



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



KATIÚSCIA NAIARA ARIOZI LIMA

**ANÁLISE DOS SEDIMENTOS TURFOSOS OCORRENTES NO CÓRREGO
GUASSUPÉ E SEU SIGNIFICADO AMBIENTAL - CIANORTE, PARANÁ**

MARINGÁ
2020

KATIÚSCIA NAIARA ARIOZI LIMA

**ANÁLISE DOS SEDIMENTOS TURFOSOS OCORRENTES NO CÓRREGO
GUASSUPÉ E SEU SIGNIFICADO AMBIENTAL - CIANORTE, PARANÁ**

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

Professor Orientador: Dr. Mauro Parolin.

MARINGÁ

2020

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

A712a	<p>Ariozzi Lima, Katiúscia Naiara</p> <p>Análise dos sedimentos turfosos ocorrentes no córrego Guassupé e seu significado ambiental - Cianorte, Paraná / Katiúscia Naiara Ariozzi Lima. -- Maringá, PR, 2020. 67 f.: il. color., figs., tabs., maps.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Mauro Parolin. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.</p> <p>1. Paleoambientes - Cianorte (Paraná). 2. Bacia hidrográfica - Cianorte (Paraná) . 3. Fitólitos. 4. Turfa. 5. Cienciometria. I. Parolin, Mauro, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.</p> <p>CDD 23.ed. 551.698162</p>
-------	--

Márcia Regina Paiva de Brito - CRB-9/1267

AGRADECIMENTOS

Obrigada meu Deus e ao senhor Jesus por essa experiência e oportunidade em minha vida. Glória ao Senhor que me deu forças e sabedoria nos momentos bons e ruins durante o processo de mestrado. Amém.

Obrigada a minha família. A minha mãe (Roselei), meu pai (Daniel), minha irmã (Karen), meu cunhado (Hélio) e meus lindos sobrinhos (Laysa e João Pedro) que oraram, derrubaram suas lágrimas (alegria e tristeza), apoiaram, falaram a verdade (mesmo doendo) e me reergueram nesse período.

Obrigada ao orientador. Professor pós-doutor Mauro Parolin que espremeu ao máximo sua paciência e conhecimento para explicar o paleoambiente a essa orientanda que caiu de paraquedas (ou sutil como uma bomba).

Obrigada ao Henrique. Que foi meu parceiro nessa fase tão atribulada de minha vida, ele me apoio, me ajudou, me acolheu, me motivou e discutiu um tema que ele nem sabia que existia.

Obrigada a minha psicóloga e psiquiatra. À minha psicóloga Cristiellen Morosine e a minha psiquiatra Dra. Geovana Bruno que me acompanham há tempos e me mantem na linha para não surtar. Julgo importante que todos tenham acesso à terapia, independente se o momento requer demasiada atenção.

Ao professor Edvaine Garcia de Cianorte que encontrou essa área de turfa no município e indicou ao professor Mauro, ajudou com o trabalho e forneceu as fotografias.

Obrigada à professora Dra. Ana Paula Colavite. Pela atenção e ajuda com os mapas e com o Qgis©, pois sem ela estaria perdida.

Obrigada à equipe LEPAFE. Aos futuros doutores Mayara Monteiro, Fernando Villwock, Loyana Docio e Renan Eduvirgem (obrigada pela paciência e por compartilharem o tempo e o conhecimento de vocês. À Mayara, obrigada por me abrigar sou eternamente grata por tal generosidade). Não posso esquecer claro, da Anne, da Thainá e da Eduarda que ajudaram no processamento do material, campo e das risadas como válvula de escape. Nesta ultima parte, todos ajudaram. Viver sem rir é puro desperdício.

Obrigada ao Programa de Pós-Graduação da UEM. Ao professor doutor Hélio da Silveira e a Miriam por terem me ajudado a não desistir de fazer o mestrado. Também, ao incrível

desempenho e comprometimento em seus trabalhos. Aos professores do programa e das disciplinas cursadas. Ao professor doutor Edison Fortes pela permissão de realizar o estágio a docência no ensino superior em sua turma.

Obrigada à turma de mestrado e doutorado 2018. À todos os colegas que ingressaram na pós-graduação em 2018 e passaram pelos mesmos problemas, pelas alegrias e que compartilharam seus conhecimentos e aflições.

Obrigada a CAPES. Ao órgão de fomento que ajudou (*in cash*) a realização desse mestrado, pois sem ele não conseguiria transitar entre Moreira Sales - Campo Mourão - Maringá, comer, beber, me abrigar e principalmente fazer a pesquisa.

A todos os envolvidos nessa trajetória, MUITO OBRIGADA.

“O Senhor, pois, é aquele que vai adiante de ti; ele será contigo, não te deixará, nem te desampará; não temas, nem te espantes.”

- DEUTERONÔMIO 31:8.

“Haverá dias bons. Haverá dias ruins. Mas haverá DEUS em todos eles.”

- AUTOR ANÔNIMO

RESUMO

A pesquisa foi realizada no município de Cianorte – Paraná, a qual abrange uma pequena área de turfa localizada à margem esquerda do Córrego Guassupé. Os objetivos da pesquisa foram: i) quantificar e mapear as publicações paleoambientais realizadas com sedimentos turfosos no Brasil; ii) analisar e descrever os sedimentos turfosos do Córrego Guassupé e iii) analisar as condições ambientais e paleoambientais da área de estudo. As pesquisas paleoambientais em áreas de turfa no Brasil foram executadas com base nas técnicas de cienciometria. Para as considerações paleoambientais do Córrego Guassupé, determinou-se por meio dos fitólitos que foram extraídos dos sedimentos turfosos. Concomitantemente a essas análises, foram realizadas a granulometria, a queima da matéria orgânica (material volátil e sólido), e a caracterização (*in loco*) do sedimento turfoso pelo método de *von Post*. A análise das condições ambientais foi avaliada a partir de levantamentos *in loco* na área do córrego, fotografia aérea (1980) e imagens de satélite atuais. Para melhor avaliação do córrego, foram também descritas as condições morfométricas do Ribeirão Cristalina, do qual o córrego Guassupé é afluente de primeira ordem. Sobre as pesquisas paleoambientais com turfás no Brasil, foram registrados 22 trabalhos (13 com palinomorfos, 8 com fitólitos, e 1 com espículas de esponja). Ainda é possível inferir a concentração de pesquisas na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, bem como 85% das publicações foram realizadas por instituições públicas. Sobre o Córrego Guassupé, o sedimento turfoso apresenta-se com grau de decomposição e humosidade como sáprica (H-9) na base, hêmica (H-7) na metade do perfil e fibrosa (H-3) no topo. A queima da matéria orgânica volátil apresentou valores médios de 6,4%, enquanto que os sólidos chegaram a 4,5%. O sedimento é arenoso (>55%). Os fitólitos indicaram três fases ambientais: I – estresse hídrico com a presença de alguns tipos de vegetação lenhosa; II - predomínio de vegetação gramínea com algumas formações lenhosas e formação do depósito turfoso e III – aumento da umidade com avanço da vegetação tipo floresta e ação de coluvionamento, recobrando uma parte da turfa. Em relação às condições ambientais, o córrego Guassupé apresenta uma série de problemas ao longo de seu curso, e.g. erosão, poluição e degradação da encosta.

