minha base, Zacarias Acosta.

AGRADECIMENTOS

Cursar uma graduação é uma jornada cheia de desafios e em muitos momentos desanimadora, mas com o apoio de amigos, familiares, professores e colegas ela se torna mais leve e feliz. Dito isso, posso afirmar que uma graduação não se faz sozinho, assim como tudo na vida, e torna-se necessário agradecer a algumas pessoas que me acompanharam nesse caminho.

Agradeço à minha família que de forma direta ou indireta contribuiu para que eu crescesse enquanto pessoa e chegasse até esse momento. Em especial ao meu pai cuja teimosia me fez cogitar a ideia de cursar uma graduação local. Às minhas primas Efigênia Dzioba, Efigélia Cristina, Érica Thainá, Poliana e madrinha Laura Ferraz, a família que eu adotei e que sempre estiveram dispostas a cuidar do meu pai para que eu pudesse realizar minhas atividades na faculdade e me fizeram companhia durante esses anos, em muitos momentos sendo minhas psicólogas.

À Wilson Kaiser Miranda que tem sido meu companheiro nesse último ano e não me deixou desistir de terminar esse curso. À Eliane Carmo Menezes com quem compartilhei alguns momentos de reflexão e não desistiu até me convencer a iniciar a graduação logo após terminar o E. M.. À Marinete Leite que também me ajudou nessa decisão e esteve à disposição para me ajudar sempre que fosse preciso. Sou muito grata à Elaine Luz e Gabriela Pereira por terem compartilhado comigo essa caminhada.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Geografia da UEMS por todo aprendizado proporcionado. Em especial ao Dr. Sidney Kuerten por sempre buscar implantar curiosidade em seus alunos e ter me orientado nessa pesquisa, sempre com muita paciência. À Dr. Vera Marinho por ter me proporcionado a descoberta da Paleontologia por meio de suas propostas de ensino.

Sou muito grata a Mayara dos Reis Monteiro pela disposição em ajudar sempre que surgiam dúvidas em relação a classificação dos microfósseis. Igualmente agradeço ao Dr. Mauro Parolin e aos colegas de curso Renato da Cunha de Carvalho, Carlos Douglas Franco Gonçalves e Elton Vareiro Teixeira que trabalharam no campo em que foi recuperado o testemunho de sondagem objeto dessa pesquisa.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, sem a qual eu não teria feito tantas descobertas e a realização dessa pesquisa não seria possível.

RESUMO

Para tentarmos entender o contexto pretérito do rio Miranda utilizamos como principal ferramenta as espículas de esponjas, que fazem parte dos chamados dados *proxy*, ou seja, dados que tem a função de ligar o pesquisador a seu objeto tendo como base as características de suas formas vivas agora fossilizadas: eis um elo resistente. O testemunho objeto desse estudo foi retirado de um paleocanal localizado na coordenada geográfica 21° 26' 38.55" S; 56° 9' 27.17" O, nas proximidades do ponto histórico Cemitério dos Heróis. Deste material foi coletado amostras de 5 em 5 centímetros posteriormente processadas de acordo com a metodologia proposta por Volkmer-Ribeiro (1985) para confecção de lâminas microscópicas. Da amostragem resultaram 35 intervalos, os quais originaram oitenta e sete lâminas (três lâminas para cada intervalo amostrado) considerando que as amostras de seis intervalos foram perdidas devido a quebra dos tubos de ensaio durante o processo de queima da matéria orgânica e lavagem para retirar o ácido. Pouco foi encontrado em relação às espículas de esponjas, apenas três megascleras inteiras e nenhuma gemosclera que permitiria a identificação a nível de família. Entretanto, foi contabilizada uma grande quantidade de fitólitos, estes também microfósseis possibilitadores de leituras Paleoambientais em nível de vegetação e clima. Foram identificados os seguintes morfotipos de fitólitos: *Globular Echinata*, *Globular Granulate*, *Cylindric Sulcate Tracheid*, *Bilobate e Saddle*. Através da correlação entre os microfósseis e a característica sedimentar encontrados no testemunho de sondagem foi possível inferir que as espículas inteiras e fragmentos encontrados no mesmo é de origem alóctone ao paleocanal estudado, sendo fruto de pulsos de inundação que carregaram os fitólitos que estavam sendo depositados, deixando em seu lugar maior quantidade de espículas. Demonstrando a validade do método, bem como sua potencialidade.

Palavras-chave: Paleoambientes. Espículas de Esponjas. Fitólitos. Rio Miranda.

ABSTRACT

In order to try to understand the past context of the Miranda River we use as the main tool the spicules of sponges, which are part of the so-called proxy data. This data that has the function of connecting the researcher to his object based on the characteristics of his living forms now fossilized: that's a tough link. The object of this study was taken from a paleocanal located at the geographical coordinate 21 ° 26 '38.55 "S; 56 ° 9' 27.17 "W, near by Jardim city, Mato Grosso do Sul state (Brazil). From this material 5-in-5 cm samples were subsequently processed according to the methodology proposed by Volkmer-Ribeiro (1985) for the preparation of microscopic slides. Sampling resulted in 35 intervals, which yielded eighty-seven slides (three slides for each sampled range) whereas samples from six intervals were lost. Little was found in relation to the sponges spicules, only three whole megascleras and no gemosclera that would allow the identification at family level. However, a large number of phytoliths were counted which were also microfossils that enabled Paleoenvironmental readings at vegetation and climate level. The following phytolith morphotypes were identified: Globular Echinata, Globular Granulate, Cylindric Sulcate Tracheid, Bilobate and Saddle. Through the correlation between the microfossils and the sedimentary characteristic found in the core it was possible to infer that the whole spicules and fragments found in it are of allochthon origin to the studied paleocanal, being the fruit of flood pulses that carried the phytoliths that were being deposited, leaving in its place more spicules. Demonstrating the validity of the method as well as its potentiality.

Keywords: Paleoenvironmental. Spicules of Sponges. Phytoliths. Miranda River

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Exemplar de <i>Corvospongilla seckti</i> | 13 |
| Figura 2: Gêmula de <i>Oncosclera jewelli</i> (Volkmer 1963)..... | 16 |
| Figura 3: Espículas de <i>Metania spinata</i> | 18 |
| Figura 4: Exemplos de Gêmulas. | 21 |
| Figuras 5 e 6: Localização do município de Jardim no contexto Macro e Meso. | 30 |
| Figura 7: Localização do ponto de coleta do testemunho | 31 |
| Figura 8: Contexto geológico de Jardim/MS | 32 |
| Figura 9: Localização do afloramento da Formação Aquidauana..... | 33 |
| Figura 10: Ocorrência de solos em Jardim /MS | 34 |
| Figura 11: Classificação de solos do Município de Jardim/MS..... | 35 |
| Figura 12: Localização das cidades e outras áreas habitadas na BHRM. | 37 |
| Figura 13: Cursos hídricos do município de Jardim/MS | 38 |
| Figura 14: Mapeamento dos remanescentes de Mata Atlântica. | 39 |
| Figura 15: Momentos do trabalho de campo | 41 |
| Figura 16: Cenas da preparação das lâminas | 43 |
| Figura 17: Gráfico de ocorrência de microfósseis e perfil estratigráfico | 46 |
| Figura 18: Exemplos de espículas encontradas no testemunho | 47 |
| Figura 19: Microfotografias dos principais morfotipos encontrados | 48 |
| Figura 20: Gráfico de análise paleoambiental..... | 50 |
| Figura 21: Imagem aérea do lago estudado..... | 51 |

LISTA DE QUADRO

| | |
|---|----|
| Quadro 01: Materiais utilizados para confecção de lâminas..... | 42 |
|---|----|

LISTA DE SIGLAS

BHRM – Bacia Hidrográfica do Rio Miranda

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

EMBRAPA – Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária

FNB – Fundação Neotrópica do Brasil

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul

LEPAFE – Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam - UNESPAR

MS – Mato Grosso do Sul

PARNA – Parque Nacional

PIB – Produto Interno Bruto

SEMAC – Secretária Estadual de Meio Ambiente

SISLA - Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental

UNESPAR – Universidade Estadual Paranaense

UPG – Unidade de Planejamento e Gestão

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 10 |
| CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 13 |
| 1.1 O que são as esponjas | 13 |
| 1.2 Espículas em estudos paleoambientais | 19 |
| 1.3 Espículas em estudos paleoambientais no Centro-Oeste brasileiro..... | 22 |
| 1.4 Fitólitos..... | 23 |
| 1.5 Geografia X Paleontologia: uma aproximação..... | 27 |
| CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA | 30 |
| 2.1 Localização e aspectos populacionais | 30 |
| 2.2 Caracterização física da área estudada | 31 |
| 2.2.1 Geologia | 31 |
| 2.2.2 Solos | 33 |
| 2.2.3 Geomorfologia..... | 35 |
| 2.2.4 Hidrologia..... | 36 |
| 2.2.5 Vegetação | 38 |
| 2.2.6 Clima | 40 |
| CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS | 41 |
| CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS..... | 45 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 52 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |

INTRODUÇÃO

Assim como é importante entendermos o passado da humanidade para explicar o atual momento da mesma e arriscar palpites sobre o seu futuro, também é de extrema importância sondarmos a constituição dos aspectos físicos (condições ambientais) pretéritos para compreender os processos, bem como sua apresentação, atuais e se possível supor alterações futuras.

Uma das formas de sondarmos as características pretéritas da Terra é através de estudos paleoambientais. Nesse tipo de investigação são utilizados dados conhecidos com *proxy*, ou seja, dados que tem a função de ligar o pesquisador a seu objeto de estudo tendo como base as características das formas outrora vivas, agora fossilizadas: eis um elo resistente.

Constituem-se então num meio de se “visualizar” o passado. Isso ocorre porque cada espécie é adaptada a um tipo de ambiente, logo, podemos a partir de suas identificações supor a configuração paleoambiental local e investigar possíveis eventos que ocorreram naquela região (VOLKMER-RIBEIRO E PAROLIN, 2010). Dentre os dados *proxy* podemos citar as espículas de esponjas, os fitólitos, as frústulas de diatomáceas, os grãos de pólen e os isótopos de carbono.

Os *proxy* mais comumente utilizado em pesquisas paleoambientais são os polinormorfos (pólen e esporos de plantas vasculares, microalgas, esporos de fungos, dentre outros), mas em ambientes tropicais úmidos onde o intemperismo age com mais força sobre as rochas causando oxidação do solo e destruindo a maior parte do material orgânico é de maior relevância a utilização de dados *proxy* formados por opala biogênica, como fitólitos, frústulas de diatomáceas e espículas de esponjas (STEVAUX, 1994 apud PAROLIN; VOLKMER-RIBEIRO; STEVAUX, 2008).

Os primeiros estudos paleoambientais no país foram realizados com sedimentos da Amazônia mais especificamente na Serra dos Carajás, Pará, iniciado por Martin et al. (1992) seguindo com Sifeddine et al. (1994), Volkmer-Ribeiro e Turcq (1996) e outros. Gradualmente as pesquisas foram executadas nas demais regiões (Kalinovski et al., 2016). Mas os autores Kalinovski et al. (2016) ressaltam que esse campo de estudo se concentra na região Norte e no Rio Grande do Sul, enquanto o Nordeste possui menor número de relatos espongológicos.

O país que apresenta maior diversidade espongológica atualmente é o Brasil, porém vale ressaltar que ainda há muitos lugares inexplorados e que pesquisas com esse cujo ainda

não estão bem difundidas (KALINOVSKI et al., 2016). Segundo Muricy et al. (2011) e Kalinovski (2015), até 2010 havia 443 espécies de esponjas conhecidas no país, destas 380 pertencem a Classe Demospongiae sendo 53 espécies de água doce pertencentes a apenas três famílias: Família Spongillidae Gray, 1867; Família Potamolepidae Brien, 1967; Família Metaniidae Volkmer-Ribeiro, 1986, incluídas na subordem Spongillina.

De acordo com Volkmer-Ribeiro e Machado (2017), dentre as 53 espécies conhecidas no Brasil 11 tem ocorrência também no Mato Grosso do Sul. As autoras ainda apontam que provavelmente existem várias outras espécies no estado visto a grande riqueza natural trazida pela existência de duas importantes bacias hidrográficas que o recortam somada ocorrência de quatro biomas que se misturam e originam um ambiente rico em biodiversidade: o Pantanal.

Este trabalho tem como escopo a utilização de microfósseis, principalmente as espículas de esponjas, para a reconstituição ambiental de um meandro abandonado do alto curso do rio Miranda localizado próximo do Cemitério dos Heróis, onde foi realizada uma sondagem no ano de 2015, cujo testemunho encontrava-se depositado no laboratório de Geografia da UEMS unidade de Jardim.

Deste material recuperado foram coletadas amostras de 5 em 5 centímetros, totalizando 35 amostras (1, 73 cm de testemunho), as quais foram posteriormente processadas de acordo com a metodologia proposta por Volkmer-Ribeiro (1985) descrito em Volkmer-Ribeiro; Parolin (2010) para confecção de lâminas microscópicas e posterior análise de acordo com metodologia de Volkmer-Ribeiro e Pauls (2000).

O primeiro passo para a realização dessa pesquisa envolve uma categoria de estudo muito importante para a ciência geográfica: a paisagem. A escolha do local onde foi realizada a sondagem envolve uma análise estritamente paisagística. Nesse caso, estudo de um paleocanal, porque os meandros, curvas sinuosas dos rios que adquirem um notável formato de ferraduras e quando abandonados pelo canal fluvial ficam cicatrizados na paisagem por muito tempo, até que a vegetação e os sedimentos ocupem a área (CHRISTOPHERSON, 2012). Enquanto o processo de colmatação está em andamento, o meandro abandonado pode armazenar água e servir como habitat para vários organismos, como as esponjas adaptadas a lagos e lagoas.

Dessa forma, com a identificação das espécies de esponjas de rios e as de ambiente lântico (lagoas e represas) pode-se supor os limites deposicionais em que houveram mudanças

no fluxo do canal e com a ajuda da datação dos sedimentos dos estratos superior o período em que a mudança desse ambiente ocorreu.

No primeiro capítulo deste trabalho é apresentada uma breve revisão bibliográfica acerca dos principais temas correlatos à pesquisa realizada com destaque para as esponjas e sua utilização em estudos paleoambientais no Brasil; os fitólitos e uma aproximação entre a Geografia e a Paleontologia através da Paleoecologia.

O capítulo dois apresenta de forma sucinta a caracterização dos aspectos populacionais e físicos da área estudada, bem como a localização do meandro abandonado em foi realizada a sondagem. No capítulo três foi realizada a descrição da metodologia para preparação de lâminas voltadas ao estudo de espículas e de como foi realizada a análise de seu conteúdo.

No capítulo quarto são apresentados todos os resultados alcançados com destaque para gráfico originado através da quantificação dos microfósseis e descrição sedimentar e, a partir deste a leitura paleoambiental. Posteriormente são apresentadas as considerações finais e os referenciais bibliográficos.

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresentar-se-á as esponjas enquanto animais, bem como sua constituição, habitats possíveis, fontes de alimentação e características principais. Observa-se também a ocorrência de pesquisas que envolvam sua caracterização e distribuição com enfoque para o Brasil. Posteriormente, voltamos o olhar para a utilização de esponjas como dados *proxy* e sua importância para estudos envolvendo análises paleoambientais em áreas tropicais. Ao final, são descritas algumas pesquisas realizadas no estado de Mato grosso do Sul. Fecha-se o capítulo com uma breve revisão sobre os fitólitos e um aproximação entre a Geografia e Paleontologia através da Paleoecologia.

1.1 O que são as Esponjas?

As esponjas são animais sésseis e pluricelulares caracterizados pela existência de poros e ósculos, cavidades por onde a água a ser filtrada para sua manutenção entra e sai respectivamente (Figura 1). Exatamente pela existência de poros em seus corpos eles foram agrupados no Filo Porífera. Uma característica bastante peculiar é que suas células são unidas em populações cuja organização pode mudar de acordo com os estímulos recebidos do meio aquático em que se encontram (VOLKMER-RIBEIRO E PAROLIN, 2010).

De acordo com Fernandes (2011) apud Kalinovski (2015), os poríferos são os organismos com estrutura multicelular mais simples, desprovidos de órgãos e sem tecidos bem definidos, conhecidos no documentário paleontológico desde o Cambriano, com referências duvidosas sobre a existência desses animais no Pré-Cambriano.



Figura 1: Exemplar de *Corvospongilla sekti*. Os grandes orifícios são chamados de ósculos e sua função é expelir a água filtrada pela esponja. Podemos perceber que seu corpo é repleto de pequenos orifícios que são seus poros, por onde a água a ser filtrada entra.

Fonte: VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010.

Sobre o Filo Porifera Debrenne e Zhuravlev (1994) discorrem:

O Filo é subdividido em quatro classes: três (incontestáveis) classes recentes (Demospongiae, Calcarea e Hexactinellida) e uma quarta, aparentemente uma classe exclusivamente fóssil (Archaeocyatha) que mostra afinidades para a Demospongiae com base em estudos com respostas imunes e tipos peculiares de formação (DEBRENNE & ZHURAVLEV, 1994 apud HOOPER, 2004).

De modo geral as esponjas podem ter seu esqueleto composto de “espículas calcárias, espículas silicosas, fibras de espongina orgânica ou ainda pela combinação das duas últimas” (RUPPERT; BARNES, 1996 apud KALINOVSKI, 2015, p. 32).

