

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

EDUARDO ANTONIO TUSSET ARAUJO

DIATOMÁCEAS DE FORMAÇÕES CÁRSTICAS DO BRASIL

Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS como requisito para ingressar no programa

Orientadora: Dra. Luciana de Souza Cardoso

Co-orientadora: Dra. Thelma Alvim Veiga Ludwig

Porto Alegre

2023

## RESUMO

Formações cársticas ocorrem a partir de depressões originadas pela dissolução e erosão de rochas calcárias, carbonáticas e areníticas. O presente projeto tem como objetivos conhecer a composição taxonômica e a predominância de diatomáceas de ambientes aquáticos em duas diferentes formações cársticas do Brasil, e analisar ecologicamente as populações encontradas estabelecendo similaridade ou dissimilaridades das associações de diatomáceas existentes. A primeira formação pertence ao Grupo Corumbá na Formação Bodoquena (Mato Grosso do Sul) caracterizada pela presença de rios com águas cristalinas e tufas carbonáticas que possibilitam a presença de macrófitas, excelente substrato para diatomáceas. A segunda, no Grupo Bambuí, localizada na APA Carste da Lagoa Santa (Minas Gerais), com dolinas e uvalas carbonáticas e oscilações no nível subterrâneo do aquífero cárstico. As coletas serão realizadas em novembro de 2019 e em novembro de 2020. A identificação das diatomáceas será baseada em microscopia óptica e eletrônica de varredura e transmissão para a análise da ultraestrutura das frústulas. A avaliação da predominância das espécies será através da contagem relativa das valvas. Análise ecológica dos dados incluirá uma análise de espécie indicadora, análise de agrupamento das associações de diatomáceas, bem como análises multivariadas para verificar possíveis variações espaciais e/ou temporais. Considerando que as formações cársticas são de origem e estruturas distintas, espera-se encontrar dissimilaridade das associações das diatomáceas nelas existentes. Por conseguinte, acredita-se que o estudo sobre as associações de diatomáceas encontradas venham contribuir para o conhecimento de sua biodiversidade e a elucidação dos fatores que possam estar relacionados ao seu estabelecimento nestes tipos de formações.

Palavras chaves: associações, águas cársticas, Bacillariophyta, composição taxonômica.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Diatomáceas: característica e importância

Diatomáceas são algas unicelulares cuja parede celular, denominada frústula, é de natureza silícea. São comuns nos ambientes aquáticos dulcícolas, ocorrendo no plâncton ou no perifíton, onde vivem isoladas ou reunidas em cadeias. Entre suas estratégias adaptativas, desenvolveram estruturas morfológicas de adesão, as quais facilitam a colonização dos substratos, e devido a características das frústulas, apresentam resistência a distúrbios físicos da água e melhor posicionamento para obtenção de recursos (luz e nutrientes). As diatomáceas com rafe podem deslizar sobre o substrato e as que apresentam campo de poros apicais ou rimopórtula são capazes de se fixar ao substrato por liberação de mucilagem (ROUND *et al.*, 1990).

Espécies ou associações de diatomáceas podem ser seletivas e ocorrerem em ambientes com características específicas, mostrando preferências ambientais. A relativa falta de mobilidade de algumas espécies ou o hábito sésil das diatomáceas perifíticas resultam em respostas diretas às condições limnológicas. Estas algas exibem padrões diferenciados de tolerância, não só das condições químicas da água, como das físicas e das hidrológicas do sistema. Portanto, são utilizadas frequentemente em avaliações e monitoramentos como indicadores de pH, concentração de nutrientes, salinidade, regime hidrológico e de diferentes tipos de distúrbios antrópicos (STEVENSON, 1996; STOERMER & SMOL, 1999).

## 1.2 Formações cársticas

Formações cársticas são regiões caracterizadas por condições morfológicas e hidrológicas específicas, desenvolvidas em relevo superficial ou subterrâneo (FABRI; AUGUSTIN; AULER, 2014). As formações cársticas são de grande interesse econômico e hidrológico, porque na maioria das vezes, possuem água superficial, valiosas reservas de águas subterrâneas e ainda potencial turístico (FEITOSA, 2008).