PALAVRAS-CHAVE: cienciometria, turfa, paleoambiente, fitólitos.

ABSTRACT

This research was carried out in the municipality of Cianorte - Paraná, covering a small peaty swamp area located on the left bank of the Guassupé Creek. The research objectives were (1) to quantify and map the paleoenvironmental studies about peaty sediments in Brazil, (2) analyze and describe the peaty sediments of the Guassupé Creek and (3) analyze the environmental and paleoenvironmental conditions of the study area. Paleoenvironmental research in peatlands in Brazil was carried out based on scientometrics techniques. For the paleoenvironmental considerations of Guassupé Creek, it was determined through phytoliths that were extracted from peaty sediments. Concomitantly with these analyzes, we carried out the granulometry, the burning of the organic matter (volatile and solid material), and the characterization (*in loco*) of the peaty sediment following the *Von Post* method. The analysis of environmental conditions was evaluated based on surveys in the creek area, aerial photography (1980), and current satellite images. For a better assessment of the creek, the morphometric conditions of Ribeirão Cristalina were also described, in which the Guassupé Creek is the first-order tributary. About paleoenvironmental research with peaty sediments in Brazil, 22 works were found out (13 with palynomorphs, 8 with phytoliths, and 1 with sponge spicules). It is still possible to infer the concentration of research in the South, Southeast, and Midwest, as well as 85% of the publications, were carried out by public institutions. On the Guassupé Creek, the peaty sediment has a degree of decomposition and humidity as sapric (H-9) at the base, hemic (H-7) in the middle of the profile, and fibrous (H-3) at the top. The burning of the volatile organic matter showed average values of 6.4%, while solids reached 4.5%. The sediment is sandy (> 55%). Phytoliths indicated three environmental phases: I - water stress with the presence of some types of woody vegetation; II - the predominance of grassy vegetation with some wooden formations and formation of peat deposits and III - increased humidity with advancing forest type vegetation and colluvial action, covering part of the peat. Regarding environmental conditions, the Guassupé Creek presents a series of problems along its course, e.g., erosion, pollution, and degradation of the slope.

KEYWORDS: scientometrics, peat, paleoenvironment, phytoliths.

LISTA DE SIGLAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior

CIENTEC – Fundação Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul

CMNP – Companhia Melhoramentos Norte do Paraná

DBD – *Dry bulk density*

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná

IG – Instituto Geológico de São Paulo

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IRD – *L'Institut de recherche pour le développement*

MINEROPAR – Minérios do Paraná

MDE – Modelo Digital de Elevação

SRTM – *Shutter Radar Topography Mission*

NMRM – Nível Médio Relativo ao Mar

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

ULBRA – Universidade Luterana do Brasil

UNESPAR – Universidade Estadual do Paraná

UNG – Universidade de Guarulhos

UEM – Universidade Estadual de Maringá

USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de formação do carvão mineral onde a turfa é a fase inicial.....	17
Figura 2: Concentração das pesquisas paleoambientais em áreas de turfeiras no Brasil.....	22
Figura 3: Trabalhos realizados em áreas de turfeiras no Brasil.....	26
Figura 4: Localização do ribeirão Cristalina em Cianorte - Paraná com destaque para o córrego Guassupé.....	38
Figura 5: a) Perfil longitudinal do ribeirão Cristalina direção Sul-Norte. b) Perfil topográfico do ribeirão Cristalina me relação ao seu afluente córrego Guassupé.....	39
Figura 6: Mapa das unidades geológicas do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.....	40
Figura 7: Mapa das unidades geomorfológicas do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.....	41
Figura 8: Mapa de declividade do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.....	41
Figura 9: Mapa hipsométrico da bacia do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.....	42
Figura 10: Mapa de solos do ribeirão Cristalina em Cianorte – Paraná com destaque para o córrego Guassupé.....	43
Figura 11: Climograma do município de Cianorte com médias mensais de precipitação e temperatura (1977-2015).....	44
Figura 12: Localização do Córrego Guassupé com destaque para a área em que foram detectados e amostrados sedimentos turfosos.....	45
Figura 13: Área onde está localizada a nascente do Córrego Guassupé e área urbana adjacente na convergência da Avenida Rio Grande do Norte e Rua São Francisco, Zona 3.....	45
Figura 14: Vista Parcial do córrego Guassupé próximo à área de coleta, detalhe para o encaixe do seu canal sobre o Arenito Caiuá.....	46
Figura 15: Turfa do córrego Guassupé preservada no ano de 2016.....	47
Figura 16: Turfa do córrego Guassupé preservada no ano de 2016.....	47
Figura 17: Fotografia da área do Córrego Guassupé: a) coloração escura da água demonstra o despejo de efluentes por empresas e residências à montante da nascente do	

referido córrego e b) Restos de construção acumulados na base da “montanha” de lixo no leito inicial do córrego Guassupé.....	48
Figura 18: Alterações da paisagem do córrego Guassupé. A primeira imagem refere-se à fotografia aérea de 1980, a segunda refere-se à imagem de satélite atual (2019).....	49
Figura 19: Retirada da vegetação nativa no município de Cianorte em 1960.....	49
Figura 20: Loteamentos (Residencial Império do Sol e Residencial Pacífico) situados no alto curso do Córrego Guassupé. A área fica nas proximidades do Cemitério Municipal (à direita da foto).....	50
Figura 21: Voçoroca onde são despejados entulhos de construção civil próximo do córrego Guassupé no ano de 2020. Altura aproximada de 15 metros.....	51
Figura 22: Áreas de vegetação que compõem o Cinturão Verde de Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.....	52
Figura 23: Aspecto da turfa encontrada no córrego Guassupé.....	53
Figura 24: Resultado da queima da matéria orgânica e granulometria.....	55
Figura 25: Morfologia de fitólitos encontrados na turfeira do córrego Guassupé em Cianorte.....	58
Figura 26: Fitólitos encontrados na amostra. 1 (a - c). <i>Bilobate</i> ; 2 (d - f) <i>Saddle</i> ; 3 (g - i) <i>Rondel</i> ; 4 (j - p) <i>Bulliform</i> ; 5 (q - s) <i>Polylobate</i> ; 6 (t) <i>Sulcate</i> ; 7 (u -w) <i>Elongate</i> ; 8 (x - z) <i>Brachform</i>	59
Figura 27: Espectro das fases paleoambientais do córrego Guassupé em Cianorte.....	60