Os poríferos são adaptados tanto a mar aberto quanto às águas continentais, mas nem sempre foi assim. Sua origem se deu nos oceanos e estima-se que tenham chegado aos continentes através de transgressões oceânicas ocorridas ao longo das eras geológicas, posteriormente as águas regrediam novamente deixando em seu lugar lagos isolados no continente. Gradualmente eles perderam salinidade devido a recargas que recebiam de rios que desembocavam neles e as esponjas que foram carregadas nas transgressões seguiram seu ritmo e aos poucos se adaptaram. (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000). Manconi e Pronzato (2007, p. 64) acrescentam que “O processo de colonização de água doce parece ser estritamente relacionado ao fenômeno da criptobiose e à novidade evolutiva representada por corpos resistentes: as gêmulas.”

Volkmer-Ribeiro (2007) aponta três principais habitats possíveis para as esponjas: o continental, o marinho e o epicontinental, este último sendo mares rasos que se estendem por ampla área de plataforma continental rica em Silício e Alumínio. Nas palavras da autora seriam mares em recintos continentais que se encontram em processo de salinização. Estes ambientes de transição encontram-se ainda pouco explorados para fauna esponjológica.

Apesar da diversidade de esponjas continentais parece que somente as esponjas marinhas com espículas silicosas conseguiram se adaptar aos ambientes de águas continentais, uma vez que todas as esponjas de água doce conhecidas atualmente possuem espículas silicosas, ou seja, de opala. Tais espículas se encontram revestidas por espongina “uma proteína fibrosa semelhante ao colágeno que adere a esponja ao substrato, mantendo as espículas unidas em feixes estruturais” (KALINOVSKI, 2015, p. 34).

No interior dos continentes as esponjas podem viver em rios, lagos e lagoas e outros ambientes ocupados pela água permanentemente ou em ciclo sazonal como reservatórios, tubulações e represas de usinas hidrelétricas e até mesmo manguezais, deltas e lagoas costeiras em ambientes estuarinos (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000). Além disso, elas

podem ser encontradas a centenas de metros de profundidade ou expostas na superfície durante meses mais secos (MANCONI; PRONZATO, 2007).

Portanto, as esponjas podem ter seu habitat em ambientes lóticos, onde há maior vazão de água como em rios e vertentes, ou ambientes lênticos, onde a água apresenta fluxo mais lento ou é parada, como lagos, rios represados e lagoas (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010). As esponjas de ambiente lêntico são mais frágeis e nos ambientes lóticos elas são mais resistentes e em casos de grande correnteza elas não serão facilmente deslocadas ou diluídas. Se houver uma mudança de ambiente suas células têm a capacidade de mudar de função e se adequar, com ajuda de datação é possível saber quando essa mudança ocorreu (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010).

Além do oxigênio elas também retiram da água todos os elementos necessários a sua alimentação e manutenção (sílica, bactérias e outros microrganismos) por isso pode-se considerar que "quase todas as esponjas são filtros-alimentadores sésseis que constantemente bombeiam a água através de seus corpos para extrair partículas orgânicas em suspensão" (SEVERIN EHRET, 2012, pág. 17).

Outra característica das esponjas é que por serem seres filtradores eles geralmente vivem em ambientes sem contaminação ou muito próximo de seu estado natural, com boa oferta de sílica, oxigênio e nutrientes, por isso são consideradas boas indicadores de qualidade da água (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000). O ambiente que abriga as esponjas também não pode ter muita carga em suspensão, pois os sedimentos podem obstruir seus poros e matar as esponjas (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000; VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010).

Como seres indicadores de boa qualidade da água eles não devem "ser excluídos em levantamentos de avaliações de impactos, nem desconsiderados em projetos de recuperação de ambientes aquáticos, particularmente quando se constatou seu desaparecimento" (VOLKMER-RIBEIRO; MACHADO, 2017, p. 1).

A sílica que compõe as espículas de opala se origina principalmente a partir da decomposição de minerais de silicato de alumínio frequentemente encontradas nas rochas sedimentares (ESTEVES, 1998) que se encontram dissolvidas na água. As espículas, por sua vez, se unem em feixes e se ligam de diversos modos para captar e filtrar mais água, agindo também de forma a dar sustentação e proteção às esponjas. Logo, características como tamanho e quantidade de espículas e conseqüentemente a estrutura e grau de resistência das esponjas dependem da disponibilidade de sílica na água (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010).

Alguns ambientes naturais podem maximizar a existência de organismos aquáticos que tem sua composição baseada em silício e originar grandes depósitos que mais tarde se tornarão rochas sedimentares conhecidas por Espongilito e Diatomito. Espogilito no caso das espículas de esponja e Diatomito no caso das frústulas de diatomáceas. De acordo com Dias et al (1988) apud Almeida et al (2009, p. 123),

O espongilito é uma rocha sedimentar constituída por espículas silicosas de origem biogênica pertencentes a espongiários (Classe Demospongiae) de ambiente lacustrino de águas doces e paradas, de terrenos peneplanizados, associadas à argila, areia, matéria orgânica e frústulas de diatomáceas.

Não obstante ao fato das esponjas serem organismos aquáticos elas são capazes de resistir a secas e ao congelamento. Dessa forma se elas sentem que não terão a disponibilidade de água necessária para sobreviverem suas células regridem ao estado embrionário, formando pequenas esferas que são chamadas de Gêmulas (Figura 2). Estas por sua vez são compostas de espongina e espículas diminutas, as gemoscleras, que ao formarem uma camada protetora muito rígida garantem a sobrevivência das células embrionárias, os arqueócitos (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010). “O baixo metabolismo das gêmulas permite que as esponjas sobrevivam a condições ambientais extremas e reestabeleça uma esponja ativa pela rápida proliferação de células totipotentes” (WEISSENFELS, 1989; PRONZATO; MANCONI, 1995 in MANCONI; PRONZATO, 2007, p. 67).

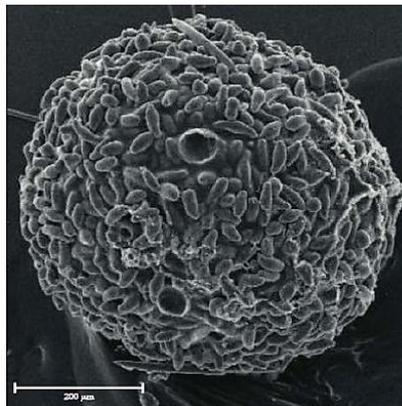


Figura 2: Gêmula de *Oncosclera jewelli* (Volkmer 1963), envolvida por gemoscleras. Podem ser observados também dois orifícios por onde saem os arqueócitos quando o ambiente possui características exigidas pela espécie.

Fonte: VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010.

Seguindo esse raciocínio, se as esponjas encontram-se em ambientes favoráveis ou estáveis elas podem se reproduzir de forma sexuada através de larvas livre-natantes, mas caso haja alguma instabilidade ela pode efetuar uma clonagem a partir das gêmulas (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000).

Apropriando-se dessas informações Manconi e Pronzato (2007) distinguiram 4 fases no ciclo plurianual dos poríferos continentais produtores de gêmulas quais sejam: crescimento vegetativo; reprodução sexuada ou gemulação; criptobiose e regeneração.

Também é graças às gêmulas que ocorre a dispersão das esponjas dulciaquícolas pois essas são carregadas pelas correntes dos rios ou por agentes transportadores como peixes e aves que as espalham em águas distantes de sua origem. Mas se a esponja for muito rígida ela consegue manter a gêmula em seu corpo e ao eclodir na próxima estação chuvosa aumenta a massa de tecido da espoja seca (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000; KALINOVSKI, 2015). Ademais, segundo Frost (1991) apud Kalinovski (2015, p. 36), “A distribuição e proliferação de esponjas de água doce são regidas por fatores sazonais, relacionados às flutuações do nível da água, temperatura, turbidez, iluminação e disponibilidade de nutrientes.”

Sem contar com as gemoscleras, que são os componentes mais importantes tanto por sua função como por ser a estrutura que permite a identificação a nível de famílias, gêneros e espécie, as esponjas possuem outros dois tipos de espículas: as megascleras e as microscleras (Figura 3). As megascleras são as espículas de maior tamanho e compõem a rede esquelética podendo ser de dois tipos alfa e beta, as alfas são maiores e apresentam superfície lisa enquanto as betas parecem mais espinhosas e além de serem menores também são menos abundante. Já as microscleras, como o nome sugere, são menores e estão presentes na superfície externa de algumas espécies de esponjas continentais (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000; VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010).

Para conhecer o ciclo sazonal anual das esponjas os pesquisadores Matteuzzo et al. (2015) implantaram gêmulas da espécie *Metania spinata* em substratos artificiais, posteriormente inseridos no lago Lagoa Verde (João Pinheiro, Minas Gerais) que já continha populações naturais da espécie, esse material foi monitorado por 8 meses com coletas mensais para determinar condições físicas e químicas.

O estudo foi iniciado em agosto, mas a presença de esponjas nos substratos artificiais foi notada somente em novembro, quando ocorreram as primeiras chuvas e entrada de silício. As espículas começaram a se formar em janeiro, quando foram constatadas somente Alpha megacleras. Esse padrão se repetiu até maio quando a precipitação, nível da água e temperatura começaram a decrescer e constatou-se a ocorrência de microscleras e raras aparições de gemoscleras e em junho foram constatadas alpha e beta megascleras. microscleras e gemoscleras. Foi percebido que diante de condições mais secas as esponja iniciaram a produção de gêmulas para a perpetuação da espécie.

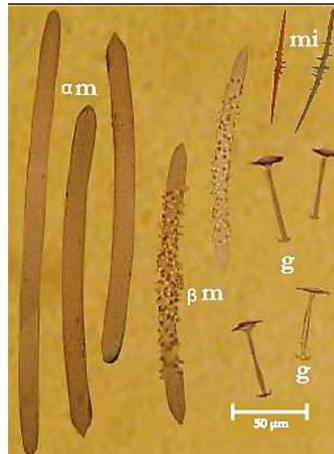


Figura 3: espículas de *Metania spinata*, apresentando alfa megacleras (αm); beta megasclera (βm), microscleras (mi) e gemoscleras (g).

Fonte: VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010.

Segundo os autores MATTEUZZO et al. (2015):

O aparecimento de alfa megacleras foi sequencialmente seguido pelo das microscleras, gemoscleras e beta megascleras. Os primeiros construíram o novo esqueleto da esponja, os três últimos foram envolvidos na manutenção da unidade interna do corpo da esponja ou de suas gêmulas (MATTEUZZO et al., 2015, p. 1).

Quando as esponjas morrem, as espículas e gêmulas ficam depositadas no fundo dos rios e lagos e devido à resistência e durabilidade da sílica não sofrem grandes alterações, possibilitando a identificação da espécie a qual pertenciam a esponja: cada espécie apresenta espículas com organização, forma, tamanho e cor diferentes (VOLKMER-RIBEIRO E PAROLIN, 2010; SEVERIN EHRET, 2012).

As características dos poríferos e, conseqüentemente, de suas espículas possuem uma estreita ligação com o ambiente em que vivem. De acordo com Volkmer-Ribeiro e Pauls (2000), as esponjas que crescem em lugares sombreados, como fundos de rios, lagos, na superfície inferior de substratos expostos a luz ou em rochas, ramas e troncos de árvores inundadas pelas enchentes de rios possuem coloração com tons entre preto, cinza e branco. Já em ambientes expostos a luz como em margens de lagos, rios, represas, reservatórios ou em lagoas temporais e pequenos rios elas adquirem uma coloração verde devido a associação com algas.

E como cada espécie é adaptada a determinadas características ambientais a identificação realizada a partir das espículas permite que se tenha ideia, não só das espécies que viveram ali anteriormente, mas como era a configuração ambiental daquele lugar no passado, podendo levar até mesmo a descobertas de climas que atuaram naquele local, ou

seja, a paleointerpretações (VOLKMER-RIBEIRO; TURCQ, 1996; PAROLIN; VOLKMER-RIBEIRO; STEVAUX, 2007 apud VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010).

1.2 Espículas em estudos Paleoambientais

Em estudos Paleoambientais são utilizados dados que fazem a intermediação entre o pesquisador e seu objeto de estudo por revelar através dos resíduos de suas formas alguma característica do local, constituem-se então num meio de se “visualizar” o passado. Tais dados recebem o nome de *proxy*: um elo entre os ambientes anteriores e o atual. De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (2011) apud Rasbold et al. (2016), os indicadores *proxy* “[...] são registros locais, que podem ser interpretados utilizando princípios físicos ou biofísicos e tem o potencial de fornecer evidências de mudanças climáticas antes da existência de registros documentais, instrumentais ou históricos.”

Os *proxy* mais comumente utilizado em pesquisas paleoambientais são os polinormorfos (pólen e esporos de plantas vasculares, microalgas, esporos de fungos, dentre outros), mas em ambientes tropicais úmidos onde o intemperismo age com mais força sobre as rochas causando oxidação do solo e destruindo a maior parte do material orgânico é de maior relevância a utilização de dados *proxy* formados por opala biogênica, como fitólitos, frústulas de diatomáceas e espículas de esponjas (STEVAUX, 1994 apud PAROLIN; VOLKMER-RIBEIRO; STEVAUX, 2008).

Na América do Sul as pesquisas com relatos de ocorrência e caracterização de poríferos continentais teve início no século XIX com espécies coletadas nos rios Amazonas, Orinoco e Uruguai (VOLKMER-RIBEIRO, 2007). No século XX, Os autores Aurelio Bonetto e Inês Ezcurra de Drago realizaram estudos pioneiros na Argentina:

[...] impulsionaram as pesquisas sobre essa fauna aquática no país, propondo a descrição de novas espécies e gêneros com base na análise de seus componentes espiculares, bem como a redescritção de eventuais grupos taxonômicos, contribuindo sobremaneira para estudos mais detalhados no tocante a riqueza de esponjas na América do Sul (KALINOVSKI et al., 2016, p. 6).

Atualmente sabemos que os habitats sul-americanos abrigam uma das maiores diversidades em esponjas continentais do mundo (Volkmer-Ribeiro, 2007), sendo os rios mais povoados por estes animais os pertencentes as bacias Amazônica, a do Uruguai e a do Paraná. E o país que apresenta maior diversidade atualmente é o Brasil, porém vale ressaltar que ainda há muitos lugares inexplorados e que pesquisas com esse cujo ainda não estão bem difundidas (KALINOVSKI et al., 2016). Como lembram os autores Manconi e Pronzato (2007, p. 72),

devemos “considerar o antigo axioma da biogeografia: "a distribuição e a riqueza das espécies é estritamente relacionada à distribuição e número de taxonomistas".”

No Brasil, as primeiras descrições datam da segunda metade do séc. XIX e foram realizadas por europeus, com ocorrência principalmente para o rio Amazonas. Mas foi só a partir da década de 60 que houve um aumento de estudos da espongofauna brasileira, ganhando novo impulso no início deste século. Merece destaque a pesquisadora Cecília Volkmer-Ribeiro cujo trabalho em conjunto com outros pesquisadores colaboradores ampliaram o catálogo de ocorrência e distribuição das esponjas existentes no país (KALINOVSKI et al., 2016).

Enquanto isso, o Centro-Oeste teve o primeiro registro de ocorrência de esponjas apresentado por Batista e Volkmer-Ribeiro em 2002 em Usinas Hidrelétricas de Corumbá de Goiás e no Mato Grosso (KALINOVSKI et al., 2016). Estes autores apontam a importância dos estudos taxonômicos para os estudos paleoambientais

O estabelecimento de coleções com as descrições e representações dos conjuntos espiculares característicos de táxons de esponjas modernas, torna-se referencial importante para a identificação taxonômica dessas espículas presentes em colunas sedimentares quaternárias, permitindo a determinação específica e validando o uso desse instrumento como recurso (dado *proxy*) para o entendimento e reconstituição dos eventos e processos que incidem nas mudanças ambientais (KALINOVSKI et al., 2016, p. 9).

A utilização de espículas como indicador *proxy* teve início na década de 60 com o pesquisador Racek (1966) que efetuou a primeira tentativa de utilização das espículas de esponjas continentais como ferramenta diagnóstica de mudanças paleoambientais, mas não obteve sucesso devido a carência de dados sobre as espécies e também a erros na taxonomia das mesmas. Apesar disso ele ressaltou a importância de utilizar espículas de esponjas em pesquisas de cunho paleointerpretativo e estratigráficos por serem portadoras de importantes informações podendo em muito contribuir nessa área ainda pouco explorada. Em 1979, Harrison et al. conseguiram identificar as espécies as quais pertenciam e a possível idade das espículas descobertas no Lago Okeechobee, na Florida (MACHADO, 2009; KALINOVSKI et al., 2016).

No Brasil os primeiros estudos paleoambientais foram realizados com sedimentos da Amazônia mais especificamente na Serra dos Carajás, Pará, iniciado por Martin et al. (1992) seguindo com Sifeddine et al. (1994), Volkmer-Ribeiro e Turcq (1996) e outros (KALINOVSKI et al., 2016). Gradualmente as pesquisas foram executadas nas demais regiões, mas os autores Kalinovski et al. (2016) ressaltam que esse campo de estudo se

concentra na região Norte e no Rio Grande do Sul, enquanto o Nordeste possui menor número de relatos esponcológicos.