A classificação inicial do carste brasileiro realizou-se na década de 1970 e foi elaborada a partir da distribuição de rochas carbonáticas. Identificaram-se cinco províncias espeleológicas: Vale do Ribeira, Bambuí, Serra da Bodoquena, Alto Rio Paraguai e Chapada de Ibiapaba, além de outras nove áreas com fenômenos cársticos mais restritos (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979). Atualmente, são conhecidas dezenove áreas cársticas brasileiras, algumas dessas áreas com propostas de criação de geoparques com objetivos ligados à conservação, educação e pesquisa científica (SCHOBENHAUS; SILVA, 2012).

O Geoparque Estadual Bodoquena-Pantanal foi criado em 2009 pelo governo estadual para garantir o desenvolvimento sustentável deste importante patrimônio geológico brasileiro. Na ocasião não ocorreu a sua homologação pela UNESCO, uma segunda proposta realizada em 2016 aguarda a aprovação, esta será o maior do planeta em extensão territorial. Em processo de reconhecimento internacional, a região pode tornar-se o segundo geoparque brasileiro apoiado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (SCHOBENHAUS; SILVA, 2012).

Definições geológicas recentes evitam ligar o termo carste a rochas carbonáticas ou a uma litologia específica, pelo fato que outras rochas podem sofrer dissolução (HARDT, 2003). Estes ambientes cársticos são representados por carbonatos pré-cambrianos, submetidos à influência de clima sazonal, precipitações formando feições cársticas conhecidas como dolinas, cavernas, sumidouros, ressurgências e vales.

### 1.3 Antecedentes

Ambientes aquáticos cársticos foram pouco estudados no Brasil e no mundo, particularmente em relação às diatomáceas. Destacam-se os estudos taxonômicos de Jasprica e Hafner (2005) e de Hafner e Jasprica (2013), realizados na Croácia. O primeiro contemplou amostragem em três lagoas, resultando em 137 táxons de diatomáceas, distribuídos em 41 gêneros. O segundo apresentou a composição de diatomáceas epifíticas em carofíceas de ecossistemas cársticos dináricos, resultando em 91 táxons determinados, sendo *Gomphonema* Ehrenberger e *Navicula* Bory os gêneros com maior riqueza específica.

Diatomáceas epilíticas em nascentes da Ilha de Majorca, região com geologia cárstica da Espanha, foram analisadas por Delgado et al. (2013), resultando em proposta de duas novas espécies e registro de 111 táxons. Em um estudo da diatomoflora de um ambiente cárstico no Pantanal do México Novelo, Tavera e Ibarra (2007) registraram 156 táxons, sendo 29 de ocorrência tropical, 76 de ambientes alcaliófilos e 64 preferindo o substrato calcário. Uma nova espécie de *Simonsenia* Lange Bertalot foi descrita em uma área cárstica da China (YOU et al., 2016).

Em recente estudo sobre as diatomáceas epilíticas de um córrego cárstico na Sardenia, Itália, Laiet al. (2016) encontraram 89 táxons, sendo alcaliófilos e característicos de águas oligotróficas, os dominantes. Os gêneros mais comuns foram *Navicula*, *Nitzschia* Hassall e *Achnantheidium* Kützing.

No Brasil, as áreas cársticas representam cerca de 6 % do território nacional. (SILVA et al., 2013). Vários estudos foram realizados com diatomáceas no Brasil, entretanto as informações sobre diatomáceas nesses ambientes ainda são incipientes. Estudos próximos as áreas que serão coletadas podemos citar Moro e Fürsternberg (1993), que realizaram um estudo taxonômico e ecológico das diatomáceas das águas límpidas da dolina Lagoa Dourada e identificaram 64 táxons em microscopia óptica, distribuídos em 22 gêneros, ainda salientaram a predominância de espécies eutróficas da formação cárstica de Furnas.

Estudos sobre diatomáceas matogrossenses foram realizados por Bicudo et al. (1995), na região do Pantanal de Poconé (MT), registrando 21 táxons, onde o gênero mais representado foi *Eunotia* Ehrenberg com 14 táxons. Santos, Rocha e Sant'anna (2012) realizaram um estudo taxonômico das diatomáceas dos lagos salinos rasos do Pantanal da Nhecolândia, caracterizados por diferenças de pH, condutividade elétrica, e presença de macrófitas, foram determinadas 23 espécies, sendo 21 novas citações para o estado. Tremarin et al. (2011) e Tremarin, Ludwig e Torgan (2012, 2014) realizaram estudos taxonômicos com o gênero *Aulacoseira* Thwaites e propuseram quatro novas espécies para duas lagoas do Pantanal no Mato Grosso.