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Escala de decomposição de <i>von Post</i>	19
Quadro 2: Trabalhos realizados no Brasil sobre paleoambientes e paleoclima em áreas de turfeiras.....	27
Quadro 3: Instituições de ensino e/ou pesquisa que realizaram os trabalhos paleoambientais em áreas de turfeiras no Brasil.....	31
Tabela 1: Resultados obtidos do perfil a partir da classificação para turfa, combustão do material e granulometria por pipetagem.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2.0. ESTUDOS PALEOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE TURFAS NO BRASIL.....	15
2.1. RESUMO.....	15
2.2. INTRODUÇÃO	16
2.3. SOBRE TURFEIRAS	17
2.4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
2.6. CONCLUSÃO	32
3.0. CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTOS TURFOSOS, ANÁLISE AMBIENTAL E PALEOAMBIENTAL DO CÓRREGO GUASSUPÉ EM CIANORTE – PARANÁ.....	33
3.1. RESUMO.....	33
3.2. INTRODUÇÃO	34
3.3. MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.3.2. PROTOCOLOS LABORATORIAIS.....	36
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.4.2. CARACTERIZAÇÃO DA TURFA E QUEIMA DA MATÉRIA ORGÂNICA	53
3.4.3. FITÓLITOS: DETERMINAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS MICROFÓSSEIS.....	55
3.6. CONCLUSÃO	60
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
6. REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE 1.....	67

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os estudos paleoambientais possuem grande importância na compreensão da dinâmica do meio ambiente, pois com base em análises dos registros fósseis ou microfósseis associados a datações, chega-se à compreensão de como era determinado o ambiente no passado. Da mesma forma, a caracterização atual do ambiente (como realizada neste trabalho) demonstra a dinâmica ambiental local, o que colabora nos estudos geográficos, geomorfológicos, hidrográficos, paleoambientais, entre outros.

Para tanto, tornou-se importante compreender a dinâmica ambiental da região de Cianorte, onde no setor periurbano encontra-se o córrego Guassupé que possui em sua margem esquerda sedimentos turfosos com a presença de fitólitos. Ressalta-se, também, o fato de ter-se um número reduzido de sedimentos turfosos no Brasil correspondente a 0,07% do território e a sua excelente preservação dos microfósseis demonstrados nos trabalhos de LEDRU (1993), MEDIANIC et al. (2008), Parolin et al. (2006, 2014 e 2017). Enfim, todas essas experiências são motivações para a realização da pesquisa nessa área.

Assim, os objetivos da pesquisa foram: a) quantificar e mapear as publicações paleoambientais realizadas com sedimentos turfosos no Brasil, b) analisar e caracterizar os sedimentos turfosos do córrego Guassupé para fins paleoambientais e c) avaliar as condições ambientais do córrego Guassupé. A pesquisa utilizou métodos hipotético-dedutivos com técnicas laboratoriais, cartográficas, estatísticas, observação de campo e base teórica. Correlacionando informações com trabalhos paleoambientais, geográficos e fisiográficos de regiões próximas e complementando as informações pré-estabelecidas no município de Cianorte.

A dissertação está dividida em dois capítulos, cada capítulo está organizado em formato de artigos para facilitar a leitura do tema e também futuras publicações em revistas científicas.

O primeiro capítulo refere-se ao artigo intitulado “Estudos paleoambientais em áreas de turfa no Brasil”, no qual discorre-se sobre os estudos de cunho paleoambiental que foram realizados em áreas de turfeiras e que o objetivo principal era a extração de *proxies* paleoambientais, tais como: fitólitos, espículas de esponjas e palinórfos (pólen, esporos, colônia de algas entre outros). Este artigo será publicado no primeiro volume do ano de 2020 pela revista GEOMAE da Universidade Estadual do Paraná/Campus de Campo Mourão (Apêndice 1).

O segundo capítulo denominado “Caracterização de sedimentos turfosos, análise ambiental e paleoambiental do Córrego Guassupé em Cianorte – Paraná”, em que foram realizadas a partir das seguintes análises: a) dinâmica ambiental, com levantamentos de dados *in loco*, fotografia aérea (1980) e imagens de satélites atuais; b) dinâmica paleoambiental a partir da quantificação e determinação dos fitólitos extraídos dos sedimentos turfosos e c) caracterização da turfa, feito a partir da técnica proposta por *von Post* (determinação do grau de decomposição e humosidade), da queima da matéria orgânica (material sólido e volátil) e da granulometria por pipetagem dos sedimentos.

A correlação dos dados paleoambientais foi operada com base nos trabalhos realizados por Golovati (2015), Monteiro (2015) e Santos et al. (2014).

Enfim, as análises e interpretações estão dispostas como resultados finais nesta dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geografia de Universidade Estadual de Maringá.

2.0 ESTUDOS PALEOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE TURFA NO BRASIL

2.1. RESUMO: As turfeiras preservam grande quantidade de registros “proxy”, os quais fundamentam estudos paleoambientais. A identificação e quantificação de tais dados permitem entre outras coisas o entendimento de climas pretéritos. A formação de turfeiras ocorre com a deposição sucessiva de material orgânico normalmente em fundo de vales ou em locais onde a drenagem é incipiente. O trabalho objetivou quantificar e mapear as pesquisas paleoambientais com dados proxies recuperados em sedimentos turfosos no Brasil. Para o levantamento dos artigos científicos que tratam do assunto, foram realizadas buscas em periódicos científicos disponibilizados na internet (base de dados da CAPES, Google Acadêmico e SciELO). As palavras-chave utilizadas nas buscas foram (turfa; *peat*; palinologia; *palynology*; fitólitos; *phytoliths*; turfa sedimento; *peat sediment*; turfa paleoambientes; *peat paleoenvironments*). Foram registrados 22 trabalhos realizados desde 1992 até 2019, dos quais, 13 com palinóforos, 8 com fitólitos e 1 com espículas de esponja. A partir da pesquisa, observa-se que as turfas possuem formações ocorridas durante o Pleistoceno e Holoceno. Ainda é possível inferir a concentração de pesquisas na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, bem como 85% das pesquisas foram realizadas por instituições públicas.