Segundo Muricy et al. (2011) e Kalinovski (2015), até 2010 havia 443 espécies de esponjas conhecidas no país, destas 380 pertencem a Classe Demospongiae sendo 53 espécies de água doce pertencentes a apenas três famílias: Família Spongillidae Gray, 1867; Família Potamolepidae Brien, 1967; Família Metaniidae Volkmer-Ribeiro, 1986, incluídas na subordem Spongillina. Apesar de ter ganhado mais notoriedade neste século a espongofauna de água doce brasileira ainda é pouco conhecida.

Manconi e Pronzato (2007) estabelecem diferenças de estruturais nas gêmulas das famílias citadas acima: Potamolepidae possui gêmulas com estruturas simples enquanto Spongillidae e Metaniidae possuem estrutura gêmular mais complexas com gemoscleras espinhosas dispostas radialmente. Para os autores, várias Spongillidae possuem uma camada pneumática melhor desenvolvida propiciando maior fluabilidade para maior dispersão podendo ocorrer também uma camada de megascleras envolvendo as gêmulas. Enquanto as Metaniidae pode apresentar gemoscleras com forma de ganchos nas extremidades. Essas diferenças estruturais podem ser observadas na figura 4.

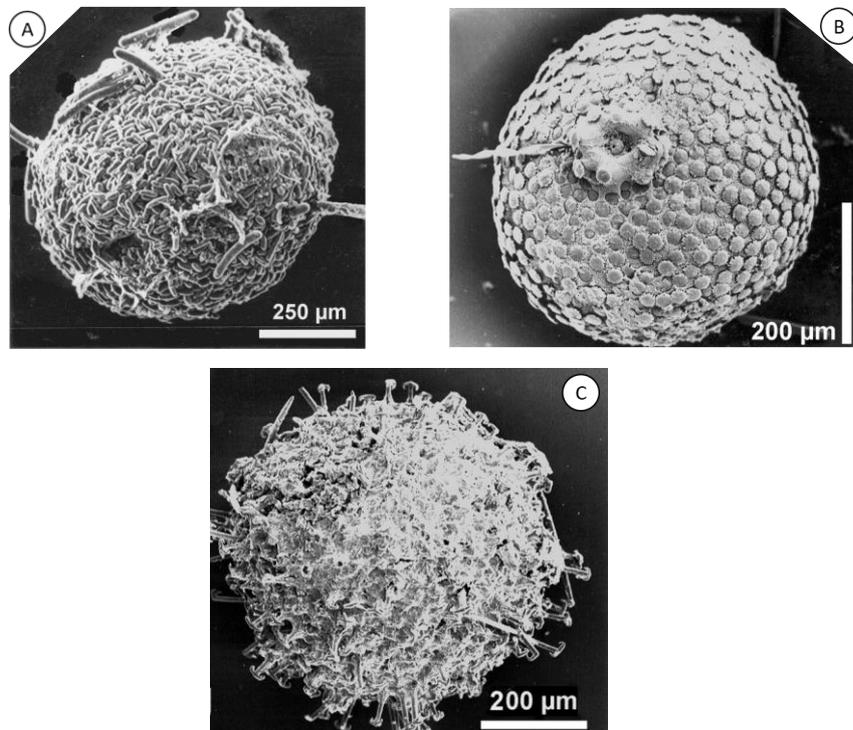


Figura 4: Exemplos de Gêmulas. a) a esquerda gemula de Metaniidae; b) a direita gêmula de Spongillidae; c) abaixo gêmula de Pomolepidae.

Fonte: Manconi e Pronzato, 2007.

Contribuindo para essa caracterização Batista et al. (2003) apud Machado (2009) segundo qual as espécies pertencentes a Spogillidae possuem um esqueleto mais frágil por possuir mais esponjina do que espículas. Devido a esta característica elas não suportariam viver em ambientes de grande fluxo d'água habitando preferencialmente ambientes lênticos. Já nas Potomolepididae ocorre maior presença de espículas silicosas gerando maior sustentação e rigidez para a esponja, dessa forma seu habitat geralmente está relacionado a ambiente lóticos. As espécies Metaniidae também são muito resistentes por apresentarem uma estrutura espicular bem desenvolvida, habitando preferencialmente ambientes úmidos de florestas temperadas e equatoriais.

1.3 Espículas em estudos paleoambientais no Centro-Oeste brasileiro

No Centro-Oeste o início das pesquisas paleoambientais se deram na região do Taquaruçu no Mato Grosso do Sul realizadas por Parolin et al. (2003) que analisaram sedimentos de três lagoas para caracterização de espículas de esponja. Tal análise apontou que o clima da região era mais seco antes do Holoceno e que a Gênese das lagoas foram distintas apesar de sua proximidade. (KALINOVSK et al., 2016).

Silva (2004) caracterizou um depósito de espongilito da Lagoa do Meio, localizada no alto curso do rio Miranda em Três Lagoas, MS, com base na micropaleontologia. O autor conclui que no Pleistoceno o clima na região era mais frio e que o ambiente de desenvolvimento das espículas era semi-lótico, ácido e raso. Tendo maior abundância de sílica depois de se tornar lêntico e sofrido eutrofização.

Parolin et al. (2005) ampliaram a análise da região com mais dois testemunhos da lagoa Samambaia, uma das analisadas anteriormente, e conseguiram visualizar mais mudanças paleoambientais que ocorreram ali. Em 2007 os autores Parolin et al. continuaram sua investigação na região do Taquaruçu mas dessa vez os sedimentos analisados foram retirados alto curso do rio Paraná e pertenciam a uma turfeira, descobriu-se a alternância entre ambiente lótico e lêntico durante o Holoceno. Esses sedimentos foram datados através de C^{14} com idades aproximadas entre 11.570 e 4.010 anos A.P. No ano seguinte realizou-se datação dos sedimentos da lagoa Samambaia através da termoluminescência e as discussões realizadas para a região foram retomadas, chegando-se a alternância de fases lóticas e lênticas para o local (KALINOVSK et al., 2016).

Machado (2009) estudou um depósito de espongilito e diatomito, primeiro depósito estudado que possui os dois juntos, presentes no paleolago Cemitério em Catalão, Goiás. Neste trabalho a autora analisou as espículas e também realizou a contagem de frústulas de

diatomáceas. Foi confirmada a existência de esponjas características de ambientes lênticos, cujas espécies são encontradas no Cerrado, indicando a presença desse bioma ali desde o final no Pleistoceno. Mais próximo a base também foram encontradas espécies de ambientes lóticos indicativo de que no início de sua formação o ambiente possuía maior fluxo d'água.

Em 2010 Kuerten analisou sedimentos presentes no Pantanal do Nabileque, uma das sub-regiões do Pantanal Sul e concluiu que ocorreu uma mudança de um ambiente lótico mais úmido para um ambiente mais seco e lêntico nos meandros abandonados do megaleque da sub-região, resultando numa mudança de curso do rio Paraguai (KALINOVISK et al., 2016).

De acordo com Volkmer-Ribeiro e Machado (2017), dentre as 53 espécies conhecidas no Brasil 11 tem ocorrência também no Mato Grosso do Sul. As autoras ainda apontam que provavelmente existem várias outras espécies no estado visto a grande riqueza natural trazida pela existência de duas importantes bacias hidrográficas que o recortam somada ocorrência de quatro biomas que se misturam e originam um ambiente rico em biodiversidade: o Pantanal.

As autoras supracitadas ainda aludem a grande ocorrência de espongilitos, rochas formadas por depósitos biosilicosos, nas lagoas do MS localizadas no bioma Cerrado, onde “essas jazidas ocorrem com abundância, tanto no que se refere à espessura das camadas do espongilito, quanto à distribuição espacial dos ambientes de deposição” (VOLKMER-RIBEIRO E MACHADO, 2017, p. 3).

Com os avanços nos estudos pode-se apontar espécies características de cada bioma ou região, obviamente uma prévia de tudo que está por desvendar. Para o Bioma Cerrado é apontada a típica ocorrência das esponjas *Dosilia pydanieli* Volkmer-Ribeiro, 1992; *Radiospongilla amazonensis* Volkmer-Ribeiro e Maciel, 1983; *Metania spinata* Carter, 1881; *Trochospongilla variabilis* Bonetto e Ezcurra de Drago, 1973; *Heterorotula fistula* Volkmer-Ribeiro & Motta, 1995 e *Corvomeyenia thumi* (Traxler, 1895). (PAROLIN et al., 2008; MACHADO et al., 2014; KALINOVSKI et al., 2016).

Diante desse breve cenário percebe-se que a poucos estudos paleoambientais foram realizados em Mato Grosso do Sul, visto que ainda há muito a ser explorado e possivelmente apresenta uma fauna com pelo menos o dobro da conhecida atualmente (VOLKMER-RIBEIRO; MACHADO, 2017).

1.4 Fitólitos

Os fitólitos, do grego pedras produzidas pelas plantas (RAITZ et al., 2015), são partículas de sílica (opala biogênica) acumuladas em algumas plantas como as gramíneas, dicotiledôneas lenhosas e palmeiras, durante seu ciclo de vida (GOLOVATI, 2015). A sílica é

absorvida como ácido monossilícico (H_4SiO_4) da solução do solo. Esse processo de biomineralização, ou seja, a cristalização de Si em células moldes criadas pelas plantas, pode ocorrer em diversas partes das mesmas, logo há ocorrência de fitólitos desde a semente até nas raízes e madeira, ocorrendo em maior quantidade nas folhas e demais estruturas aéreas (PIPERNO, 1991; MADELLA, 2008 apud KALINOVSKI, 2015).

De acordo com Luz et al. (2015), há mínimo dois processos envolvidos na acumulação da sílica e formação dos fitólitos: os sistemas fisiológicos e genéticos das plantas e as condições climáticas e ambientais em que a planta se desenvolve. A atuação desses dois fatores origina uma vasta variedade de morfotipos e tamanhos (PIPERNO, 2006 apud LUZ et al., 2015).

A produção dos fitólitos possui forte influência da carga genética da planta, acarretando que a formação de vários morfotipos de fitólitos seja “consistente dentro do mesmo táxon crescendo sob condições ambientais muito diferentes. Dessa forma, certos tipos de fitólitos são característicos de uma família, gênero ou até espécie” (BOYADJIAN, 2007 apud GOLOVATI, 2015, p. 36).

De acordo com Welle (1976) e Motomura et al., (2004) in Monteiro (2015), algumas espécies de plantas produzem maior quantidade de silicofitólitos ao passo que outras são baixas produtoras dessas formas. Cabe ressaltar que nem todas as plantas produzem fitólitos (GOLOVATI, 2015). Apesar da produção e conseqüente acumulação de fitólitos ocorrer *in loco*, eles podem ser transportados pela ação do vento, fogo e água (LUZ et al., 2015).

Além disso, “A formação e o desenvolvimento do fitólito dependem da idade da planta, o clima do ambiente que a planta se desenvolve, a quantidade de água disponível, bem como a natureza do solo” (BOYADJIAN, 2007 apud GOLOVATI, 2015, p. 35).

Kalinovski (2015, p. 61) salienta que “Difícilmente é possível atribuir valor taxonômico a uma forma em específico, ou seja, a um único fitólito, haja vista a multiplicidade e redundância da produção de fitólitos pelas plantas.” Portanto, faz-se necessário a análise de assembleias fitolíticas e formação de agrupamentos de morfotipos com valia taxonômica para tipo de vegetação (PIPERNO, 1988, 1991 apud RASBOLD et al., 2016; LUZ et al., 2015; KALINOVSKI, 2015).

Assim como as espículas de esponja, os fitólitos são resistentes as condições oxidantes dos ambientes devido a durabilidade e resistência da sílica, material que o origina. Esse material potencializa a preservação de suas formas (RASBOLD et al., 2016), o que torna possível a reconstituição da vegetação de um determinado local e a partir desta pode-se também inferir o paleoclima, devido a sua intrínseca inter-relação (LABOREAU, 1998).

As principais funções dos fitólitos são fornecer sustentação a planta fortalecendo os órgãos e estruturas; proteger a planta de predadores herbívoros e parasitas e neutralizar os efeitos nocivos das substâncias que entram em contato com as plantas (COE, 2009 apud KALINOVSKI, 2015).

O primeiro trabalho brasileiro que versa sobre a identificação de fitólitos modernos foi realizada em 1966 pelos pesquisadores Sendulsky e Labouriau em que estudaram a morfologia de fitólitos presentes em 55 exemplares de gramíneas do bioma Cerrado (LUZ et al., 2015; RAITZ et al., 2015).

Posteriormente, em 1969 Campos e Labouriau analisaram mais dez espécies de gramíneas típicas do Cerrado para investigar as mudanças fronteiriças entre o Cerrado e demais biomas brasileiros através dos fitólitos. Esse levantamento fitolítico em espécies do Cerrado foi continuado por Silva e Laboureau em 1970. Nesse mesmo ano Söndahl e Labouriau descreveram os morfotipos fitolíticos encontrados em mais dez espécies do Cerrado dando continuidade aos trabalhos anteriores (LUZ et al., 2015; RAITZ et al., 2015).

Em 1971 Figueiredo e Handro realizaram um levantamento fitolítico de mais 12 espécies de gramíneas do Cerrado. Em 2012 Rasbold et al. analisaram a produção de fitólitos em uma espécie pertencente à família Arecaceae característica do Cerrado em Campo Mourão-PR (LUZ et al., 2015).

O reconhecimento de assembleias fitolíticas de plantas atuais forma “um referencial para a identificação taxonômica dos morfotipos encontrados em sedimentos/solos” (LUZ et al., 2015, p. 57). De acordo com Raitz et al. (2015, p. 19) as “coleções de referência de plantas modernas ainda são poucas para as zonas tropicais, quando comparadas as de zonas temperadas do globo”.

Segundo Monteiro (2015, p. 26), os fitólitos são apontados “como um dos registros fósseis terrestres mais duráveis, uma importante ferramenta de interpretação nos estudos paleoambientais e arqueológicos.” Podendo complementar os estudos que envolvem análise polínica pois este é um *proxy* muito frágil, bem como as pesquisas que utilizam isótopos de carbono, análise multipróxy (KALINOVSKI, 2015).

A utilização desses como ferramenta para a interpretação paleoambiental se iniciou no país em 1996 através dos pesquisadores Piperno e Becker ao analisar a Amazônia central. Durante a década de 90 apenas mais um trabalho com esse cunho foi realizado pelos autores Alexandre et al. (1999) em Minas Gerais onde há ocorrência de Cerrado. Foram retomados em 2003 com as pesquisas de Lepsch et al. utilizando dicotiledôneas do Cerrado. Os trabalhos para esse bioma foram incrementados com Borba-Roschel et al. (2006), Paula e Silva (2006) e

Lepsch e Paula (2006). (LUZ et al., 2015; GOLOVATI, 2015; MONTEIRO, 2015; KALINOVSKI, 2015).

Os estudos utilizando fitólitos como dados *proxy* tiveram um incremento na última década, mas ainda são muito incipientes, concentrando-se nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul (LUZ et al., 2015).

Os autores supracitados ressaltam que a carência em estudos morfológicos de assembleias fitolíticas atuais comprometem os estudos paleoclimáticos e paleoambientais que utilizam esses microfósseis devido o referencial de morfotipos fitolítico ser incompleto, dificultando a identificação taxinômica dos mesmos (LUZ et al., 2015).

Os pesquisadores Luz et al., (2015) ainda apontam que o conhecimento sobre fitólitos de gramíneas do Cerrado se destacam nesses estudos. Evidenciam também o levantamento de gramíneas no extremo sul do Rio Grande do Sul e pesquisas esparsas em espécies da Mata Atlântica, com as gramíneas da Amazônia, com espécies do Pantanal Mato-Grossense, da Floresta Ombrófila Mista no Paraná e em fragmentos de Pampa, Caatinga, Campo e do próprio Cerrado.

As maiores produtoras de fitólitos são as espécies pertencentes a família Poaceae (gramíneas), diante disso foram elaborados por pesquisadores de paleoambientes alguns indicadores baseados em fitólitos caracteristicamente produzidos por essa família, dentre eles estão: Índice Climático (Ic); Índice de Adaptação à Aridez (Iph); Índice de Densidade Arbórea (D/P) e Índice de Estresse Hídrico (Bi) (MONTEIRO, 2015).

O Índice de Estresse Hídrico é adquirido a partir da proporção dos morfotipos *Bulliform cuneiform* em relação ao total da soma dos outros morfotipos produzidos pela família Poaceae. Isso porque essa família é a principal produtora desse morfotipo, mas quando as plantas sofrem com estresse hídrico ocorre uma maior produção de *Bulliform cuneiforme* em sua epiderme (BREMONT, 2003 in MONTEIRO, 2015). Logo é possível estabelecer o nível de “aridez do ambiente em que a assembleia fitolítica foi formada.” (MONTEIRO, 2015, p. 35).

O índice de Adaptação a Aridez resulta da “porcentagem de fitólitos de Chloridoideae dividido pela soma de fitólitos de Panicoideae e Chloridoideae” (DIÉSTER-HAASS et al., 1973 in MONTEIRO, 2015). Dessa forma,

O índice Iph elevado (>20-40%) caracteriza as formações de gramíneas dominadas por Chloridoideae, as quais são adaptadas às condições quentes e secas. Um Iph baixo (<20-40%) indica formações vegetais em que as gramíneas da família Panicoideae (C4 mesofíticas) são dominantes, podendo inferir clima quente e úmido (BARBONI et al., 1999 apud MONTEIRO, 2015, p. 36).