A flora diatomológica fitoplancônica de Minas Gerais foi inventariada por Giani e Leonardo (1988), Costa e Torgan (1991), Soares, Sophia e Huszar (2007). Em um estudo pioneiro envolvendo as comunidades epilíticas realizado por Canani, Menezes e Torgan (2011) encontraram

15 espécies, duas variedades taxonômicas, distribuídas em 8 gêneros e 8 famílias, destas 14 novas citações para MG e 4 para o Brasil. No estado do Mato Grosso do Sul, Oliveira e Calheiros (2000) realizaram estudo do fitoplâncton da planície de inundação, registrando 82 táxons distribuídos nas classes Chlorophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae, Nostocophyceae, entre outras.

De acordo com o catálogo de diatomáceas da região brasileira, Silva, Nogueira e Souza (2011) registraram 64 gêneros e 503 táxons infragenéricos. O gênero mais representativo em riqueza foi *Eunotia* (81 táxons) e o mais citado foi *Navicula* (105 localidades). Goiás foi a Unidade da Federação com maior riqueza de espécies (377 táxons), seguida do Distrito Federal (219 táxons), Mato Grosso (22 táxons) e Mato Grosso do Sul (10 táxons). Recentemente, estudos taxonômicos em ambiente cárstico Tusset *et al.* (2017) e Tusset, Tremarin, Ludwig (2018) propuseram 4 novas espécies e novas citações para o Mato Grosso do Sul.

## OBJETIVOS

Conhecer a composição taxonômica de diatomáceas de diferentes formações cársticas do Brasil, localizadas nos estados do Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná analisar ecologicamente as populações encontradas entre as áreas estudadas.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever e ilustrar as variações morfológicas das espécies determinadas com base em microscopia ótica, eletrônica de varredura e transmissão;
- Buscar, documentar e discutir novidades morfológicas e taxonômicas;
- Estabelecer a predominância de espécies em cada formação cárstica, através de uma análise de espécie indicadora;
- Relacionar as similaridades e dissimilaridades das associações em relação às diferentes formações estudadas.

## JUSTIFICATIVA

Até o presente momento, estudos envolvendo diatomáceas depositadas em lagos formados em ambientes cársticos são escassos no Brasil. Portanto a abordagem proposta é inovadora e inédita, pois propõe uma análise comparativa simultânea que possibilitará ter uma visão abrangente e atual da composição das diatomáceas em formações cársticas brasileiras.

## HIPÓTESE

Considerando que as formações cársticas são de origem e estruturas distintas espera-se encontrar dissimilaridade das associações das diatomáceas nelas existentes. Por conseguinte, espera-se que o estudo sobre as associações de diatomáceas encontradas venham contribuir para o

conhecimento de sua biodiversidade e a elucidação dos fatores que possam estar relacionados ao seu estabelecimento nestes tipos de formações.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Três formações geológicas cársticas serão amostradas. A primeira, inserida no estado do Mato Grosso do Sul, compreende rochas do grupo Corumbá (Fig.1), recobrem boa parte do planalto da Bodoquena, e se caracteriza por sedimentos predominantemente carbonáticos e dolomitos, entre outros materiais. A formação do solo refere-se ao período Cambriano-Ordoviciano. Além da composição mineralógica das rochas, também o clima e o relevo são fatores determinantes no desenvolvimento de um carste e estão intimamente relacionados ao fluxo de águas de percolação responsável pela esculturação do ambiente (ALMEIDA, 1965).

Nesta formação, os municípios de Bodoquena, Bonito, Jardim e Miranda (20°32'S, 56°42'O) serão amostrados. Na região encontra-se inserido o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, criado em novembro de 2000, com 76.400 ha, e administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). O clima é tropical úmido, as temperaturas médias variam de 25° a 30°C no verão e de 15° a 20°C no inverno, a altitude média do planalto é 315 m (IBGE, 2014). Precipitação pluviométrica varia de 1.200 a 1.500 mm anuais, o período seco ocorre entre maio e agosto e o verão chuvoso entre outubro e março (ALMEIDA, 1965). A vegetação caracteriza-se pela ocorrência da transição entre a floresta estacional semidecidual e cerrado.