PALAVRAS-CHAVE: Bibliometria. Turfa. Brasil. Dados Proxy.

2.0 PALEOENVIRONMENTAL STUDIES IN PEATYLANDS IN BRAZIL

2.1. ABSTRACT: Peatlands preserve a large number of proxy records, which are the base for paleoenvironmental studies. The identification and quantification of such data allow, among other things, paleoclimatic reconstructions. The formation of peatlands occurs with the successive deposition of organic material, usually in the bottom of valleys or in places where drainage is incipient. This study aims to quantify and map the paleoenvironmental research with proxies data recovered in peaty sediments in Brazil. For the survey of scientific articles regarding the subject, searches have been done in scientific journals available on-line (CAPES database, Google Scholar, and SciELO). The keywords used in the searches were (peat; *peat*; palynology; *palynology*; phytoliths; *phytoliths*; peat sediment; paleoenvironment *peat*; *peat paleoenvironmental*). There were 22 works published from 1992 to 2019, 13 with palynomorphs, 8 with phytoliths, and 1 with sponge spicules. From the research, it is observed that the peat has formations that occurred during the Pleistocene and Holocene. It is still possible to infer the concentration of research in the South, Southeast, and Midwest, as well as 85% of the research, was carried out by public institutions.

KEYWORDS: Bibliometry. Peat. Brazil. Proxy data.

2.2. INTRODUÇÃO

Turfa pode ser definida como material sedimentar de origem orgânica, com decomposição parcial do material vegetal depositado sobre restos vegetais anteriores, esses depósitos se localizam prioritariamente nas porções mais baixas do relevo, a drenagem se caracteriza por ser ineficiente ou inexistente (LENZ, 1984; GARCIA, 1994; TOLEDO, 1999; HORÁK, 2009). As camadas orgânicas são sobrepostas por novas camadas de solo, o aumento da pressão e o aumento da temperatura proporcionam a transformação química do material (FRANCHI et al, 2006). Segundos Fuchs (2015), as turfeiras são encontradas nos seis continentes, compreendendo importantes áreas para manutenção da biodiversidade, armazenamento de água e de carbono. De acordo com Horák (2009), as turfeiras são essenciais para a compreensão da evolução da paisagem, uma vez que as mesmas guardam registros da dinâmica temporal e espacial da vegetação. Por conta de ser um ambiente redutor e que possui pouco O₂, resultando em baixa decomposição de materiais.

Segundo Parolin et al (2011) e Suguio (1999), as turfeiras são de grande relevância para os estudos científicos, principalmente às pesquisas paleoambientais, pois tais depósitos são ideais para a preservação de palinórfos (grãos de pólen e esporos), espículas de esponjas, fitólitos e diatomáceas (PAROLIN et al., 2011). Apesar da importância das turfeiras para a compreensão da evolução da paisagem, Franchi et al. (2006) destacam que as mesmas possuem grande potencial econômico, sendo utilizada na agricultura (substrato para mudas e melhorador de solo) e como fonte energética (indústrias e pequenas termoelétricas).

O presente artigo pretende responder a questões como: Quantos estudos paleoambientais foram realizados em áreas de turfeiras no Brasil?; Onde se concentram os estudos paleoambientais em turfeiras?; Quais autores e instituições mais contribuíram ao estudo paleoambientais em turfeiras?.

Diante da importância dos depósitos sedimentares de turfa, a presente pesquisa tem como objetivo apontar o conhecimento produzido no Brasil, mapeando os trabalhos realizados e publicados em revistas científicas e livros, para assim, espacializar a concentração de trabalhos sobre a temática proposta e apontar os dados *proxy* utilizados nas pesquisas, sejam eles grãos de pólen, esporos, espículas de esponjas, fitólitos e diatomáceas. Nessa perspectiva, o estudo justifica-se pela necessidade dessa espacialização e quantificação para contribuir com futuros trabalhos sobre turfeiras, paleoambientes e dados *proxies*, como também, instigar o interesse de novas pesquisas

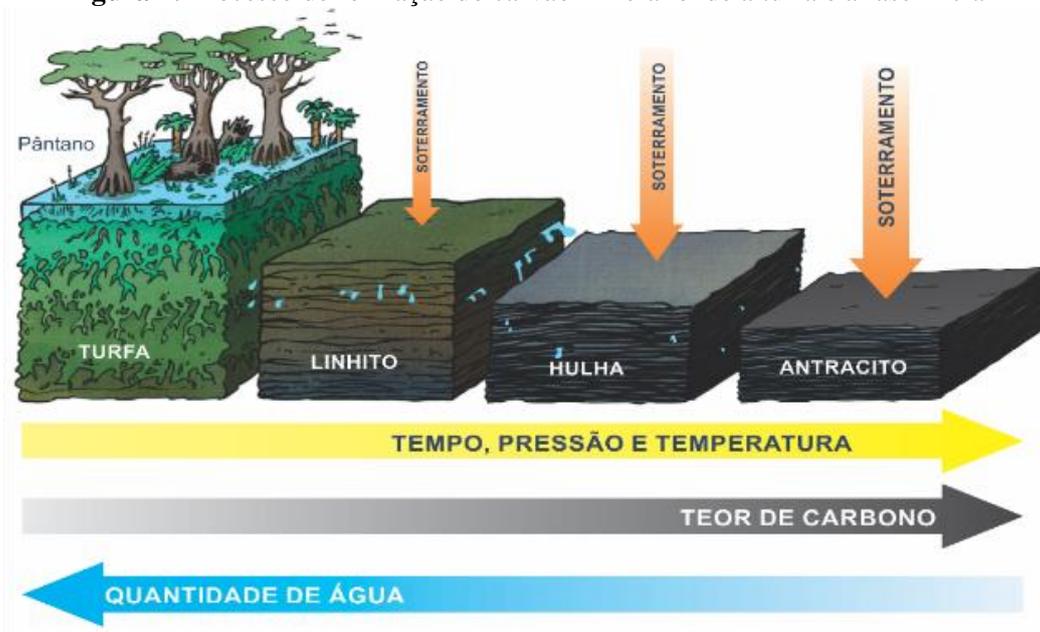
paleoambientais em áreas de turfeiras em outras regiões ainda não identificadas no tema.

2.3. SOBRE TURFEIRAS

Segundo Stipp e Vizintim (1987), a turfa é um depósito sedimentar rico em matéria orgânica de cor escura (preto ou amarronzado), com dureza moderada a mole, imatura, não litificada e em sua maioria formada em ambientes transicionais com presença de água.