O Ic é calculado a partir da porcentagem de fitólitos formados por Pooideae dividido pela somatória dos fitólitos formados por Pooideae, Chloridoideae e Panicoideae (TWISS, 1992; BREMOND, 2008 apud MACHADO, 2015). Logo, as regiões onde predominam as Pooideae apresentam um Índice Climático elevado, enquanto as áreas onde predominam as Panicoideae e Chloridoideae apresentam Índice Climático baixo (MACHADO, 2015).

O Índice de Cobertura Arbórea reflete a quantidade de fitólitos produzidos por dicotiledôneas lenhosas (*Globular granulate*) dividido pela somatória dos fitólitos de Poaceae (*Cuneiform + Cross + Bilobate short cell + Saddle + Elongate + Acicular + Parallepiped bulliform cells*). (MACHADO, 2015).

E a Densidade de Palmeiras (Pa/P) que resulta da divisão dos fitólitos de Aracaceae (*Globular echinate*) pela soma dos fitólitos produzidos pelas Poaceae (*Short cells + Bulliform cuneiform + Acicular*). (COE et al, 2012).

De acordo com os autores supracitados, em muitos casos as formações vegetais primárias do país não são passíveis de explicação considerando apenas as características edáficas e climáticas atuais, é preciso, portanto, fazer uso de leituras paleoambientais para compreendê-las, pois “A diversidade das formações herbáceas tropicais é o reflexo de uma diversidade climática, edáfica e antrópica” (BREMOND et al., 2005 in COE et al., 2012, p. 251)

1.5 Geografia x Paleontologia: uma aproximação

Para muitos é dificultoso realizar essa ligação entre as duas ciências e a ideia deste subitem, assim como deste trabalho, é ajudar a construir esse caminho. Iniciamos pensando neste estudo que envolve interpretações paleoambientais, quer dizer a reconstituição de ambientes passados, podemos pensar nos constituintes desse ambiente e suas inter-relações como Geossistemas. A utilização de microfósseis permite a reconstituição da Hidrografia local para entender suas mudanças ao longo do tempo geológico, a ocorrência e distribuição de espécies da fauna e da flora e através destes inferir paleoclimas (LABOREAU, 1998).

Visto desta forma podemos perceber que as reconstruções paleoambientais nada mais são do que o estudo da biogeografia de um local no passado. Essas pesquisas podem ser englobadas na Paleoecologia que se preocupa com “investigação de indivíduos, populações e comunidades de antigos organismos, e sua interação e resposta à dinâmica de mudanças do meio” (GASTALDO, SAVRDA & LEWIS, 1996 apud ZERFASS, 2015, p. 318)

Dentre outros pontos de investigação, não se pode esquecer o papel que a paleoecologia desempenha na reconstrução da distribuição biogeográfica dos fósseis, cujo avanço nas pesquisas é chave para que se possa remontar a história da Terra ao longo do tempo geológico (ZERFASS, 2015, p. 318).

A Paleoecologia diferencia-se da Ecologia “pelas técnicas de pesquisa empregadas e pelo objeto de estudo, já que se utiliza de registros fósseis, em geral mal preservados e dispersos ao longo do tempo geológico” (ZERFASS, 2015, p. 317).

As reconstituições do Quaternário (período geológico recente, últimos 11700 anos) são menos dificultosas porque ela se faz de forma direta pois “uma parte dos animais e praticamente todas as plantas atuais existiram durante todo o Quaternário” (LABOREAU, 1998, p. 2). Cabe lembrar que “Para cada período, época ou outra unidade de tempo, existe um conjunto de fósseis característico” (LABOREAU, 1998, p. 31).

Um princípio muito importante para a paleoecologia é o Atualismo, uma das bases da Geologia da qual a Paleontologia se utiliza. O Atualismo ou Uniformitarismo busca compreender a dinâmicas do passado conforme os processos atuais, pois acredita-se que as leis e processos se mantiveram imutáveis ao longo do tempo geológico, ou seja, as leis que operam transformando a superfície terrestre atualmente são as mesmas que agiram no passado (LABOREAU, 1998; CHRISTOPHERSON, 2012; RAUGUST, 2015; ZERFASS, 2015). Apesar disso, deve-se levar em consideração que o grau e requisitos dos processos se alteram devido as próprias mudanças no ambiente (ZERFASS, 2015).

Dessa forma, as exigências ecológicas dos organismos que viveram no passado são próximas ou similares as que vivem as espécies modernas e se conhecermos essas exigências é possível reconstituir o ambiente onde os fósseis foram localizados (LABOREAU, 1998).

Outra lei basilar da Geologia que se faz fundamental para a Paleoecologia é a Lei da Superposição das Camadas, elaborada a partir do princípio do Atualismo, que permite inferir uma datação relativa dos sedimentos e fósseis através da Bioestatigrafia. De acordo com essa lei os sedimentos fruto da erosão e transporte são depositados em camadas sucessivas, logo os sedimentos mais jovens se encontram nos estratos mais superficiais e os mais antigos nos estratos mais profundos. Do mesmo modo, os fósseis que se encontram nas camadas mais rasas são mais jovens que os registros da vida antiga localizados em camadas mais profundas, podendo ser fruto da evolução destes (LABOREAU, 1998; SOARES, 2015; RAUGUST, 2015).

Essa datação é relativa devido ao desconhecimento do período temporal necessário para que os sedimentos originassem um estrato, bem como de todos os processos denudacionais

ocorridos nesse período, muitas camadas foram erodidas com esse processo remodelador, daí o incompleto histórico dos registros fósseis (LABOREAU, 1998).

Com base na datação relativa foi elaborada a tabela do tempo geológico, posteriormente refinada com a datação absoluta (SOARES, 2015). A datação absoluta, que fornece dados quantitativos, também é muito importante para estudos que busquem entender a história da formação de um lugar pois permite que os acontecimentos sejam encaixados corretamente na escala de tempo geológico e correlacionados com outros eventos (LABOREAU, 1998).

Ao possibilitar uma leitura sobre as mudanças climáticas, os estudos paleoambientais ou paleoecológicos contribuem para o debate acerca das alterações climáticas ocorridas nos últimos decênios, auxiliando a partir de dados quantitativos na formulação de causas a essas oscilações. (SIFEDDINE et al., 2014)

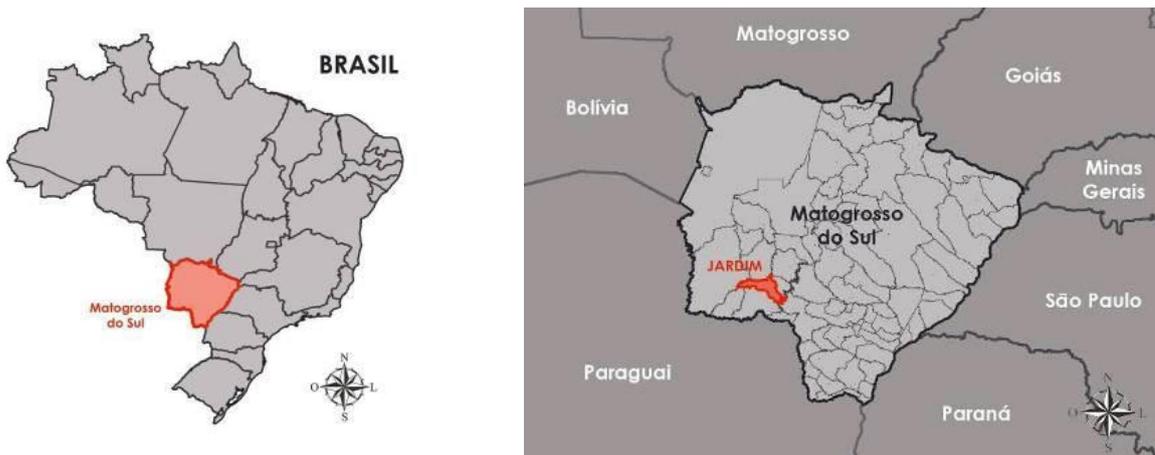
De acordo com Sifeddine et al. (2014, p. 130), um dos principais motivos de sua relevância atual é “a necessidade de um profundo conhecimento sobre a variabilidade climática da Terra para que se possa separar os processos climáticos naturais dos antrópicos”. Para tanto se utiliza o princípio do Atualismo.

CAPITULO 2: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

2.1 Localização e aspectos populacionais

A área estudada está inserida no município de Jardim/ MS distante 234 km da Capital do Estado de Mato Grosso do Sul e 1260 km de Brasília, capital federal. Localizada no sudoeste do estado integra a microrregião da Bodoquena, sendo considerado um município polo de abastecimento regional devido a sua centralidade (Figuras 5 e 6).

O município possui uma área de 2.201,515 km e faz fronteira com os municípios de Guia Lopes da Laguna, Nioaque, Bela Vista, Porto Murtinho, Caracol e Bonito. (PMMA, 2012) Jardim é cortado pelas BR 267 que o liga a Porto Murtinho e Maracaju e mais à frente Rio Brillante possibilitando acesso a Dourados e Campo Grande com a conexão de outras BRs e a BR-060 que o liga a Bela Vista.



Figuras 5 e 6: Localização do município de Jardim no contexto Macro e Meso.
Fonte: Fundação Neotrópica do Brasil (FNB),2012.

De acordo com IBGE (2010) o município possui uma população de 24.346 habitantes com estimativa de 25.758 habitantes para o ano de 2017, apresentando uma densidade demográfica de 11,06 hab/km². Dentre seus habitantes 13,5 % estavam ocupados em 2016, sendo que o salário médio dos trabalhadores mensais é de 2 salários mínimos. O município apresenta um IDHM de 0.712 e o PIB *per capita* é de R\$ 17.913,33. O principal setor de atividades econômicas desenvolvidas no município é o de serviços, seguido pelo setor primário. As principais atividades desenvolvidas são as de comércio e pecuária.

O ponto de coleta do material analisado está situado entre as coordenadas 21° 26.582'S e 56° 9.462' O (Figura 7). O acesso ao local foi realizado pela estrada rural que dá acesso

pela Avenida Mato Grosso (sentido norte) em direção ao ponto turístico “Cemitério dos Heróis”, distante 4,75 km do acesso à rodovia BR-267 (sentido Porto Murtinho).



Figura 7: Localização do ponto de coleta de sedimentos. A) Indicação regional do ponto de coleta. B) Local de coleta do testemunho de sondagem, no interior do lago de meandro abandonado, adjacente à margem esquerda do rio Miranda.

Fonte: Google Earth imagens, 2018.

2.2 Características físicas da área estudada

Neste subcapítulo é apresentada uma caracterização dos aspectos físicos do município de Jardim/MS. Nas linhas que seguem serão abordados a geologia, geomorfologia, hidrografia, vegetação e clima, respectivamente.

2.2.1 Geologia

O embasamento geológico que abrange o município faz parte do grupo Itararé - Formação Aquidauana (Figura 8). Segundo Daemon e Quadros (1970 in IBGE, 2006) a idade Grupo abrange desde o Carbonífero Superior ao Permiano Inferior. Sendo constituída por arenito esbranquiçado, conglomerados, arenitos vermelhos a róseo de granulometria média a grossa, siltito, folhelho, diamictito e arenito fino laminado apresentando coloração do vermelho a róseo e intercalações de folhelho em tom cinza-esverdeado e diamictito. (CPRM, 2006). O histórico de deposição da Formação Aquidauana é de “ambiente continental, fluvial e lacustre, associação em direção ao sul da bacia, com depósitos glaciais.” (CPRM, 2006).

“A formação está assentada sobre rochas Pré-Cambrianas representadas pelo Grupo Cuiabá e sequências rudimentares Paleozoicas dos Grupos Paraná (Formação Furnas e formação Aquidauana), compostas por arenitos porosos e friáveis” (RADAMBRASIL, 1982 in SCHIAVO et al., 2010, p. 882).

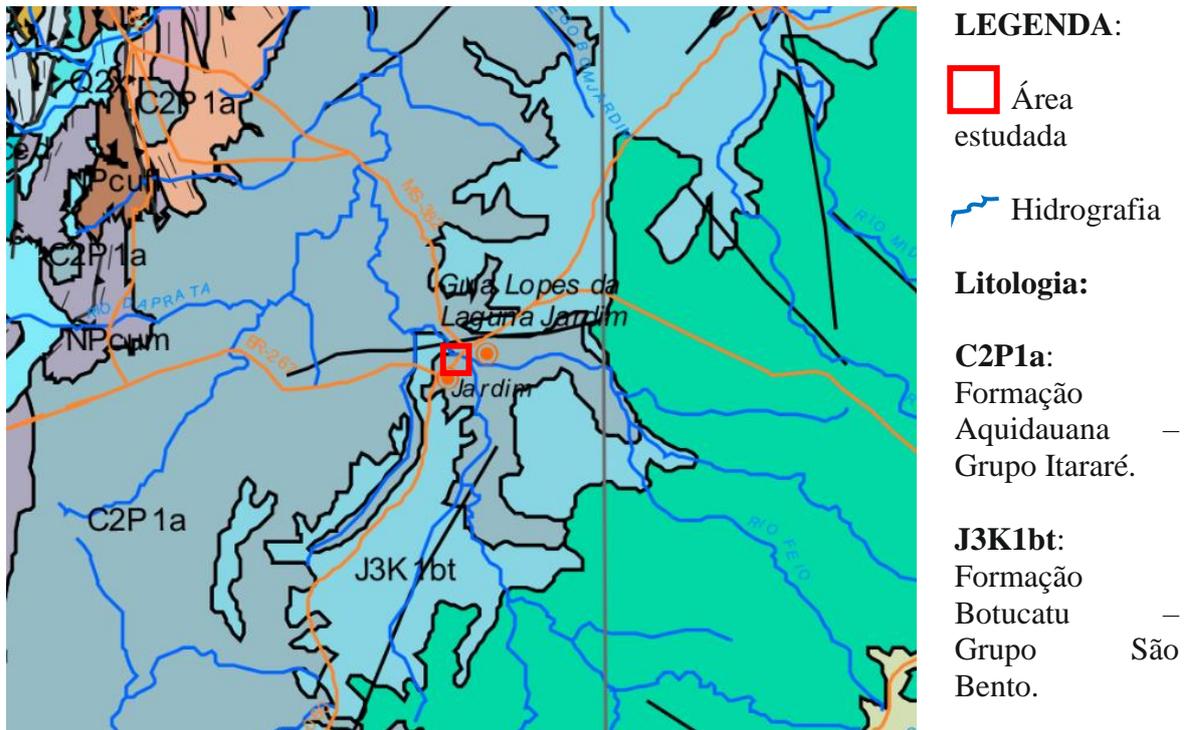


Figura 8: Contexto geológico de Jardim (MS).

Fonte: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. CPRM, 2006.

A Formação Aquidauana (Figura 9) data do Carbonífero Superior e apresenta constituição “semelhante à formação Botucatu, porém originária de ambiente flúvio-lacustre e apresentando aproximadamente 500 m de espessura.” (SCHIAVO et al., 2010, p. 882). De acordo com Gesicki et al. (2000, p. 1) “A Formação Aquidauana tem sua deposição associada ao evento de glaciação continental ocorrida ao final do Paleozóico na Bacia do Paraná. ”

Gesicki et al (2000) apontam que

Em Mato Grosso do Sul, região onde foi originalmente definida, a Formação Aquidauana aflora ao longo de uma faixa alongada de direção NNE e extensão aproximada de 300 km, que corta todo o estado e apresenta continuidade para o norte, no Estado de Mato Grosso, e para o sul, no Paraguai Oriental, onde é conhecida por Formação Aquidaban (GESICKI et al., 2000, não enumerado).



Figura 9: Contexto geológico do Oeste de Mato Grosso do Sul. Em amarelo destaca-se a localização da faixa de afloramento da Formação Aquidauana na borda oeste da bacia do Paraná, em MS.

Fonte: GESICKI et al. (2000)

2.2.2 Solos

De acordo com o Macrozoneamento de 1984/85 disponibilizado em meio digital no Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA), a figura 10 apresenta os tipos de solos existentes na região de Jardim/MS.

Ao longo dos leitos fluviais predomina a classe de solos representada pelo código PTSe2 correspondente ao Plintolossolo Eutrófico Solódico composto por argila de atividade alta abrupto com textura arenosa no horizonte A e média no horizonte B de relevo plano com solo subordinante de Solonetz Solodizado com argila de atividade alta plântico com textura arenosa no horizonte A e média no B (IBGE, 1988).

Já o código PVa representa os solos Podzólico Vermelho-Amarelo Álico. O tipo 3 possui argila de atividade baixa abrupto com textura arenosa no horizonte A e média no horizonte B de relevo suave ondulado e plano com solo subordinante composto de Plintossolo eutrófico sólodico com argila de atividade alta abrupto com textura arenosa no horizonte A e média no horizonte B de relevo plano. E o PVa4 apresenta argila de atividade baixa abrupto com textura arenosa no horizonte A e horizonte B de textura média de relevo suave ondulado e ondulado com solo subordinante composto de Podzólico Vermelho-Escuro

distrófico com argila de atividade baixa com textura média e arenosa no horizonte A, sendo o horizonte B de textura média e de relevo suavemente ondulado (IBGE, 1988).