A Serra da Bodoquena compreende um planalto e o conjunto de Serras Residuais do Rio Paraguai. Esta região está circundada por uma externa superfície rebaixada 100 a 350 m de altitude, incluindo a bacia do rio Miranda. As tufas deste local são encontradas no planalto e nas depressões (SALLUN FILHO *et al.*, 2009). Na serra da Bodoquena estão situadas as bacias do rio Formoso e do rio Miranda. O relevo levemente ondulado une-se à planície de inundação do Miranda (BRASIL, 1982; SEMA/IMAP, 2005). Esta região apresenta um dos mais extensos e importantes sistemas cársticos do Brasil, com presença de cavernas, sumidouros, ressurgências e dolinas (KOHLE, 1994). Os rios, com águas de elevada transparência, abrigam inúmeros depósitos de tufas calcárias, ainda em processo de formação, as quais compõem cachoeiras e barragens naturais. No interior das tufas calcárias são encontrados restos de micro ou macroalgas, briófitas, invertebrados e bactérias (FORD; PEDLEY, 1996; BOGGIANI, 1999). Conforme Boggiani *et al.* (2002), o relevo da formação Bodoquena difere das demais áreas cársticas do Brasil pela contínua formação de tufas calcárias presentes em praticamente todas as drenagens que cortam o planalto. O calcário, presente no solo na forma pura e solúvel, dilui-se nos ambientes aquáticos de baixa temperatura, absorvendo e decantando as impurezas, tornando as águas muito transparentes.

A segunda formação pertence ao grupo Bambuí (Fig. 1), incluída em uma Área de Proteção Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa, Belo Horizonte (MG), entre as coordenadas (19°37'S, 43°53'O). Abrange parte dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Funilândia, Confis e Prudente de Moraes. Situa-se na região cárstica mineira, com predominância do calcário na formação das rochas. A criação da Unidade de Conservação em 1990 teve o objetivo primordial de proteger um dos mais importantes sítios arqueológicos e espeleológicos do país (KOHLER, 1994).

As temperaturas enquadram-se, segundo categoria Köppen, em clima quente, com temperatura do mês mais frio superior a 18 °C, e duas estações alternadas, uma chuvosa (verão) e outra seca (inverno), com precipitação pluviométrica em média de 1.380 mm (RIBEIRO, 1995).

A vegetação inclui cerrado e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 1993). O cerrado restringe-se a manchas remanescentes, em regeneração ou em transição (mata-cerrado). Nas dolinas e arredores dos afloramentos prevalece a Floresta Estacional Semidecidual. Sobre os afloramentos calcários desenvolve-se Floresta Estacional Decidual.

A região cárstica, dentro do perímetro da APA, apresenta como característica dolinas e uvalas, que secam periodicamente em função da oscilação do nível subterrâneo do aquífero cárstico (PILÓ, 1998).

As principais sub-bacias hidrográficas são definidas pelos córregos Samambaia, Palmeira-Mocambo, Jaguarae riacho do Gordura, onde é drenada parte das águas pluviais capturadas pelas dolinas ao longo da área, e a descarga final é realizada nos rios das Velhas ou Ribeirão da Mata (SCHOBENHAUS *et al.*, 2002).

A terceira encontra-se localizado no segundo planalto paranaense, na região denominada Campos Gerais, município de Ponta Grossa, inserida no Parque Estadual de Vila Velha, o local é conhecido pelos arenitos e pela presença de dolinas (furnas), a fim de conhecer a comunidade de diatomáceas, e verificar o potencial para futuras coletas. Este ambiente, caracterizado geomorfologicamente por vales escarpados, formando “canyons”, que vamos encontrar sítios arqueológicos com pinturas rupestres, também denominados de abrigos sob rochas.

## 2.2 AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS AMBIENTAIS

As coletas serão realizadas em 21 corpos d' água, sendo 14 localizados no estado do Mato Grosso do Sul, inseridos no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, e 7 localizados em Minas Gerais, no carste de Lagoa Santa e no Parque Estadual de Vila Velha (Tabela 1). A amostragem será composta por transectos, cada um abrangendo três zonas de coleta: região limnética ou calha central (A), margem direita (B) e margem esquerda (C) nos rios. Para coleta em lagoa, serão amostrados zonas litorânea (margem) e pelágica. Os dados ambientais serão mensurados *in situ* pH (pHmetro PHTEK 100), condutividade, temperatura da água (condutivímetro multiparâmetro mPA-

210P), altitude, coordenadas geográficas (GPS GARMIN Trex H), cobertura vegetal determinada pela presença e ausência de sombreamento, profundidade. Dados meteorológicos (precipitação, temperatura do ar, umidade, insolação e velocidade do vento) serão obtidos de estações próximas através da plataforma digital do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

TABELA 1. Locais de amostragem, dentro de cada um dos grupos cársticos estudados.