A formação de uma turfeira de acordo com Toledo (1999) está atrelada à geomorfologia. Nesse sentido, as turfeiras são depósitos orgânicos encobertos por novas camadas de solo depositadas ao longo do tempo, nos quais são pressionados em elevada temperatura e sofrem transformações químicas, aumentando seu teor de carbono (Figura 1). Depois de milhares de anos são formados outros tipos de rochas sedimentares orgânicas já litificadas como o linhito e o carvão mineral (hulha e antracito), sendo a turfa a fase inicial desse processo.

Figura 1: Processo de formação do carvão mineral onde a turfa é a fase inicial



Fonte: KUCHENBECKER, 2018

A turfa é caracterizada pela decomposição não completa dos restos vegetais de algas e outras plantas aquáticas, como gramíneas, ciperáceas, juncos e árvores localizadas no perímetro do banhado ou pântano, em que (↔) todo resto vegetal encoberto por água acaba gradativamente se transformando em turfa e sendo empilhada

em camadas durante ciclos de centenas a milhares de anos (LENZ, 1984; GARCIA, 1994; TOLEDO, 1999; HORÁK, 2009).

De acordo com Rieley (2008), estima-se que as turfeiras ocupem 400 milhões de hectares, correspondendo a 3% da superfície da Terra. Desses, 350 milhões de hectares estão localizados no Hemisfério Norte e entre 30,5 e 45,9 milhões na região Tropical. Valladares (2003) calcula que no Brasil as turfeiras ocupam cerca de 611.883 hectares, equivalendo a 0,07% do território nacional.

Segundo Franchi et al (2006) e Toledo (2006), existem turfeiras em todos os estados do Brasil classificadas segundo critérios geológicos, geográficos, químicos, botânicos, minerais, ecológicos, paleoambientais e econômicos.

São conhecidos dois processos de formação de turfeiras conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o primeiro sistema de formação das turfeiras está relacionado pelo preenchimento das depressões de pequenos lagos e lagoas por material orgânico morto, assim, o processo inicia-se quando a vegetação das margens cresce em direção ao centro da depressão. Esse deslocamento sobre as águas permite a migração de outras plantas para as bordas do lago em áreas mais estáveis (IPT, 1979).

Em relação ao segundo sistema de formação, Toledo (1999) afirma ocorrer nas turfeiras localizadas no Brasil. Nesse sistema as turfeiras formam-se em áreas de fundo de vale, sujeitas a constantes inundações com baixa ou nenhuma drenagem. A estagnação das águas favorece o crescimento de musgos, acúmulo e a preservação fóssil dos restos vegetais como palinórfos e fitólitos.

As turfeiras, de acordo com Franchi et al. (2006), podem ser classificadas quanto à botânica, à geografia, à geologia, ao grau de decomposição, etc. O autor apresenta dois critérios de forma detalhada, sendo: a) o primeiro critério é o ecológico - dividido em Ombrotróficas (SHOTYK, 1988), turfeiras com vegetação alimentada pela precipitação de chuva ou de neve e Minerotróficas (GORE, 1983; CLYMO, 1983 e SHOTYK, 1988) ou Reotróficas (MOORE, 1989), turfeiras com vegetação que esteve sob influência das águas de drenagem da bacia ou de águas subterrâneas; b) o segundo critério descrito é o geológico, dividido em: ambiente deltaico (MCCABE, 1984), ambiente fluvial (CASSHYAP E TEWARI, 1984 E RUST et al., 1984) e ambiente estuarino (COHEN, 1984).

A classificação da turfa quanto ao grau de decomposição é constituída de três classes: a) turfa fibrosa representada pela turfa menos decomposta, baixo DBD (*dry*

bulk density – peso do material seco/ volume *in situ*) e com alto grau de fibras vegetais; b) turfa hêmica apresenta decomposição moderada da turfa, valores intermediários de saturação de água, DBD e fibras; c) turfa sáprica constituída de altos valores de decomposição, DBD mais elevado e baixo conteúdo de fibras e água saturada (TOLEDO, 2006). Essa classificação é baseada no método de *von Post* (Quadro 1) conforme Stanek e Silc (1977), que estima o grau de humidificação em uma escala de 1 a 10.

Quadro 1: Escala de decomposição de *von Post*.

Grau de Humosidade	Característica	Cor da água que flui entre os dedos	Fração da turfa que flui entre os dedos	Resta na mão		Classe
				Forma	Estrutura vegetal	
H – 1	Sem decomposição	Incolor	Não passa material sólido entre os dedos	Não tem aspectos gelatinosos	Estrutura vegetal nitidamente reconhecível	Fibrosa
H – 2	Muito pouco decomposto	Ligeiramente e castanho				
H – 3	Muito fracamente decomposto	Castanho fraco				
H – 4	Decomposto fracamente	Muito castanho	Apresenta aspecto gelatinoso	Reconhecíveis os vegetais	Hêmica	
H – 5	Decomposto	Líquido bem escuro				Passa pouco
H – 6	Bem decomposto					Passa 1/3 do volume
H – 7	Fortemente decomposto					Passa a metade
H – 8	Muito fortemente decomposto	Material flui integralmente entre os dedos	Passa quase tudo	Fica na mão resíduos de fibras, raízes e etc.	Sáprica	
H – 9	Quase integralmente decomposto					
H – 10	Completamente decomposto		Sobra muito pouco na mão			

Fonte: modificado de GUERREIRO et al, 2012.

A classificação das turfeiras, em alguns casos, é realizada de acordo com propósitos relacionados ao seu uso comercial. Assim, Stipp e Vizintim (1987) e Silva (1995) afirmam que no Brasil e no mundo a turfa já foi fonte alternativa de energia devido à crise energética da década de 1970, como substituta do petróleo. Antes dessa época, durante a Segunda Guerra Mundial, o Brasil utilizou a turfa como substituto do carvão mineral, sendo usada em locomotivas e em algumas fábricas.

Contudo, de acordo com Lenz (1985), a turfa possui desvantagem relacionada ao seu uso como fonte térmica ou de energia, pois financeiramente, torna-se inviável devido ao grande percentual de água (90%), bem como ao alto custo de sua drenagem. Outro fato a ser destacado pelo autor é que seu uso só é possível em locais próximos à ocorrência do depósito, além da possibilidade de explosão da poeira durante a moagem e o transporte até os silos de armazenagem.