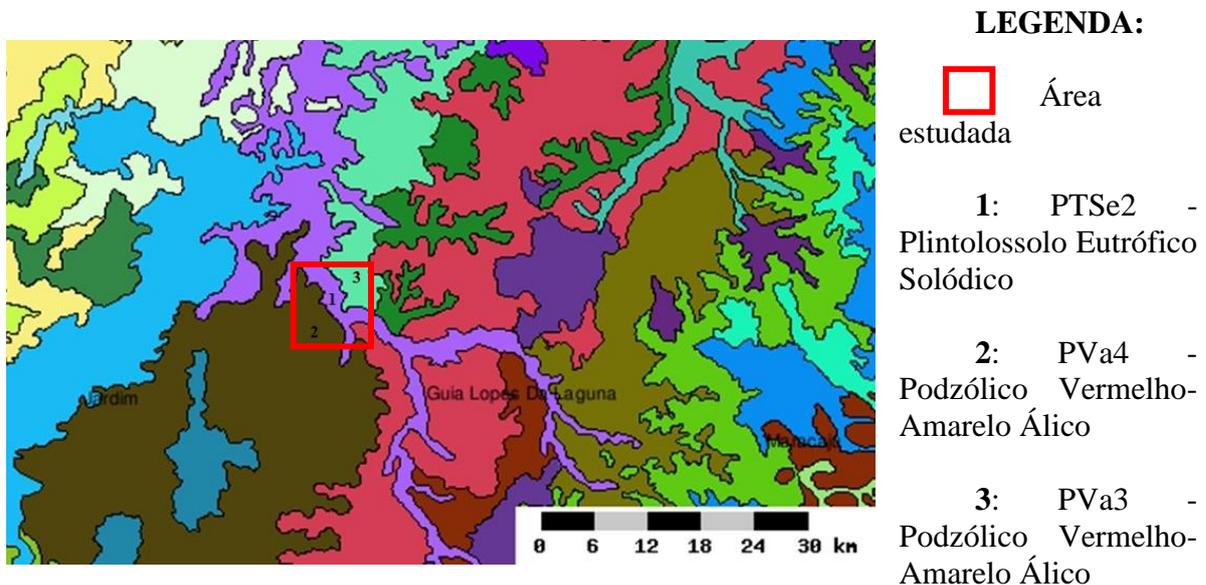


Figura 10: Ocorrência de solos em Jardim /MS
Fonte: SISLA, 1985

De acordo com o Sistema Brasileiro de Solos (2018), os solos Podzólico Vermelho-Amarelo Álico com argila de atividade baixa (PVa Tb) e Podzólico Vermelho-Escuro com argila de baixa atividade (Tb) passaram a ser chamados de Argissolos e em alguns casos de Nitossolos. Já os solos Solonetz Solodizados que compõem os PTSe2 passaram a ser classificados como Planossolos.

A porção central do município é composta predominantemente de Argissolo Vermelho-Amarelo com uma mancha de Argissolo Vermelho (Figura 11). A Leste predomina o Latossolo Vermelho e na ponta Oeste Neossolos, Gleissolos e Argissolo Vermelho. É possível observar também que nas bordas do município onde passam os rios que o delimitam predomina os Argissolos Vermelhos.

Segundo o Plano de Recuperação da Mata Atlântica (2012) em Jardim/MS também ocorre outros tipos de solos:

Na área de ocorrência das Florestas Estacionais e seus ecossistemas associados, os solos foram classificados como Nitossolos Vermelhos Eutróficos e Plintossolos Háplicos, em parcelas às margens do Rio Miranda, e Latossolos argissolos e gleissolos háplicos, em parcelas do Rio da Prata (FNB, 2012).

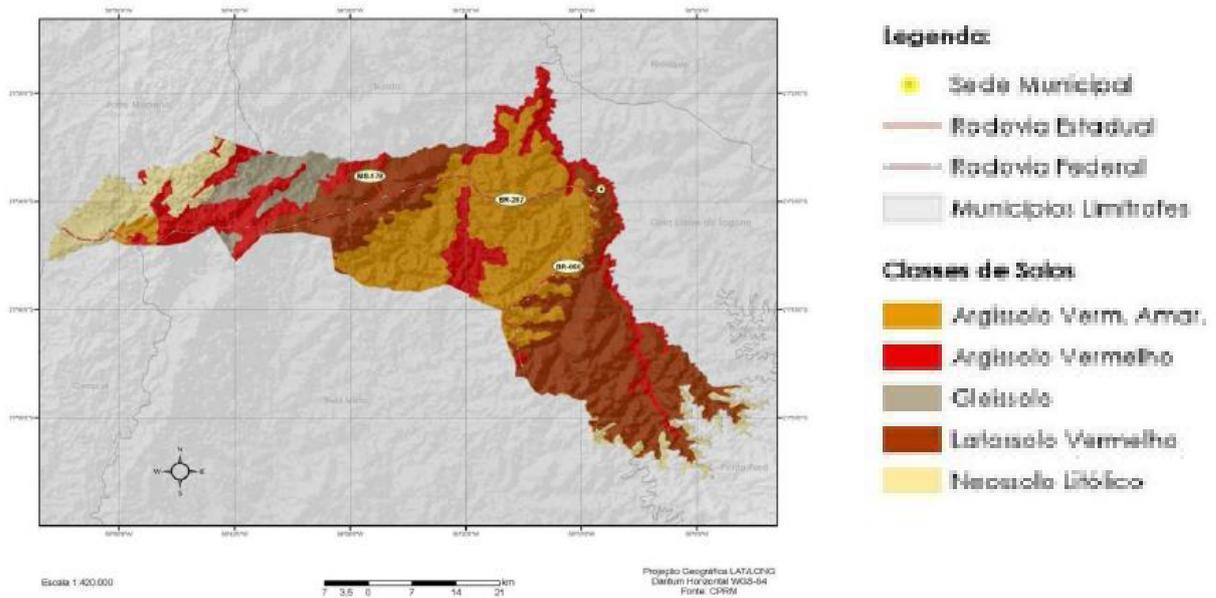


Figura 11: Classificação de solos do Município de Jardim / MS

Fonte: Plano Diretor do Município de Jardim/MS in FNB, 2012.

2.2.3 Geomorfologia

A localidade estudada foi classificada por Ross (2011) como pertencente a depressão do Miranda, cuja altimetria está compreendida entre 100 e 150 m. De acordo com o autor supracitado, ela é delimitada “a oeste pelas cristas residuais da serra da Bodoquena e a leste pelas escarpas tipo frente de Cuestas da borda da bacia do Paraná. Afunila-se para sul e termina com a junção das cristas às escarpas, ao norte abre-se para o Pantanal através da planície do rio Miranda.” (ROSS, 2011, p. 36).

Segundo os autores Kuerten et al. (2017) o alto curso do rio Miranda compreende cerca de 140 km, abrangendo as áreas situadas nas nascentes até a foz do rio da Prata, apresentando “cotas altimétricas que variam de 680 a 210 metros de altitude a partir das nascentes do rio Miranda, em direção sul-norte” (Kuerten et al., 2017, p. 3).

Constitui um trecho em que o rio ora flui sobre leito rochoso, com padrão meandrante com baixa sinuosidade e trechos retilíneos, alojado em rochas da Bacia do Paraná, ora desenvolve uma planície encaixada sobre sedimentos quaternários. Apesar de desenvolver planície agradacional ampla após contornar o Planalto da Bodoquena, o rio construiu notáveis formas relictas de canais meandrantes (meandros abandonados e paleocanais) adjacentes ao seu canal atual. (KUERTEN et al., 2017, p. 5)

Nesse estudo foram quantificados 41 meandros abandonados ao longo do alto curso do Miranda com largura média de 28 m e comprimento mediano de 230 m. sendo que estão “inseridos em uma unidade morfologicamente elevada em relação ao canal atual, em média 3 metros de desnível, denominada planície aluvial.” (KUERTEN et al., 2017, p. 5)

De acordo com Kuerten et al. (no prelo, não enumerado) “a topografia da área do entorno do alto curso do rio Miranda, com exceção das áreas dos planaltos, é constituída por formas convexas suaves, colinas e morros ondulados, superfícies de topo plano intercalados por vales sinuosos de fundo plano e forma de “V”.” Sua declividade foi caracterizada com fraca ou muito fraca, apresentando topografia suave e ligeiramente plana.

O rio Miranda possui características geomorfológicas peculiares, diferente dos outros sistemas fluviais que alimentam a bacia sedimentar do Pantanal, pois “seu compartimento agradacional está localizado na parte medial do sistema, e não na distal como normalmente ocorre nos sistemas aluviais” (MERINO et al., 2013, p. 134) e ao mesmo tempo desenvolve depósitos de planície no alto curso fluvial (KUERTEN; et. al., 2017).

2.2.4 Hidrografia

A Bacia do Rio Miranda está inserida na Região Hidrográfica do Paraguai que banha a porção oeste do território de Mato Grosso do Sul ocupando “a área de 187.636,301 km², que representa 52,54% da área total do Estado” e abastece a Bacia Sedimentar do Pantanal (SEMAG; IMASUL, 2010). De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (2015) a mesma abrange uma área de 42.993,83 km². E seu principal curso hídrico, como já revela o nome da bacia, é rio Miranda.

Enquanto Unidade de Gestão e Planejamento (UPG) a Bacia Hidrográfica do rio Miranda (BHRM) corresponde à área de 43.663,571 km², abrangendo 20 municípios sul-mato-grossenses (Figura 12), são eles: Aquidauana, Anastácio, Bandeirantes, Bodoquena, Bonito, Campo Grande, Corguinho, Corumbá, Dois Irmãos do Buriti, Guia Lopes da Laguna, Jaraguari, Jardim, Maracajú, Miranda, Nioaque, Ponta Porã, Rochedo, São Gabriel do Oeste, Sidrolândia e Terenos (SEMAG; IMASUL, 2010; IMASUL, 2015).

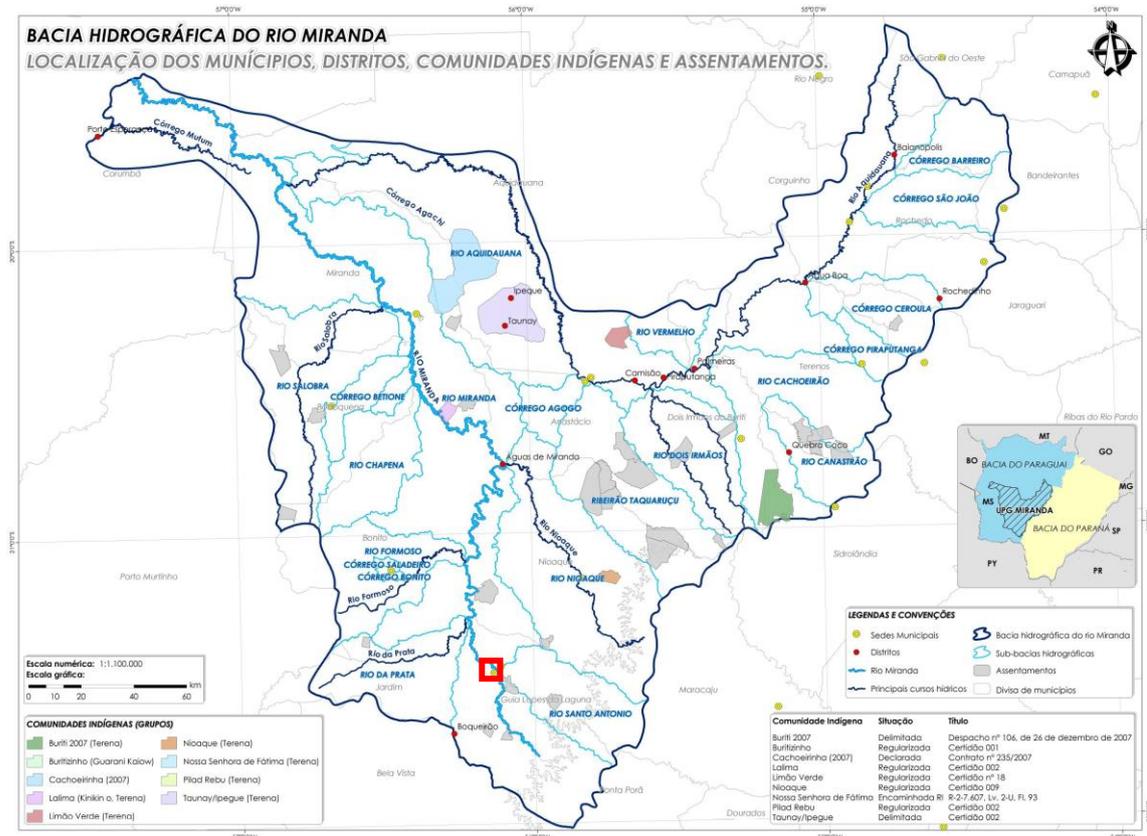


Figura 12: Localização das cidades, distritos, comunidades indígenas e assentamentos dos municípios inseridos na BHRM. O quadrado vermelho (■) aponta a área estudada.
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, 2015.

A BHRM é limitada a Leste pela Serra Maracaju-Campo Grande, a oeste pelo Planalto da Bodoquena e a noroeste pelo rio Paraguai, no município de Corumbá, local de deságue do Rio Miranda numa altitude de 83 m. Sua nascente localiza-se na Fazenda Remanso, no Município de Ponta Porã/MS, “no encontro do córrego Fundo com o rio Roncador, limite com município de Jardim (21° 49. 112’ S / 55° 56.644’ O), em uma altitude de 340 metros” (MOSS e MOSS, 2007 in KUERTEN et al., no prelo, não enumerado). Sua extensão territorial da nascente à foz é de 756,65km (IMASUL, 2015).

Geralmente o rio Miranda apresenta coloração marrom escuro e preto, decorrente da presença de matéria orgânica e sedimentos carregados para o canal, um possível reflexo do desmatamento e existência de erosões situadas à montante. (KUERTEN et al., no prelo, não enumerado)

Na figura 13 abaixo podemos verificar os principais cursos hídricos da cidade de Jardim/MS, dentre eles o rio da Prata e rio das velhas importantes afluentes da margem esquerda do Rio Miranda (FNB, 2012).

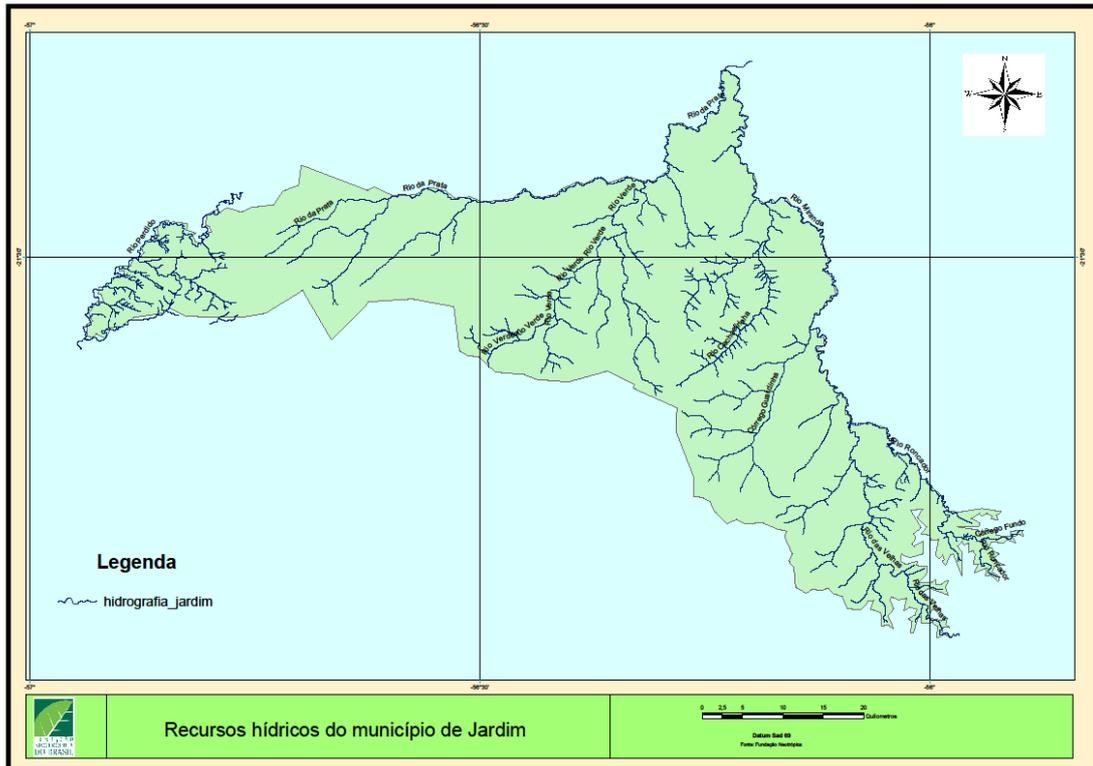


Figura 13: Cursos hídricos do município de Jardim/MS.
Fonte: FNB, 2012. Elaborado pela Fundação Neotrópica do Brasil.

2.2.5 Vegetação

Segundo o Projeto Radam Brasil predominam em Jardim os cerrados e as florestas estacionais e as áreas de contato entre eles. Exemplo desse encontro é o Planalto da Bodoquena que contempla parte do município constituindo “o maior remanescente de florestas do Estado de Mato Grosso do Sul. É uma área estratégica para a conexão dos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal.” (FNB, 2012, p. 20)

A área compreendida pela Mata Atlântica anteriormente era “17,54% da área do estado, sendo que atualmente está reduzida a apenas 0,56%” (SCHAEFFER et al., 2005 in FNB, 2012, p, 41).