Local	Condições ambientais	Origem do material
1. Grupo Corumbá (MS)		
Lagoa Chapeninha	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Nascente Chapeninha	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Cachoeira Chapeninha	com correnteza	Epifíton/plâncton
Nascente Azul	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Rio Baia Bonita	com correnteza	Epifíton/plâncton
Rio da Prata	com correnteza	Epifíton/plâncton
Olho d' Água	com correnteza	Epifíton/plâncton
Lagoa Misteriosa	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Rio Perdido	com correnteza	Epifíton/plâncton
Lagoa Estância Mimosa	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Parque das Cachoeiras	com correnteza	Epifíton/plâncton
Cachoeira Sitio Ybirá Pe	com correnteza	Epifíton/plâncton
Rio Salobra	com correnteza	Epifíton/plâncton
Rio Formoso	com correnteza	Epifíton/plâncton
2. Grupo Bambuí (MG)		
Cachoeira Grande Serra do Cipó	com correnteza	Epifíton/plâncton
Lagoa Grande Serra do Cipó	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Lagoa Santa	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Córrego Samambaia	com correnteza	Epifíton/plâncton
Lagoa Sumidouro	com correnteza	Epifíton/plâncton
Lagoa Olho d' Água	sem correnteza	Epifíton/plâncton
Rio das Velhas	com correnteza	Epifíton/plâncton
3 Vila Velha (PR)		
Lagoa Dourada	sem correnteza	Epifíton/plâncton

### 2.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA



Fragmentos submersos de plantas aquáticas (briófitas, carófitas e macrófitas) e seixos serão coletados na cachoeiras, córregos, rios e lagoas da região para a análise das diatomáceas perifíticas. O material será obtido pela raspagem dos substratos com auxílio de escovas, acondicionados individualmente e identificados. As amostras de material planctônico serão coletadas diretamente com frascos (150 mL) e com rede de plâncton (malha de 25  $\mu\text{m}$ ), por meio de arraste horizontal por aproximadamente cinco minutos. As amostras do material perifítico serão conservadas com solução TRANSEAU na proporção 1:1 (BICUDO; MENEZES, 2006). As amostras de plâncton serão fixadas com formaldeído na proporção de 1:100 (WOLLENWEIDER, 1971).

### 2.3.1 Preparação das lâminas para análise em microscopia óptica

Em laboratório, a oxidação de parte das amostras será realizada de acordo com a técnica Simonsen (1974), modificada por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981) para possibilitar o estudo das diatomáceas. Para o estudo qualitativo das amostras serão confeccionadas lâminas permanentes, com amostra oxidada, incluídas em Naphrax®. Será utilizado do microscópio fotônico binocular Olympus CH-2, para as determinações taxonômicas.

### 2.3.2 Preparação das amostras para análise em microscopia eletrônica

Para análise da ultraestrutura das frústulas, amostras oxidadas serão lavadas e centrifugadas em tubos de ensaio. Posteriormente, duas a três gotas do material concentrado será depositado sobre suportes metálicos e metalizados com ouro em aparelho Balzers SCD030, para visualização em microscópio eletrônico de varredura (MEV) JEOL-JSM 6360LV, em voltagem de 10-15 kV. Para a observação de detalhes das ultraestruturas das frústulas, amostras oxidadas serão depositadas sobre grids (300 mesh) e levadas ao microscópio eletrônico de transmissão (MET) JEOL JEM 1200EX-II, em voltagem de 80 kV. Os equipamentos acima descritos são disponibilizados pelo Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR (CME).

## 2.4 TRATAMENTO TAXONÔMICO E AMOSTRAS EXAMINADAS

Todos os táxons encontrados serão descritos, fotografados e mensurados. Comentários taxonômicos serão adicionados quando pertinente. A terminologia utilizada para descrição dos táxons seguirá Barber e Haworth (1981), Hendey (1964) e Round, Crawford e Mann (1990). As amostras líquidas e respectivas lâminas permanentes serão depositadas no Herbário do Departamento de Botânica (UPCB), Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

## 2.5 ABUNDÂNCIA RELATIVA

A quantificação das diferentes espécies de diatomáceas serão obtidas a partir do cálculo da abundância relativa. Todos os indivíduos encontrados serão computados até obter uma população representativa, determinada pelo método gráfico de estabilização da curva a partir da adição de espécies novas com o aumento do número de valvas consideradas (Pappas & Stoermer 1996), desde que a eficiência mínima de 90% seja atingida.