Na agricultura, a turfa segundo Toledo (2006) é considerada um produto nobre, servindo de substrato para culturas de hortifrúti e jardinagem, possuindo benefícios de retenção de água quando adicionada em solos com pouca ou nenhuma matéria orgânica e também pode ser utilizada em estufas para plantio direto de hortaliças.

Toledo (2006) também aponta as outras formas de aplicações da turfa como: liteiras; na medicina (em tratamentos dermatológicos, ginecológicos, neurológicos, oftálmicos, anemias, hepatites e asma); na produção de coque; gás; produção de álcool a partir de seus derivados; material de construção; filtro de efluentes (adsorvente de odores, substâncias orgânicas e descolorante de água) e na produção de plástico.

2.4. MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento dos dados foi realizado a partir da pesquisa, leitura e análise de estudos publicados em periódicos (revistas e livros) e disponibilizados na internet. Os portais virtuais utilizados foram: a) Portal de Periódicos da CAPES (www.periodicos.capes.gov.br); b) Google Acadêmico (www.scholar.google.com.br); c) SciELO (www.scielo.org). Os termos utilizados para as buscas foram: turfa; palinologia; “peat”; “palynology”; fitólitos; “phytolith”; turfa sedimento; “peat sediment”; turfa paleoambientes; “peat paleoenvironmental”, nos quais foram encontrados 22 trabalhos com fator de impacto de A2, A3, A4, B2, B3, B4 e C.

A elaboração do mapa sobre trabalhos, utilizando dados *proxies* em áreas de turfeiras foi organizado com base nas seguintes etapas: a) indicação dos pontos estudados adicionados no programa *Qgis 2.8*® b) base vetorial em formato *shapefile*

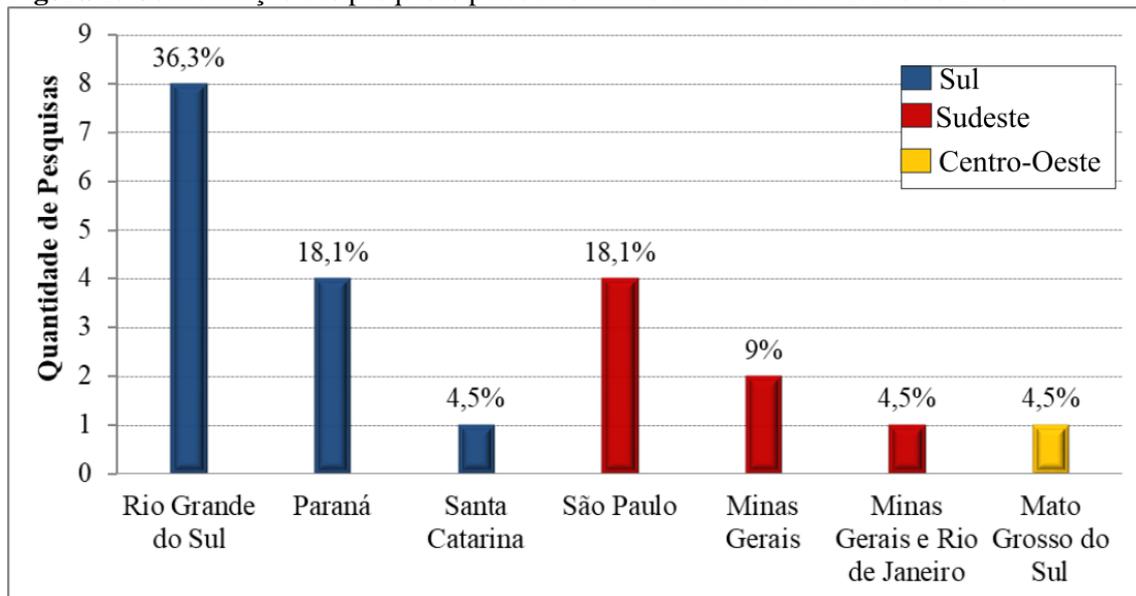
com *datum* SIRGAS 2000, disponibilizado pelo IBGE (2018); finalização do mapa no software *Inkscape*®.

2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 22 publicações sobre turfeiras no Brasil relacionadas a dados *proxies* (Figura 3 e Quadro 2), nos quais em 13 foram elaborados com base em palinomorfos (pólen, esporos, diatomáceas, zigosporo, colônia de algas, esporomorfos, microplâncton, fungos e paleofoaminídeos), 8 utilizando fitólitos e 1 com espículas de esponjas, sendo ou não associados a dados isotópicos. Os anos de publicação dos trabalhos analisados correspondem ao início da década de 1990 sendo realizadas pesquisas nesse sentido até os dias atuais. O trabalho mais recente publicado é do primeiro semestre de 2019.

Os 22 trabalhos realizados concentram-se na região Centro-Sul do Brasil (Figura 2), compreendendo três regiões distintas (Sul, Sudeste e Centro-Oeste). Na região Sul, o estado do Rio Grande do Sul apresenta 8 trabalhos equivalendo a 36,3% de todos as pesquisas analisadas, seguido pelos estados do Paraná com 4 (18,1%) e de Santa Catarina com apenas 1 trabalho (4,5%). A região Sudeste apresenta total de 7 trabalhos, nos quais foram realizados no território do estado de São Paulo 4 trabalhos (18,1%), em Minas Gerais com 2 trabalhos (9%) e Minas Gerais e Rio de Janeiro dividem 1 trabalho (4,5%) feito no Pico das Agulhas Negras, sendo esse o divisor físico geográfico dos dois estados. Em relação à região Centro-Oeste, o único trabalho desenvolvido com a temática fora efetuado no estado do Mato Grosso do Sul correspondendo a 4,5%.

Foram avaliados pesquisas em turfeiras existentes nas regiões Norte e Nordeste, contudo alguns trabalhos encontrados não foram para fins paleoambientais e quando este estava presente à pesquisa não foi publicada em revista científica.

Figura 2: Concentração das pesquisas paleoambientais em áreas de turfeiras no Brasil

A região Sul do Brasil apresenta um total de 13 trabalhos, em que as turfeiras estudadas no Rio Grande do Sul apresentaram idades de até 25.000 anos (LEONHARDT; LORSCHHEITTER, 2008), formadas durante os períodos mais secos e frios (BEHLING et al., 2001) e com nível marinho mais baixo em relação ao atual (CORRÊA et al., 2014 e 2015). A composição vegetal das áreas turfosas durante o Quaternário sofreu mudanças devido ao clima, como especificado por Behling (2001) em que predominava os campos (pastagens) e florestas de galeria subtropical. Macedo et al. (2004) reforçam que durante esse período os elementos herbáceos eram mais presentes do que os arbóreos totalizando uma paisagem constituída por extensas áreas de campos com manchas de matas. As pesquisas em áreas de turfeiras do Rio Grande do Sul também foram importantes para realizar caracterizações sobre fitólitos atuais (MEDIANIC et al., 2008) e catálogos polínicos (LEONHARD, 2008 e LORSCHHEITTER, 2008).