O registro de remanescentes da Mata Atlântica no estado ocorre com diversa fitofisionomia, sendo elas: “formações florestais (primárias e secundárias) de florestas estacionais decíduais e florestas estacionais semidecíduais, matas ciliares e remanescentes incrustados ou limítrofes inseridos em outras formações (ecossistemas associados)” (FNB, 2012, p. 41). Na figura 14 podemos observar as fitofisionomias com ocorrência no município de Jardim.

Pode-se observar na figura 14 que a ocorrência de florestas estacionais em Jardim limita-se ao Parque Nacional (PARNA) da Serra da Bodoquena e seu entorno, onde a atuação

da altitude sobre a temperatura condiciona a manutenção desse enclave adaptado ao bioma cerrado, apresentando-se como uma floresta decidual, ou seja, que segue as mudanças das estações do ano. Nesse ponto, à diversidade local somam-se a ocorrência de Caatinga e Chaco Paraguaio.

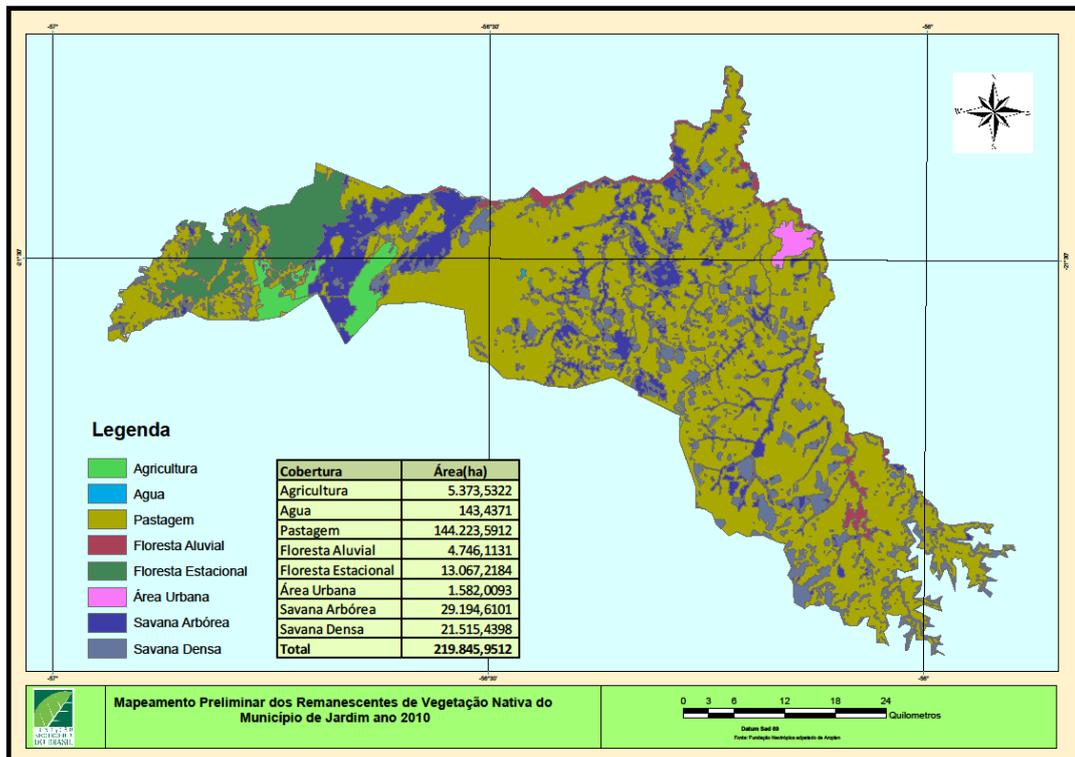


Figura 14: Mapeamento dos remanescentes de Mata Atlântica.

Fonte: FNB, 2012.

Os vastos campos abrangidos pelo bioma cerrado, agora não tão vasto destruído pela atuação predatória da agropecuária que viam esse bioma como sem fertilidade e pobre, atualmente o bioma mais degradado do país, foram caracterizados por Ab' Saber (2012, p. 116) contendo em sua paisagem florística

[...] cerrados e cerradões predominantemente nos interflúvios e vertentes suaves dos diferentes tipos de planaltos regionais. Faixas de campos limpos ou campestres sublinham as áreas de cristas quartzíticas e xistos aplainados e mal pedogenetizados dos bordos de chapadões [...]. Por sua vez as florestas galerias permanecem amarradas rigidamente ao fundo aluvial dos vales de porte médio a grande.

Segundo o autor supracitado, os cerradões seriam como florestas baixas apresentando troncos relativamente finos resultantes do “adensamento de velhos estoques florísticos de cerrados quaternários e terciários” (AB' SABER, 2012, p. 113). Seguindo suas descrições: as florestas galerias apresentam maior variedade do que os cerrados e cerradões e por vezes dá lugar as veredas nas planícies de inundação.

O cerrado constitui-se em um bioma muito rico, portador de inúmeras singularidades, diferenciando-se das savanas africanas por sua baixa variação florística (AB' SABER, 2012).

2.2.6 Clima

De acordo com Abrahão Filho (2006) as características predominantes no estado se enquadram no clima Tropical Úmido segundo a classificação de Koppen-Geiger, apresentando dois períodos distintos: “a – uma estação chuvosa que compreende os meses de meados de setembro a fins de abril onde se concentram 90% dos valores pluviométricos e, b – um período seco com os restantes 10% das chuvas nos meses entre o fim de abril ao início de setembro” (ABRAHÃO FILHO, 2006, p. 70).

Ainda segundo a autora supracitada o Oeste do estado apresenta inverno ameno de clima quente e úmido. “Tem como característica a estabilidade da umidade relativa do ar com alta temperatura e pouco vento. Sofrendo o domínio da alta da Bolívia” (ABRAHÃO FILHO, 2006, p. 71).

Segundo a FNB (2012), o município de Jardim está situado nesse tipo climático (tropical úmido), sendo que o período seco vai de maio a outubro e o chuvoso de novembro a abril. “As precipitações pluviométricas são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm (período de reposição hídrica) e totais médios inferiores a 50 mm representando o período de deficiência hídrica” (EMBRAPA/CNPS, 2007 apud FNB, 2012, p. 16).

CAPÍTULO 2: MATERIAS E MÉTODOS

De posse do testemunho de sondagem obtido em trabalho de campo realizado em oito de Maio de 2015 (Figura 15), o conteúdo sedimentar foi analisado e descrito as principais características sedimentares pela textura do material, organização e espessura de fácies, presença e tipo de estruturas sedimentares primárias.



Figura 15: Momentos do trabalho de campo.
Fonte: Acervo dos autores.

A análise do conteúdo *proxy* presente nos sedimentos foi realizada a partir da confecção de lâminas (Quadro 01) em um intervalo de 5 cm, posteriormente visualizados com auxílio do microscópio para descobrirmos o potencial fóssilífero do material recuperado.

Inicia-se o processo de produção das lâminas com a preparação do pesquisador que deve utilizar equipamentos de proteção individual como jaleco, luvas e máscara adequados para o manuseio dos materiais listados abaixo. É importante que todos os materiais estejam bem dispostos, de fácil acesso e separados por etapas, para que não haja necessidade de parar o procedimento.

Após realizar a organização do laboratório e todos os materiais necessários, seleciona-se 1 grama de sedimento colhido do núcleo do testemunho a cada 5 cm. A escolha por coletar entre 5 e 5 cm foi feita a partir da análise das características sedimentares, cuja variação no testemunho estudado é pouco expressiva.

Dada a presença de torrões de areia, o material precisou ser destorroado, fragmentado, para otimizar a ação do ácido para que ele não estoure muito (reação ocasional com torrões ou presença de quartzo). Após essa etapa, as amostras foram transferidas para tubos de ensaio devidamente identificados onde foi acrescentado o ácido Nítrico 65% até atingir 1/3 do tamanho do tubo ou até cobrir a amostra.

| Físicos | | Reagentes químicos |
|--|---|------------------------------|
| Tubos de ensaio | Pegador de madeira | Ácido Nítrico 65% PA |
| Bastões de Vidro | Lâminas 24x50 mm | Álcool 70% |
| Pipeta Pasteur automática (25µl) com ponteiros (1-200 µl) descartáveis | Lamínulas 24x50 mm | Verniz vitral |
| Pipeta 20 ml descartável | Centrifuga com capacidade para 12 tubos e 4000 RPM. | Água destilada ou deionizada |
| Lamparina simples | Balança de precisão (marca quatro casas) | Peróxido de Hidrogênio |
| Cadinho (para destorroar as amostras) | Capela | |
| Colher | Faca | |

Quadro 1: Materiais utilizados para confecção de lâminas

Com o auxílio da lamparina e do pegador de madeira esse material foi queimado por aproximadamente 3 min. ou até que a fumaça resultante da queima ficasse clara (eliminar toda a matéria orgânica da amostra). Para maior segurança esse procedimento foi executado em capela. Foi necessário acrescentar a amostra uma gota de Peróxido de Hidrogênio para que as lâminas não ficassem escuras, pois elas estavam estourando muito e perderíamos muito material se continuássemos queimando até que a fumaça ficasse clara. As principais fases da metodologia para confecção de lâminas estão representadas na figura 16.

Posteriormente é necessário lavar a amostra com água destilada e álcool para neutralizar o ácido. Para isso foi retirado um pouco do ácido do tubo, com muito cuidado para que não se perca material e preenchê-lo com água até próximo ao topo do tubo de ensaio, então levamos para centrifugar. Esse processo de lavagem foi repetido por mais de cinco vezes com água e mais três vezes com álcool.

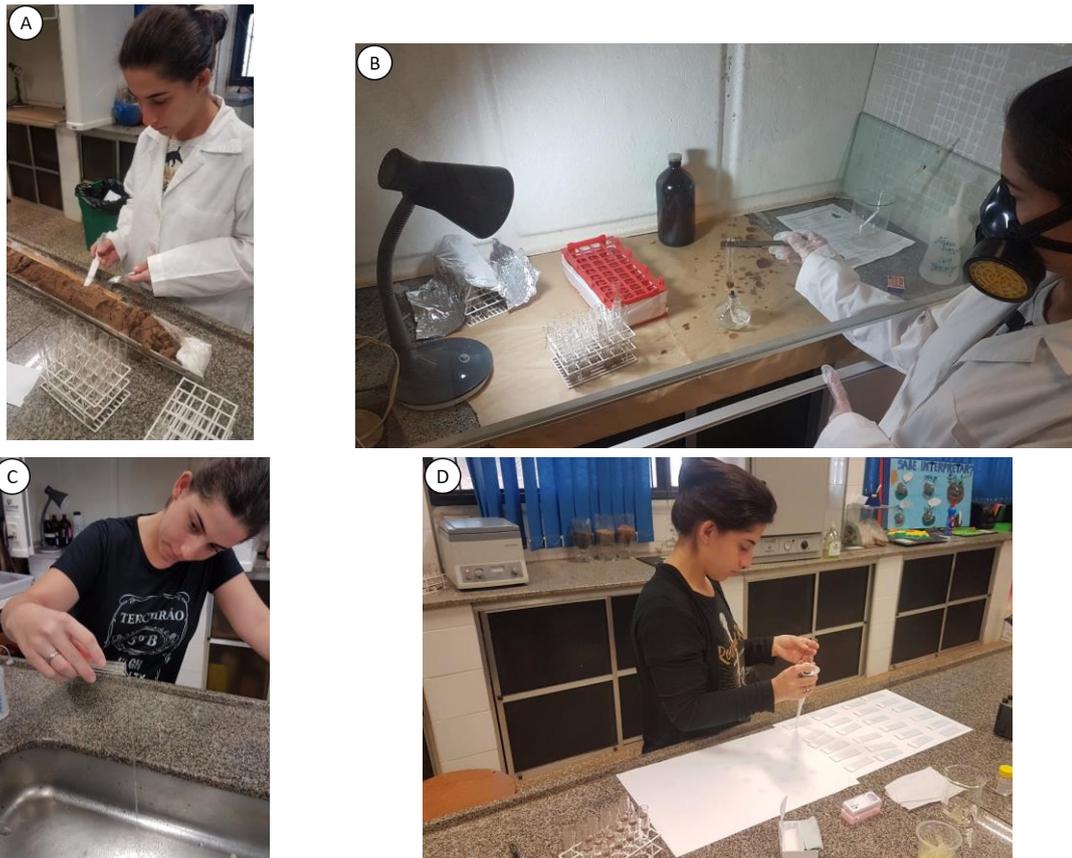


Figura 16: Cenas da preparação das lâminas. a) amostragem do testemunho; b) queima do material amostrado; c) retirada de água destilada excedente; d) gotejamento do material em lâminas.

Fonte: Arquivo pessoal

Para preparar as lâminas agita-se levemente o material de forma que as partículas muito finas fiquem em suspensão para que seja possível pipetar amostra de sua parte mais superficial, o material também pode ser coletado do fundo e destinado à outra lâmina, dependendo do objetivo da pesquisa e da densidade de material desejado na lâmina. Em todas as pesquisas é necessário utilizar material descartável para que as amostras não sejam contaminadas umas pelas outras e os materiais não descartáveis, as vidrarias, por exemplo, foram lavados com água corrente e álcool. As lâminas devidamente identificadas foram preparadas com 50 μl de amostra processada, coletadas com pipeta automática (25 μl).

Espera-se que ela seque processo que pode ser feito com auxílio de uma luminária com lâmpada alógena ou chapa aquecedora. Após a secagem e esfriamento da lâmina preparada, o material foi coberto com Verniz Vitral com auxílio do bastão de vidro e lamínula. Para maior conservação da lâmina é indicado deixar a amostra secar por sete dias para depois utilizar em análise.

A análise do conteúdo fóssil espicular consiste na descrição dos tipos de espículas que o material apresenta – microscleras, megascleras ou gemoscleras, bem como das características das espículas tais como tamanho, formato e cor que permitem uma classificação quanto a espécie a qual ela pertencia e a partir disso correlacionar com o seu habitat (neste caso, paleoambiente). A contagem destes elementos foi realizada com microscópio binocular Bioval por três transectos em cada lâmina com aumento de 160x. Após a produção e análise do conteúdo das lâminas elas serão encaminhadas, catalogadas e depositadas no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (LEPAFE).

Por fim, a identificação das espécies de esponjas foi realizada com base na literatura disponível nos bancos de dados virtuais (Batista, 2012; Machado, 2009; Nicacio & Pinheiro, 2015; Pinheiro, 2003; Volkmer-Ribeiro & Pauls 2000; entre outras).

Durante a contagem das espículas, foram também contados os fitólitos, identificados e nomeados quanto às formas de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura de Fitólitos (2005).

Esses dados foram tabulados e utilizados para a construção de uma planilha, posteriormente processada no Tilia®, software de bioestatística voltado para estudos paleontológicos, em especial de microfósseis, para gerar um gráfico para a espacialização dos *próxies* na coluna sedimentar.

CAPÍTULO 3: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante a preparação das lâminas, foram encontradas algumas dificuldades metodológicas como a falta de materiais, as lâminas e o Entelan que possuíamos estavam vencidos, logo precisamos pausar o procedimento para adquirir novos (março/2018). O Entelan foi substituído pelo Verniz Vitral (VV - Acrilex®) visto que é um material mais acessível e que garante o mesmo resultado, fato comprovado pelas pesquisas de Paiva et al. (2006) e Huber e Reis (2011), sendo inédito no uso da preparação de lâminas na metodologia para esponjas.

O uso do VV permitiu bons resultados na preparação das lâminas, entretanto, por ser um material mais líquido a formação de bolhas foi inevitável. Recomenda-se o manuseio com a mínima agitação possível do VV, bem como a sua retirada com o bastão de vidro para gotejar sobre as lâminas.

Outro problema ocorreu durante o processo de queima e lavagem das amostras retiradas do testemunho que foram perdidas devido a quebra dos tubos de ensaio durante a centrifugação. Este fato resultou na perda do conteúdo das amostras correspondentes aos segmentos localizados a 3, 23, 48, 53, 58 e 78 cm do testemunho de sondagem. Estas amostras não foram reproduzidas para evitar maior atraso no desenvolvimento da pesquisa em decorrência do curto tempo disponibilizado para a realização da monografia de conclusão de curso. Em trabalhos futuros serão armazenadas duplicatas pré-processadas para evitar falhas como esta.

Para além das dificuldades encontradas para realizar esse estudo, existem muitos desafios no tocante ao desenvolvimento de pesquisas científicas na área da micropaleontologia. Os entraves são de ordem estrutural, desde a falta de contato com procedimentos laboratoriais que poderiam ser descobertos já na educação básica até a falta de estrutura em muitas universidades que sofrem com o descaso da administração governamental que busca sucatear as universidades públicas, vetando recursos que deveriam ser investidos em desenvolvimento científico.

O conteúdo sedimentar recuperado pelo testemunho de sondagem é caracterizado pela presença predominante de areias finas a muito finas de cor marrom claro/ocre, com variações ente 127-118 cm e 88-75 cm para areias fina superior e pequena fração de areia média inferior (Figura 17). Ocorrem clastos e lâminas de lama (silte, argila, areia muito fina – detalhes I e II na Figura 17) e fragmentos de carvão nas profundidades de 146, 140, 135 e 37 centímetros.