## 2.6 FREQUÊNCIA

A frequência de ocorrência espacial será estabelecida com base em Matteucci e Colma (1982) espécies com alta frequência ( $F \geq 70\%$ ), frequentes ( $40\% \leq F < 70\%$ ), com baixa frequência ( $10\% \leq F < 40\%$ ) e esporádicas ( $F < 10\%$ ).

## 2.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS

O método para calcular o valor de espécie indicadora é uma multiplicação de matrizes, que combina informação da abundância da espécie em determinado grupo categórico com a sua frequência entre as unidades amostrais. Esta análise é estatisticamente testada para significância usando a técnica de Monte Carlo. Grupos categóricos que serão testados: grupo de formação cárstica (MS ou MG), ambiente com ou sem correnteza, hábito planctônico ou perifítico.

A similaridade florística será avaliada através de análise de agrupamento, com uso de matriz binária (presença-ausência) e matriz de abundância relativa, utilizando o Índice de Jaccard e Sørensen (Bray & Curtis), respectivamente.

Análises multivariadas (PCA, CCA, RDA e/ou NMDS) serão testadas de acordo com os resultados obtidos, a fim de verificar os padrões espaciais e/ou temporais das comunidades encontradas, nos dois tipos de grupos cársticos amostrados.

Estas análises serão processadas com o software PC-ORD versão 6.08 McCune e Mefford (2011).

### 3 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

Atividades previstas	2019		2020		2021		2022		2023
	I	II	I	II	I	II	I	II	I
Obtenção dos créditos	x	x	x	x	x	x	x		
Revisão Bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coletas das amostras		x		x					x
Preparação do material		x	x	x	x	x			
Identificação, contagem e obtenção de imagem das diatomáceas	x	x	x	x	x	x			
Análises estatística dos dados					x	x	x	x	
Congresso Brasileiro de Ficologia				x					
Congresso Brasileiro de Limnologia						x			
Elaboração de manuscritos	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Qualificação						x			

### 4 ORÇAMENTO E PREVISÃO DA FONTE DE RECURSOS

O projeto está sendo desenvolvido parte na UFRGS e parte no Laboratório de Ficologia do Departamento de Botânica da UFPR, que contam, em conjunto, com total infraestrutura em termos de equipamentos óptico e eletrônico e ampla literatura, este último, é um centro especializado em taxonomia de Diatomáceas. As coletas serão financiadas por recursos próprios.

### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. de. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso), Brasil. **Boletim da divisão de Geologia e Mineralogia**, v. 219, p. 1-96, 1965.

BARBER, H. G.; HAWORTH, E. Y. A guide to the morphology of the diatom frustule. **The Freshwater Biological Association**, n. 44, p. 1-112, 1981.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil (chave para identificação e descrição)** 2 ed. São Carlos: RiMa, p. 1-502, 2006.

BICUDO, D. C. **Algas epífitas (exceto diatomáceas) do lago das ninféas, São Paulo: levantamento e aspectos ecológicos**. Rio Claro, Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita. p. 1-478, 1984.

BICUDO, D. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M.; FIGUEIREDO, D. M.; LIMA, D. Ficoflórula do Pantanal de Poconé, Estado de Mato Grosso, Brasil: Centrales e Eunotiaceae (Bacillariophyceae). **Hoehnea**, v. 22, n. 1/2, p. 165-182, 1995.

BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A. M.; GESICKI, A. L. D.; SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P.; BRENHA RIBEIRO, F.; FLEXOR, J. M. Tufas Calcárias da Serra da Bodoquena, MS: cachoeiras petrificadas ao longo dos rios. *In*: SCHOBHENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Eds.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, p. 249-259, 2002.

BOGGIANI, P. **Evolução geológica e geomorfológica do Planalto da Bodoquena**. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. p.1-91, 1999.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SF. 21- Campo Grande; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro,. Levantamento de Recursos Minerais, v. 28, p. 1-416, 1982.