No estado do Paraná encontram-se trabalhos com diversidade de indicadores *proxies* sendo utilizado um ou mais para análises. Parolin et al. (2014) realizaram trabalhos com base em fitólitos nas turfeiras localizadas na região dos Campos Gerais nos municípios de Palmeira e Balsa Nova em que as análises associadas aos isótopos de carbono e nitrogênio sugerem mudanças graduais de condições mais secas para circunstância de elevada umidade desde o Pleistoceno Tardio (20.820 anos AP. – Palmeira e 20.732 anos AP. – Balsa Nova) até o Holoceno Médio.

O município de Campo Mourão conta com trabalho de Ladchuk et al. (2016) e de Luz et al (2019). Ladchuk et al (2016) mostram por meio das análises de

palinomorfos (e a existência de Caryocareaceae) que o Cerrado no município está presente desde o Holoceno Médio, idades entre ~7.280 e ~3.248 anos AP., bem como a ocorrência de esporos de pteridófitas, briófitas e algas superiores aos 50% dos palinomorfos ao longo do testemunho. Os dados isotópicos de $^{15}\delta\text{N}$ indicam que a planície sempre possuiu alguma umidade, fato reforçado pela constante presença de *Pseudoschizea*. Os valores de $^{13}\delta\text{C}$ indicaram a existência de plantas C_4 reforçando a presença de vegetação de Cerrado no período analisado. Corroborando as informações acima e acrescentando dados ao município Luz et al (2019) apontam através das análises de fitólitos que ~48.800 anos cal. AP. a vegetação em Campo Mourão era composta principalmente por gramínea em um período mais úmido com avanço da vegetação arbórea em ~42.280 anos cal. AP., uma fase seca durante o Holoceno Médio e condições mais úmidas como as atuais a partir de ~3.280 anos cal. AP.

Em um raio de 200 km de Campo Mourão, no sentido leste do estado do Paraná, foram realizados trabalhos nas turfeiras dos municípios de Turvo e Ortigueira. Rasbold et al (2016) coletaram um testemunho de 44 centímetros em Turvo, em que em análises com carbono 14 mostraram idades do Pleistoceno (14. 553 anos cal. AP.) nos centímetros 42-44 do testemunho e idades que datam o Holoceno (6.090 anos cal. AP.) na metade em diante. Quanto à análise dos fitólitos, os autores identificaram 23 morfotipos, destacando-se os associados às gramíneas. Em Ortigueira, Parolin et al (2017) mostram que em 5.372 anos cal. AP. as condições locais eram mais secas que as atuais e que a interpretação dos fitólitos indicam um ambiente com vegetação campestre.

No estado de Santa Catarina, Amaral et al. (2011) constataram a reconstrução paleoambiental de um sistema de lagoas durante o Holoceno Médio (5.500 anos AP.) Os autores sugerem que nessa época o sistema lagunar era mais extenso do que o atual e que não possui relação com as flutuações e variações climática e sim com a dinâmica do ecossistema

Para a região sudeste, o estado de São Paulo apresenta 4 pesquisas sobre interpretações paleoambientais a partir dos *proxies* coletados em turfeiras. Modenesi e Melhem (1992) indicaram que uma turfeira na região de Campos do Jordão teria evoluído de uma fase parcialmente lacustre para ambiente mais seco. No vale do Rio Paraíba do Sul, Garcia et al. (1997) realizaram um catálogo polínico da região com posterior descrição de paleoambiente, em que durante o Holoceno a área encontrava-se com clima mais úmido e frio com aproximadamente 9.720 e 8.240 anos AP. sendo esse o período de acúmulo da turfeira.

Pessenda et al. (2009), associando registros isotópicos de ^{13}C e ^{14}C com indicadores de pólen coletados em pontos pré-definidos no Parque do Curucutu, localizado na Serra Geral do estado de São Paulo, obtiveram como resultados:

- Os sedimentos processados com pólen e ^{14}C sugerem que há 28.000 AP. ocorria a floresta subtropical com presença de coníferas indicavam condições mais úmidas e frescas, os isótopos também indicaram a presença de plantas C_3 confirmada a partir dos valores isotópicos de ^{13}C e talvez plantas C_4 entre 28.000 e 19.000 anos AP.
- A partir de 19.000 ano até os 15.600 ano AP. ocorreu aumento significativo de esporos de algas, aumento da umidade associada com processos erosivos e aumento de elementos arbóreos indicando condições de clima mais úmido e quente.

Fechando os trabalhos no estado de São Paulo, Silva et al. (2011) detalharam as mudanças paleoambientais do baixo curso do rio Iguape a partir de espículas de esponjas relacionadas aos isótopos de ^{14}C continentais e marinhas, nos quais sugerem idades entre 6.240 até 950 ano AP., ocorrência de flutuações positivas e negativas do nível médio relativo do mar (NMRM) durante o Holoceno.

Ledru (1993) relata em estudo realizado em turfeiras de Salitre no estado de Minas Gerais que os eventos mais secos ocorreram por volta de ~11.000 a ~10.000 anos AP. sugerindo uma possível ligação com as condições paleoclimáticas do Hemisfério Norte. A autora indica que as variações climáticas passaram por uma fase mais úmida, porém fria em ~ 8.500 anos AP. para uma fase árida e quente, até o momento em que o clima (mais úmido) tornou-se parecido com as condições atuais.