Os sedimentos observados permitem reconhecer um ambiente com pouca energia, caracterizado pela presença de sedimentos muito finos (areias muito fina e lama). Pulsos de inundações podem ser discretamente observados pela presença de areias fina superior entre 127-118 cm e 88-75 cm seguidos pela granodrecrescência ascendente marcada por lama. O testemunho apresenta em sua maior parte estrutura deposicional maciça, com poucas marcas de fluxos/processos de sedimentação, fato que permite associar a inexistência de fluxos de corrente (ou a não preservação dessas estruturas) e, por conseguinte a caraterização de um ambiente com pouca ou nenhuma energia de fluxo, muito semelhante às condições hidrológicas atuais (lago de meandro abandonado).

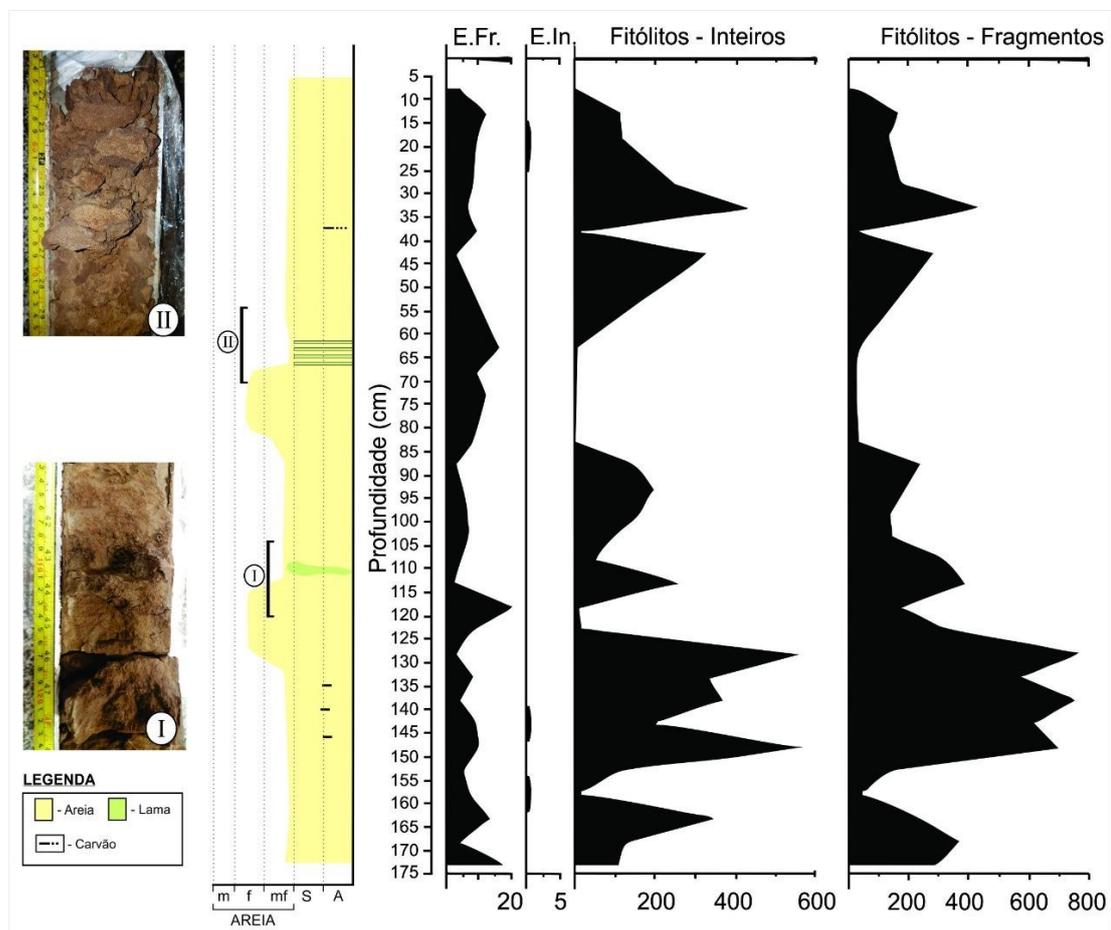


Figura 17: Gráfico de ocorrência de microfósseis nos intervalos amostrados do testemunho de sondagem e perfil estratigráfico. O eixo Y corresponde à profundidade em centímetros e os eixos X correspondem à contagem de microfósseis por lâmina/intervalo. Os detalhes I e II representam a granodrecrescência ascendente com presença de lama (clastos e lâminas).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Da amostragem resultaram 35 intervalos os quais originaram 87 lâminas (três lâminas para cada intervalo amostrado) considerando que as amostras de 6 intervalos foram perdidas. As lâminas foram analisadas por 136 horas (aproximadamente) de microscópio.

De modo geral, poucas espículas foram contabilizadas e a maior parte dos achados foram fragmentos (Figura 18) que não permitem identificação em nível de família. Mas o que esteve presente em todo o testemunho foram os fitólitos, mesmo que em pequena quantidade em algumas seções. Muitos desses microfósseis são fragmentos, fato que dificulta sua descrição e classificação, entretanto, também foram identificados exemplares inteiros bem preservados. Ao todo foram contabilizadas 227 fragmentos de espículas e 3 megascleras inteiras e 4.829 fitólitos inteiros e 8.709 fragmentos.

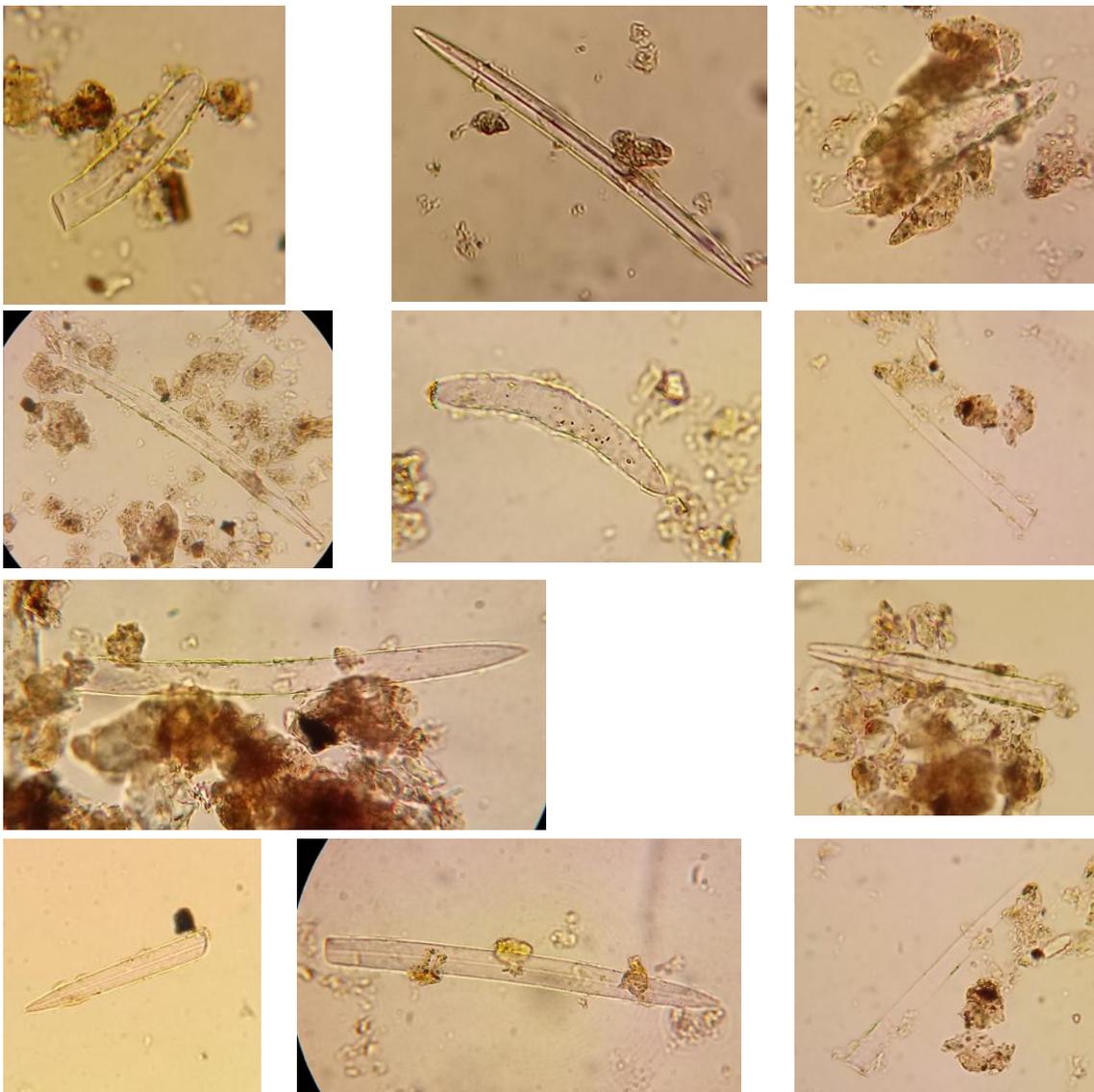


Figura 18: Exemplos de espículas encontradas no testemunho, prováveis megascleras.
Fonte: Acervo dos autores, 2018

Em 158 cm apareceram as formas *globular echinate* e *globular granulate*. Em 173 cm foram encontradas as formas *globular echinate* e *Cylindric sulcate tracheid*. A maior concentração de fitólitos ocorreu entre 128 e 148 cm. A figura 19 retrata as formas supracitadas.

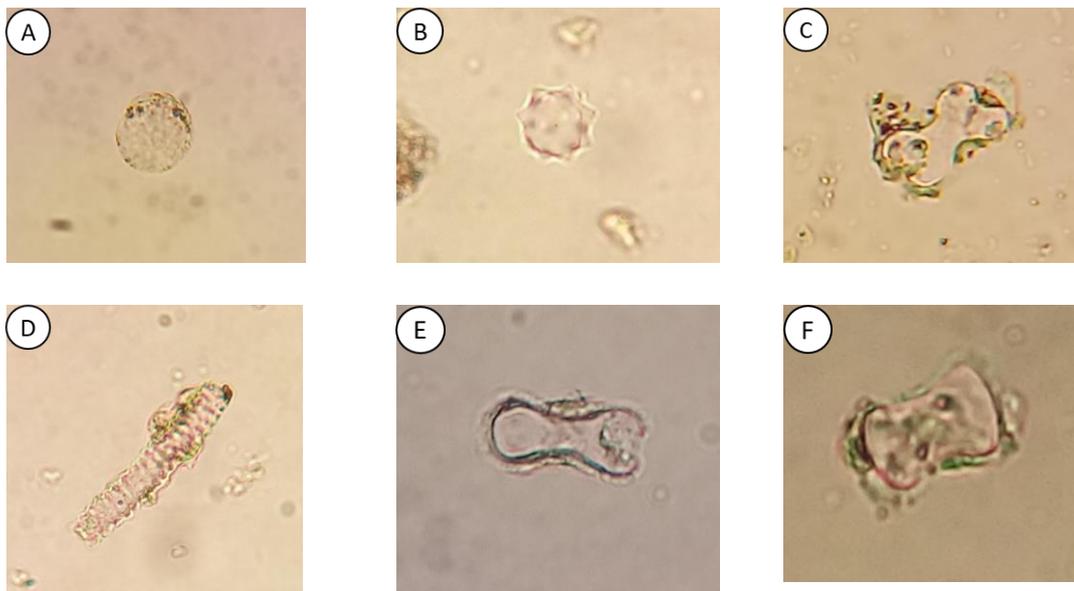


Figura 19: Microfotografias dos principais morfotipos encontrados. a) *Globular granulate*; b) *Globular echinate*; c) e e) *Bilobate*; d) *Cylindric sulcate tracheid*; f) *Saddle*. Imagens obtidas em microscópio binocular Bioval® em aumento de 160x.

Fonte: Acervo dos autores.

Entre 28 e 43 cm a concentração de fitólitos diminui e ocorre a forma *Cylindric sulcate tracheid*. De 18 a 3 cm a quantidade de fitólitos manteve-se baixa com ocorrência de *Bilobate*.

Como apresentado anteriormente na revisão bibliográfica apenas um morfotipo fitolítico não é suficiente para se estabelecer análises paleoambientais em nível de reconstituição de vegetação, pois um mesmo morfotipo pode ser produzido por várias espécies, sendo necessária a análise de assembleias fitolíticas que permitiriam a reconstituição florística local. (PIPERNO, 1988, 1991 apud RASBOLD et al., 2016; LUZ et al., 2015; KALINOVSKI, 2015).

Não obstante, ressalta-se que estudos sobre as morfologias dos fitólitos apresentados pelas plantas modernas são escassos no Mato Grosso Sul, dificultando a identificação e classificação dos mesmos. (LUZ, et al., 2015).

Este nível de análise exige um debruçar maior sobre as relações de tipologias fitolíticas e espécies de plantas produtoras dos mesmos, não havendo tempo hábil para tanto nesse estudo devido ao curto espaço temporal voltado para seu desenvolvimento. Mas que poderá

ser alvo de estudos futuros, configurando um amplo campo de análise, visto a escassez destes estudos no estado e no país.

Em relação às espículas, as megascleras inteiras foram encontradas nas profundidades de 18, 143 e 158 cm (Figura 17). Como não foi encontrada gemosclera chega-se à conclusão de não houve condições favoráveis para o desenvolvimento de esponjas *in situ*.

Cabe lembrar que o ambiente que abriga as esponjas não pode ter muita carga em suspensão, pois os sedimentos podem obstruir seus poros e ou mesmo desfazer as esponjas (VOLKMER-RIBEIRO; PAULS, 2000; VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010).

Também vale ressaltar que devido às gêmulas, que carregam células em estágio embrionário, se houver uma mudança de ambiente elas são capazes de alterar sua função e se adequar e com ajuda de datação é possível saber quando essa mudança ocorreu (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2010). Diante disso, a não ocorrência de gemoscleras e gêmulas, é sugerida a hipótese de que as espículas inteiras e fragmentos encontrados no testemunho analisado são alóctones.

Por análise do conteúdo de microfósseis e dados estratigráficos, nota-se que ao ocorrer um pico de fragmentos de espículas e espículas inteiras, ocorre a drástica redução ou inexistência de fitólitos (inteiros).

Levando em consideração que o registro incompleto dos fósseis nos remete a processos de remoção/remobilização das camadas deposicionais (SALGADO-LABOREAU, 1998) a ausência de fitólitos foi interpretada como resultado da ocorrência de fluxo de inundação com energia suficiente para trazer material fluvial e lavar/depositar material alóctone ao lago de meandro abandonado (Figura 20). Este marcado sinal micropaleontológico denominamos neste estudo de pulso de inundação.

Portanto, a hipótese levantada é a de que esses intervalos representam picos de inundação com a reativação do fluxo no meandro abandonado, carregando o material superficial que estava sendo depositado durante a fase de estabilidade (com maior quantidade de fitólitos pela vegetação circunvizinha) e, por conseguinte com a redução do fluxo, a deposição de sedimentos contendo as espículas fragmentadas e raras megascleras inteiras. Sendo que a própria fragmentação da maior parte das espículas encontradas sugere essa turbulência ou aumento da força do fluxo típico de ambiente lótico.

Também é possível supor que os intervalos que apresentam queda na quantidade de fitólitos inteiros representam inundações de menor porte, cuja força não foi suficiente para que houvesse um grande carreamento desse material depositado no lago.