CANANI, L. G. DE C.; MENEZES, M.; TORGAN, L. C. Diatomáceas epilíticas de águas oligotróficas e ácidas do Sudeste do Brasil1. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 130-140, 2011.

COSTA, J.C.F.; TORGAN, L.C. Análise taxonômica de diatomáceas (Bacillariophyceae) do lago da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia**. Série Botânica n. 41, p. 47-81, 1991.

DELGADO, C.; ECTOR, L.; NOVAIS, M. H.; BLANCO, S.; HOFFMANN, L.; PARDO, I. Epilithic diatoms of springs and springs-fed streams in Majorca Island (Spain) with the description of a new diatom species *Cymbopleura margalefii* sp. nov. **Fottea** v.13, n. 2, p. 87-104, 2013.

FABRI, F.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; AULER, A. S. Relevo cárstico em rochas Siliciclásticas: Uma revisão com base na literatura karstic relief in siliciclastic rocks: A revision on the basis of the literature. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 3, p. 339-351, 2014.

FEITOSA, F. A. C. **Hidrogeologia Conceitos e Aplicações, organização e coordenação científica** - Fernando A. C. Feitosa 3. edição. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, p. 381-403, 2008.

FORD, T. D.; PEDLEY, H. M. A review of tufa and travertine deposits of the world, **Earth Science Reviews**, v. 41, p. 117-175, 1996.

GIANI, A.; LEONARDO, I. M. Distribuição vertical de algas fitoplanctônicas no Reservatório da Pampulha, Belo Horizonte, MG. **Acta Limnológicas Brasiliensia**, v. 2, p. 387-404, 1988.

HAFNER, D.; JASPRICA, N. The composition of epiphytic diatoms (Bacillariophyta) on Charophyceae in Dinaric karstic ecosystems. **Natura Croatica**, v. 22, n. 1, p. 199-204, 2013.

HENDEY, N. I. An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Waters, Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). **Her Majesty's Stationery Office**, London. p. 1-317, 1964.

ICMBIO Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/projetos-e-atividades/provincias-espeleologicas.html> Acesso em 08 de novembro de 2018.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relatório de Estação Geodésica**. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da Vegetação do Brasil**, Rio de Janeiro, RJ, 1993.

- JASPRICA, N.; D. HAFNER. Taxonomic composition and seasonality of diatoms in three Dinaric karstic lakes in Croatia. **Limnologica**, v. 35: p. 304-319, 2005.
- KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-tema**, v. 13, p. 105-167, 1979.
- KOHLER, H. C. Geomorfologia cárstica. In: GUERRA, J.T. CUNHA, S.B., orgs. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 309-334. 1994.
- LAI, G. G.; PADEDDA, B. M.; WETZEL, C. E.; LUGLIÈ, A.; SECHI, N.; ECTOR, L. EPILITHIC diatom assemblages and environmental quality of the Su Gologone karst spring (central eastern Sardinia, Italy). **Acta Botanica Croatica**, v. 75, n.1, p. 129-143, 2016.
- MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. Metodologia para estudo de lavegetación. **Coleccion de Monografías Científicas**, n. 22, p.168, 1982.
- McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0 **MjM Software**. Gleneden Beach, Lincoln, 2011.
- MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Boletim do Museu Botânica Municipal**, Curitiba, v. 47, p. 1-17, 1981.
- MORO, R. S.; FÜRSTERNBERG, C. B. Diatomáceas (Bacillariophyceae) da Lagoa Dourada (Parque Estadual de Vila Velha), Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 22, n. 1-4, p. 15-30, 1993.
- NOVELO, E.; TAVERA, R.; IBARRA, C. Bacillariophyceae from Karstic Wetlands in México **Bibliotheca Diatomologica**, v. 54, p. 1-136, 2007.
- OLIVEIRA, D. M. D.; CALHEIROS, D. F. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 427, n. 1, p. 101-112, 2000.
- PAPPAS, J. L.; STORMER, E. F. Quantitative method for determining a representative algal sample count. **Journal of Phycology**, v.32, n. 4, p. 693-696, 1996.
- PILÓ, L. B. **Morfologia cárstica e materiais constituintes: Dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú-Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.1-269, 1998.
- RIBEIRO, C. M. O clima no Planalto de Lagoa Santa-MG. **Em: Estudos ambientais e propostas de manejo, na região do carste, no Planalto de Lagoa Santa**. Projeto FAPEMIG: CEX-1133/90. **Relatório Final**. Parte, v. 2, 1995.
- ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The Diatoms: biology and morphology of the genera**, New York: Cambridge University Press. p. 1-747, 1990.
- SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I.; BOGGIANI, P. C.; PETRI, S.; CRISTALLI, P. D. S.; UTIDA, G. A deposição de tufas quaternárias no estado de Mato Grosso do Sul: proposta de definição da formação Serra da Bodoquena. **Geologia USP. Série Científica**, v. 9, n. 3, p. 47-60, 2009.