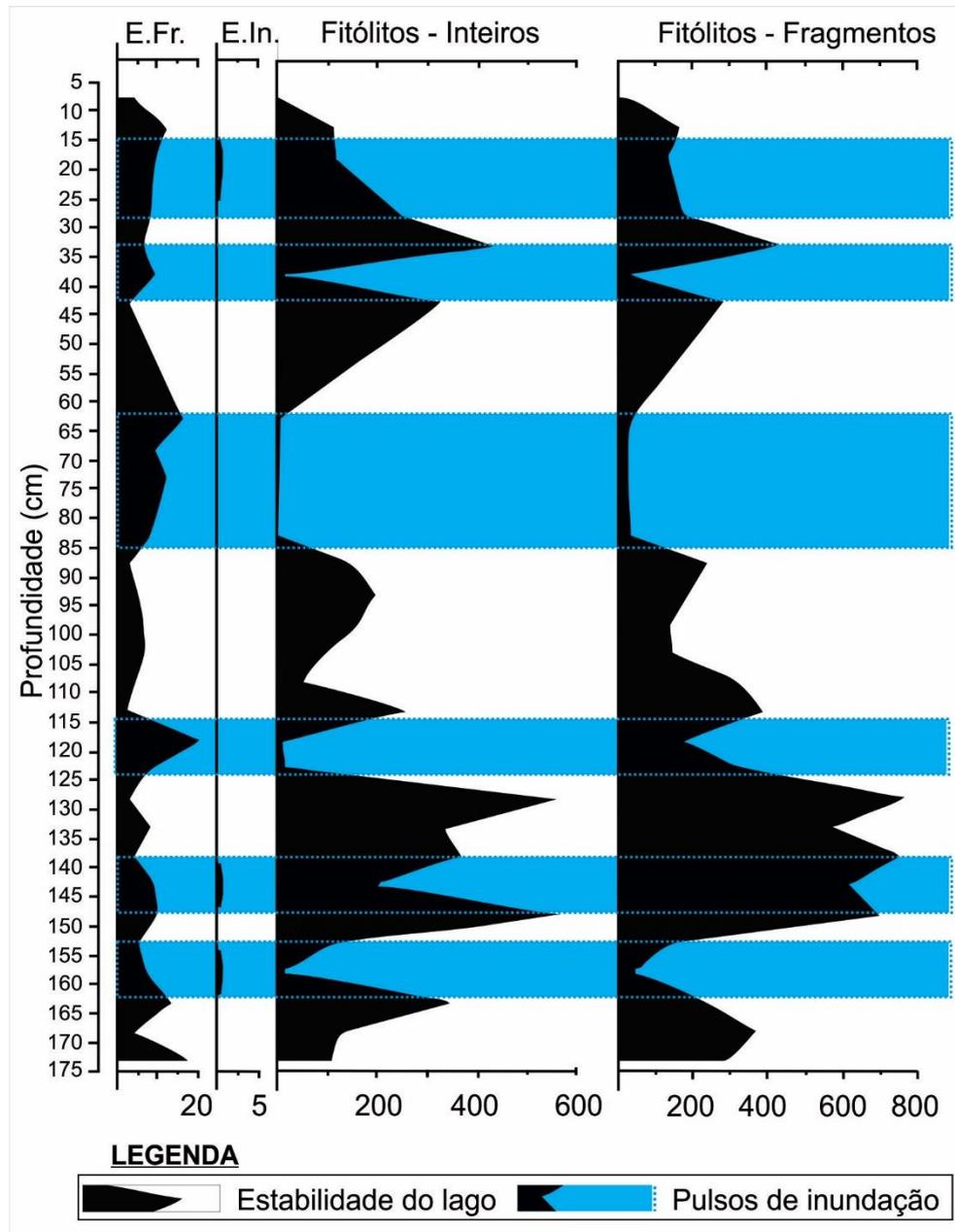


Figura 20: Gráfico de análise paleoambiental. Evidencia-se nas colunas de contagem as diferentes fases identificadas: inundação (azul) e períodos de estabilidade hidrológica (branco).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Partindo do princípio do Atualismo podemos salientar que as fases de estabilidade hidrológica do lago estudado remetem a períodos pós-inundação, período em que os sedimentos finos tendem à paulatina decantação concomitante a entrada de fitólitos da vegetação presente. Fluxos superficiais decorrentes de precipitações também são aventados para explicar a disposição de areias finas ao longo do testemunho de sondagem, carregadas

para a lagoa. Na imagem 21 é possível observar o lago em condições atuais, com típica coloração após episódio de reativação do canal por fluxo de inundação do rio Miranda.



Figura 21: Imagem aérea do lago estudado. A coloração do lago é resultado da entrada de fluxo de inundação causado pelo rio Miranda em inundação ocorrida no final de outubro de 2018. Ao fundo o rio Miranda fluindo de Sul (direita da imagem) para Norte.

Fonte: Acervo dos autores, 8 de novembro de 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dessa pesquisa foi possível inferir que o registro estratigráfico não apresentou típicas fácies fluviais. Provavelmente, este registro estará em profundidade maior no ambiente deposicional. O registro fóssil observado também revelou que o lago existente não apresentou condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de uma espongofauna, provavelmente pela elevada e frequente turbidez da água.

Os resultados da metodologia foram satisfatórios, embora a falta de experiência com procedimentos laboratoriais tenham dificultado seu desenvolvimento, porém motivam a continuidade de maiores pesquisas nesta rica área do conhecimento.

Contudo, os resultados foram satisfatórios e intrigantes, é inevitável questionar quando ocorreram esses eventos de inundação e quais fitofisionomias os fitólitos revelariam para o período abrangido pelo testemunho e afinal quanto tempo foi necessário para que ocorresse a deposição de 173 cm de sedimentos (datações isotópicas/radiométricas). Diante disso, salienta-se a necessidade de continuidade desse estudo para maior detalhamento da análise paleoambiental.

Através da correlação dos resultados da quantificação dos microfósseis e descrição do perfil sedimentar presente no testemunho foi possível realizar uma análise do comportamento deposicional do canal e a partir deste do seu fluxo, caracterizado por esse estudo como sendo de baixa energia, visto que a presença de materiais finos, silte e argila, predominaram em todo testemunho.

Portanto, evidencia-se a validade do método para leituras paleointerpretativas, visto que foi possível realizar esta correlação mesmo sem a identificação das espículas e fitólitos. Salientamos a necessidade de realizar, no futuro, uma análise granulométrica com maior detalhamento das frações sedimentares para contribuir com a análise de sedimentação no ambiente deposicional. Seria de igual importância a realização da datação de partes do testemunho para maior detalhamento da análise, cabe ressaltar que esse método possui um custo elevado e devido à escassez de recursos não foi possível realizá-lo nesse momento.

Também salientamos a necessidade de identificar a assembleia fitolítica encontrada nas lâminas para maior aprofundamento da análise. Da mesma forma, seria muito interessante a identificação dos fitólitos que estão sendo produzidos pela vegetação atual para efeitos de comparação e maior detalhamento das mudanças climáticas ocorridas no período englobado pelo testemunho sedimentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO FILHO, N. O CLIMA DO MATO GROSSO DO SUL. In: **ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO MATO GROSSO DO SUL: CONTRIBUIÇÕES TÉCNICAS, TEÓRICAS, JURÍDICAS E METODOLÓGICAS**. Parte I, 2006.
- AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 7ª edição. Ateliê Editorial: São Paulo, 2012.
- ALMEIDA, A. C. S.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; VARAJÃO, A. F. D. C.; GOMES, N. S.; VARAJÃO, C. A. C. ESPÍCULAS DE ESPONJAS CONTINENTAIS NOS SEDIMENTOS CENOZÓICOS DO NOROESTE DE MINAS GERAIS, COMO INDICADORES PALEOAMBIENTAIS. In: **REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA**. 2009.
- BATISTA, N. G. **TAXONOMIA DE ESPONJAS DE ÁGUAS CONTINENTAIS DO ESTADO DE PERNAMBUCO**. (Dissertação de Mestrado) UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO: Recife, 2012.
- BRASIL. IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/jardim>>. Acesso em: 21 de Junho de 2018.
- BRASIL. IBGE. ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. **PROJETO ESTUDOS INTEGRADOS DO POTENCIAL DE RECURSOS NATURAIS: SOLOS**. 1988. Escala 1: 1000.000
- CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 7ª edição. Bookman: Porto Alegre, 2012.
- COE, H. H. G.; CHUENG, K. F.; GOMES, J. G. RECONSTITUIÇÕES DA VEGETAÇÃO E INFERÊNCIAS DE PALEOCLIMAS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DOS INDICADORES FITÓLITOS E ISÓTOPOS DE CARBONO – EXEMPLOS DE ESTUDOS NO BRASIL. In: **REVISTA GEONORTE**. Edição Especial, V.1, N.4, p.248 - 261, 2012.
- CPRM. **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**. Goiânia: CPRM, 2004. (Convênio CPRM/SICME).: 121p. il. + mapas
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª edição. Interciência: Rio de Janeiro, 1998.
- FUNDAÇÃO NETRÓPICA DO BRASIL. **PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA DO MUNICÍPIO DE JARDIM - MATO GROSSO DO SUL**. 2012.
- GESICKI, A. L. D.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P. C.; SALVETTI, A. R. ARGILOMINERAIS DA FORMAÇÃO AQUIDAUANA EM MATO GROSSO DO SUL. In: **Anais do 44º Congresso Brasileiro de Cerâmica**. São Paulo, 2000.
- GOLOVATI, D. **MUDANÇAS PALEOAMBIENTAIS OCORRIDAS DURANTE O HOLOCENO NOS MUNICÍPIOS DE CAMPO MOURÃO E CIANORTE-PR**. (Dissertação de mestrado) UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ: Maringá, 2015
- HOOPER, J. N.A.; VAN SOEST, R. W.M. **SYSTEMA PORIFERA. A GUIDE TO THE CLASSIFICATION OF SPONGES.... THE END OF A BEGINNING**. Boll. Mus. Ist. Biol..
- HUBER, F.; REIS, F. H. Técnica Alternativa para Montagem de Insetos em Lâminas Permanentes para Visualização em Microscopia Óptica. In: **EntomoBrasilis**: Periódico online do Projeto

Entomologistas do Brasil. 2011. Disponível em: <<https://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/112>>. Acesso em: Junho de 2018.

KALINOVSKI, E. C. Z. **PALEOAMBIENTES QUATERNÁRIOS DA PLANÍCIE DO RIO IAPÓ, CASTRO, PARANÁ.** (Dissertação de mestrado) Universidade Estadual de Maringá: Paraná, 2015.

KALINOVSKI, E. C. Z.; PAROLIN, M.; SOUZA FILHO, E. E. Esponjas de água doce na América do Sul: o estado da arte da produção científica no Brasil: o estado da arte da produção científica no Brasil. In: **Terræ Didática**, 2016. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>

KUERTEN, S.; SILVA, A.; BACANI, V.; GASPARETO, N. V. L.; SANTOS, M. L.; PAROLIN, M.; ASSINE, M. L.; MEIRELES, I. A.; PEIXOTO, C. S.; SOUZA, J. O. **GEOMORFOLOGIA E ANÁLISE AMBIENTAL DO ALTO CURSO DO RIO MIRANDA, MS.** No prelo.

KUERTEN, S.; TEIXEIRA, E. V.; ABRÃO, C. M. R.; SOUZA, J. O. Análise geomorfológica de meandros abandonados e paleocanais no Alto Curso do rio Miranda (MS). **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Campinas, 2017.

LUZ L.D., KALINOVSKI E.C.Z., PAROLIN M., SOUZA FO E.E. Estágio Atual do Conhecimento sobre Fitólitos no Brasil. **Terræ Didática.** 2015. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>.

MACHADO, V. S. **PALEOFAUNA DO PALEOLAGO CEMITÉRIO, CATALÃO, GO.** (Dissertação de mestrado) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL: Porto Alegre, 2009.

MACHADO, V. S. VOLKMER-RIBEIRO, C. IANNUZZI, R. Late Pleistocene Climatic Changes in Central Brazil Indicated by Freshwater Sponges. In: **International Journal of Geosciences.** 2014.

MADELLA, M.; BALL, T.; ALEXANDRE, A. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. In **Annals of Botany.** Oxford University Press, 2005.

MANCONI, R.; PRONZATO, R. Gemmules as a key structure for the adaptive radiation of freshwater sponges: a morphofunctional and biogeographical study. In: **Porifera research: Biodiversity, innovation and sustainability,** 2007.

MATO GROSSO DO SUL. IMASUL. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda.** Campo Grande, 2015.

MATTEUZZO; VOLKMER-RIBEIRO; VARAJÃO; VARAJÃO; ANNE ALEXANDRE; GUADAGNIN E ALMEIDA. Environmental factors related to the production of a complex set of spicules in a tropical freshwater sponge. In **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140461>>.

MERINO, E.R.; ASSINE, M. L.; PUPIM, F. N. Estilos fluviais e evidências de mudanças ambientais na planície do rio Miranda, Pantanal. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia,** v. 14-2 p. 127-134, 2013.

MONTEIRO, M. R. **ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO FITOLÍTICA DA SERRAPILHEIRA E SOLO COMO INDICADOR DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS EM DIFERENTES ESTRATOS ARBÓREOS NO PARANÁ.** (Dissertação de mestrado) UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ: Maringá, 2015.

MURICY, G.; LOPES, D. A.; CARVALHO, E. H. M. S.; MORAES, F. C.; KLAUTAU, M.; MERNEGOLA, C.; PINHEIRO, U. **Catalogue of Brazilian Porifera**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2011.

NICACIO, G; PINHEIRO, U. Biodiversity of freshwater sponges (Porifera: Spongillina) from northeast Brazil: new species and notes on systematics. In: **Zootaxa**. Editora: Magnolia Press, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3981.2.4>> Acesso em: 28 de outubro de 2018.

NICHOLSON, H. A. Chapter V. Spongida. Order V. Spongida or Porifera. In **Manual Of Zoology**. University Library; Michigan. Editor: William Blackwood And Sons, 1880. Disponível em: <http://chestofbooks.com/animals/Manual-Of-Zoology/Chapter-V-Spongida-Order-V-Spongida-or-Porifera.html>. Último acesso em: 17/03/2017.

PAIVA, J. G. A.; FANK-DE-CARVALHO, S. M.; MAGALHÃES, M. P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Verniz vitral incolor 500â: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. In: **Revista Acta botânica brasílica**: São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v20n2/a02v20n2.pdf>.> Acesso em: Junho de 2018.

PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; STEVAUX, J. C. USE OF SPONGOFACIES AS A PROXY FOR RIVER-LAKE PALEOHYDROLOGY IN QUATERNARY DEPOSITS OF CENTRAL-WESTERN BRAZIL. In: **REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA**, 2008.

PINHEIRO, U. S.; HAJDU, E.; CABALLERO, M. E. TRÊS NOVOS REGISTROS DE ESPONJA (PORIFERA, DEMOSPONGIAE) PARA ÁGUAS CONTINENTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. In: **Boletim do Museu nacional, Zoologia**: Rio de Janeiro, 2003.

RAITZ, E.; CALEGARI, M. R.; PAISANI, J. C.; PAISANI, S. D. L. Inventário de fitólitos da floresta ombrófila mista: subsídios para estudos paleoambientais. In: **Quaternary and Environmental Geosciences**: Estudos ambientais sobre a vegetação e o clima no Holoceno. 2015, p. 18-35.

RASBLD, G. G. PAROLIN, M. CAXAMBU, M. G. RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DE UM DEPÓSITO SEDIMENTAR POR ANÁLISES MULTIPROXY, TURVO, ESTADO DO PARANÁ, BRASIL. In: **REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA**, 2016.

RAUGUST, T. A evolução sob a perspectiva do registro fóssil. In: **A paleontologia em sala de aula**. 1º edição. Editora: Imprensa livre, Porto Alegre, 2015. Cap. 6.

ROSS, J. L. S. RELEVO BRASILEIRO: Uma Nova Proposta de Classificação. In: **Revista do Departamento de Geografia**, v. 4, p. 25-39, 8 nov. 2011.

SALGADO-LABOREAU, M. L. **A HISTÓRIA ECOLÓGICA DA TERRA**. 2ª edição. Editor Edgard Blucher Ltda: São Paulo, 1998. Cap. 1 e 2.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHEFFLER, S. M.; MARTINS, G. R.; KASHIMOTO, E. M.; OLIVEIRA, A. M. Revisão sobre a paleontologia no estado do Mato Grosso do Sul: fósseis e afloramentos descritos. In: **Brazilian Geographical Journal**: Geosciences and Humanities research medium 1 (2010) 65-99. Disponível

em: <http://muarq.sites.ufms.br/files/2015/05/Dialnet-APaleontologiaNoEstadoDoMatoGrossoDoSul-5059265.pdf>.

SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M.; NETO, A. H. D.; FONTANA, A. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ARENITOS DA FORMAÇÃO AQUIDAUANA-MS. In: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2010.

SEMAC; IMASUL. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: Editora: UEMS, 2010.

SEVERIN EHRET, B.Sc. **Biomimetic potential of sponge spicules**: An investigation of the optical properties and growth mechanism of sponge spicules and approaches for the improvement of fibre optics and photonics applications. Master Degree Program “Bionik/ Biomimetics in Energy Systems”: Carinthia University of Applied Sciences Villach, 2012.

SIFEDDINE, A; CHIESSI, C.M.; CRUZ JÚNIOR, F. W. INFORMAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS. In: **BASES CIENTÍFICAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PRIMEIRO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO NACIONAL**. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Cap. 4. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos_publicos/GT1/GT1_volume_completo_cap4.pdf.

SILVA, J. L.L. **O Espongilito de Três Lagoas MS: registro e caracterização com ênfase em micropaleontologia**. (Tese de doutorado) Universidade do Vale do Rio dos Sinos: São Leopoldo, 2004.

SISLA - **Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental**. Campo Grande: IMASUL. Disponível em: http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/aplicmap/sisla.htm?8429243326e117436744fb73e4ed6246&fiscal=0&analise=0&consultor=1&consultor1=0&edtema=0&relatorio_imasul=0&Interface=padrao. > Acesso em: 08 de Agosto de 2018.

SOARES, M. B. OS FÓSSEIS E O TEMPO GEOLÓGICO. In: **A paleontologia em sala de aula**. 1º edição. Editora: Imprensa livre, Porto Alegre, 2015. Cap. 5.

VOLKMER-RIBEIRO, C. South American continental sponges: state of the art of the research. In: **Porifera research: Biodiversity, innovation and sustainability**. 2007. Disponível em: <http://www2.ib.usp.br/~mcust/7thISS/09-book/pdf/Volkmer-Ribeiro%20-%20South%20American%20continental%20sponges.pdf>.

VOLKMER-RIBEIRO; MACHADO. Checklist das esponjas do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia**: Série Zoologia. Museu de Ciências Naturais: Rio Grande do Sul, 2017.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; PAROLIN, M. As Esponjas. In: PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINI, J. A. (Organizadores) **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão; Editora da Fecilcam, 2010. Cap. 4, pág. 105-130.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; PAULS, S. M. ESPOJAS DE AGUA DULCE (PORIFERA, DEMOSPONGEAE) DE VENEZUELA. In: **ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA**, VOL 20, 2000.

ZERFASS, G. S. A. A PALEOECOLOGIA ATRAVÉS DOS MICROFÓSSEIS. In: **A paleontologia em sala de aula**. 1º edição. Editora: Imprensa livre, Porto Alegre, 2015. Cap. 15.