- SANTOS, K. R. DE S.; ROCHA, A. C. R. DA.; SANT'ANNA C. L. Diatoms from shallow lakes In the Pantanal of Nhecolândia, Brazilian Wetland. Instituto de Botânica (IBt), Núcleo de Pesquisa em Ficologia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro, SP, **Oecologia Australis**, 2012.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. D. A.; QUEIROZ, E. D.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM-Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), p. 415-430, 2002.
- SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da. Geoparques do Brasil: propostas. In: **Geoparques do Brasil: propostas**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, v. 1, p. 1-745, 2012.
- SEMA/IMAP - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS/INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE, PANTANAL, Gerência de recursos hídricos. Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e Alto Paraguai (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Subprojeto 1.6/MS Gerenciamento de recursos hídricos nas vizinhanças da cidade de Corumbá (MS). **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai/ MS**, Campo Grande - MS, p. 1-137, 2005.
- SILVA, M. B.; L. H. C. D.; PEREIRA, M. G.; SCHIAVO, J. A.; COOPER, M.; CAVASSANI, R. D. S. Genesis and classification of soils in a topo sequence of karst in Serra da Bodoquena (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, p. 1464-1480, 2013.
- SILVA, W. J.; NOGUEIRA, I. S.; SOUZA, M. G. M. Catálogo de diatomáceas da região Centro-oeste brasileira. **Iheringia**. Série Botânica v. 66, n. 1, p. 1-32, 2011.
- SIMONSEN, R. **The diatom plankton of the Indian**. Ocean Expedition of R/V "Meteor" Forsch.-Ergebnisse v. 19 (D), p. 1-107, 1974.
- SOARES, M. C. S.; SOPHIA, M. G.; HUSZAR, V. L. M. Phytoplankton flora of two rivers in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 433-450, 2007.
- STEVENSON, R. J. An introduction to algae ecology in freshwater benthic habitats. In R. G. Stevenson et al. (eds), **Algal Ecology**. Academic Press, San Diego, CA. p. 3-30, 1996.
- STOERMER, E. F.; SMOL, J. P. **The diatoms: applications for the environmental and earth sciences**. Cambridge, University Press. p. 1-469, 1999.
- TREMARIN, P. I., LOVERDE-OLIVEIRA, S. M., LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. Ultrastructure and distribution of *Aulacoseira gessneri* (Hustedt) Simonsen (Diatomeae). **Diatom Research**, v. 26, n. 2, p. 189-197, 2011.
- TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. Ultrastructure of *Aulacoseira brasiliensis* sp. nov. (Coscinodiscophyceae) and comparison with related species. **Fottea**, v. 12, n. 2, p. 171-188, 2012.
- TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A.; TORGAN, L. C. Four new *Aulacoseira* species (Coscinodiscophyceae) from Matogrossense, Pantanal, Brazil. **Diatom Research**, v. 29, n. 2, p. 183-199, 2014.
- TUSSET, E. A., TREMARIN, P. I., STRAUBE, A., & LUDWIG, T. A.V. Morphology of *Adlafia* taxa (Bacillariophyta, Cymbellaceae), with proposition of two new species from Brazil. **Phytotaxa**, 306 (4), 259-274, 2017.

TUSSET, E. A.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V. Two new *Stauroneis* species (Bacillariophyta, Stauroneidaceae) from midwestern karstic Brazilian formations. **Phytotaxa**, 358 (3) 265-277, 2018.

VOLLENWEIDER, R.,1971. **A Manual on method for measuring primary production in aquatic environments**. Oxford, Blackwell. p. 1-225, 1971.

YOU, Q.; KOCIOLEK, J. P.; YU, P.; CAI, M.; LOWE, R.; WANG, Q. A new species of *Simonsenia* from a karst landform, Maolan Nature Reserve, Guizhou Province, China. **Diatom Research**,v. 31, n. 3, p. 1-7, 2016.