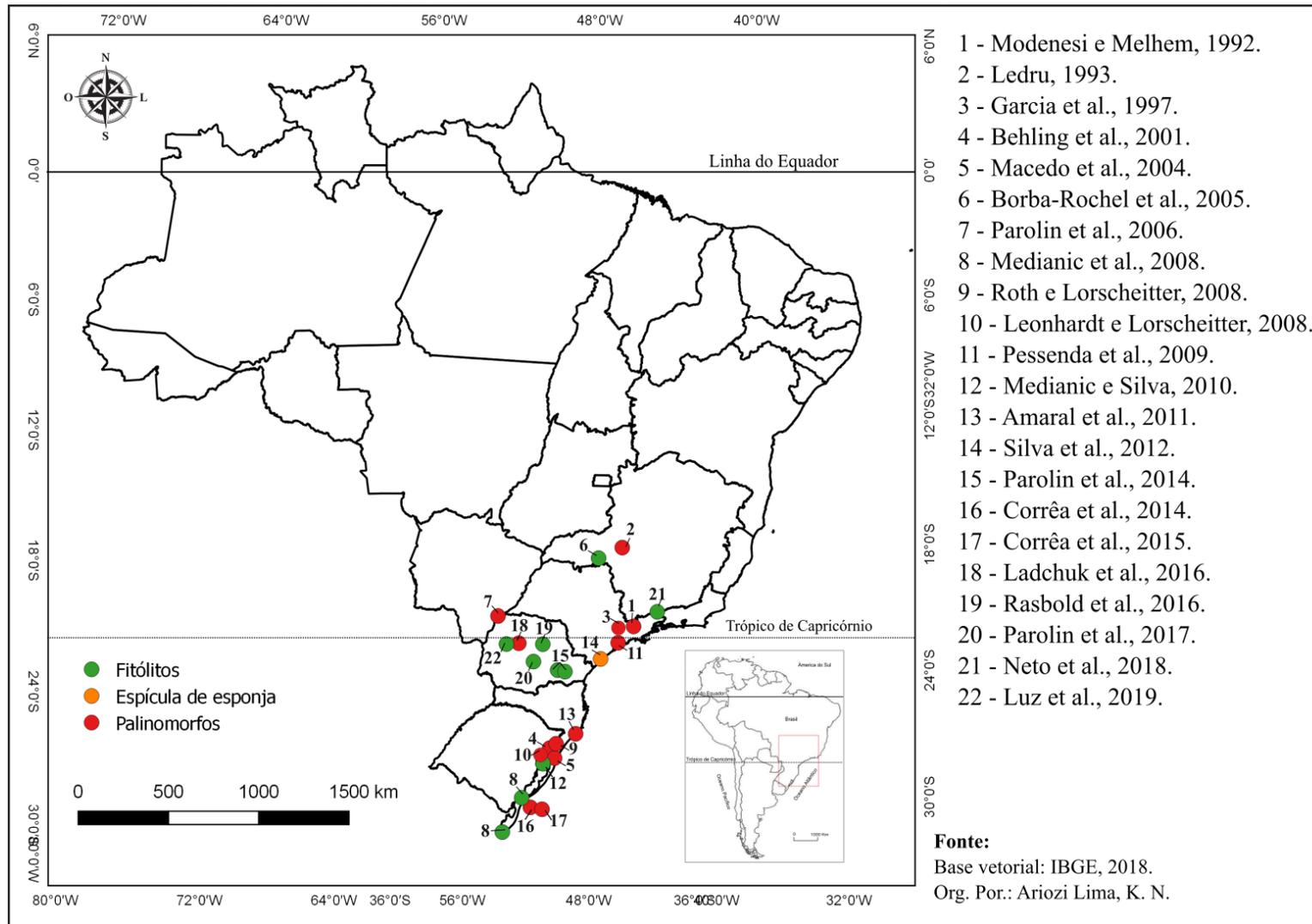
As posteriores pesquisas no estado de Minas Gerais mostraram turfeiras sendo utilizadas em trabalhos paleoambientais de Borba-Roschel et al. (2006) e Neto et al. (2018). Borba-Roschel et al (2005) usaram fitólitos como indicador paleoambiental. Assim, foram extraídos fitólitos das plantas coletadas e dos sedimentos de uma turfeira localizados em área de Cerrado, para a produção de um catálogo fitolítico da região. Os autores indicam dois cenários paleoambientais, nos quais o primeiro mostra o predomínio de morfotipos de células mais longas como, “cuneiform bulliform”, “parallepipedal bulliform” e “elongate” comuns nas Poaceae. No segundo cenário, verificaram a dissolução com tempo dessas células mais longas e dando vez aos morfotipos “rondel” comuns nas Cyperaceae. Portanto, argumentou-se a favor de um fluxo significativo de sílica dissolvida pela turfa. O segundo cenário envolve a

diminuição dos fitólitos, no qual os autores apontam como causa de um estresse hídrico sofrido pelas gramíneas com o tempo.

Neto et al. (2018) ressaltaram que os fitólitos extraídos dos sedimentos coluviais e turfas localizados no Pico das Agulhas Negras, pertencentes a Serra da Mantiqueira, nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro mostraram a frequência de espécies de plantas de regiões intertropicais frias especialmente de Poaceae, esses dados foram também associados aos valores isotópicos de ^{13}C indicando plantas com ciclo fotossintético C_3 .

Já a região Centro-Oeste conta com um trabalho realizado no estado do Mato Grosso do Sul, no município de Taquarussu. Parolin et al. (2006), utilizando palinomorfos comprovaram oscilações climáticas e umidade durante o Holoceno (~11.570 até ~4.010 AP.) e fase mais seca a partir de 4.000 anos AP.

Figura 3: Trabalhos realizados em áreas de turfeiras no Brasil.



Quadro 2: Trabalhos realizados no Brasil sobre paleoambientes e paleoclima em áreas de turfeiras.

Autor (es)	Área de Estudo	Métodos	Interpretações e Resultados
Modenesi e Melhem (1992)	Campos do Jordão – SP	Palinoformos (pólen)	<ul style="list-style-type: none"> - 4.170 até 370 anos AP.; - modificações vegetacionais de matas e campos refletidas pelas modificações climáticas mais quentes e provavelmente mais secas;
Ledru (1993)	Turfeiras de Salitre – MG	Palinoformos (pólen e esporos)	<ul style="list-style-type: none"> - 11.000 até 4.000 anos AP.; - clima mais seco e frio há 11.000 anos AP.; - mais úmido e frio até 8.500 anos AP.; - muito árido e quente até 4.000 anos AP.; - a partir dos 4.000 anos AP. tornou-se úmido essencialmente parecido com as condições atuais;
Garcia et al. (1997)	Vale do Rio Paraíba do Sul – SP	Palinoformos (esporos)	<ul style="list-style-type: none"> - catálogo polínico; - 42 tipos de fungos, 14 tipos de algas, 9 tipos de briófitas e 67 tipos de pteridófitas;
Behling et al. (2001)	São Francisco de Paula RS	Palinoformos (pólen)	<ul style="list-style-type: none"> - 3.000 anos AP. até 1.000 anos AP.; - predomínio de campos onde hoje é floresta de araucárias; - durante o pré-glacial e glacial, ocorria campos e uma mata de galeria subtropical; - atualmente encontram-se florestas semidecidual e cerrado;
Macedo et al. (2004)	Osório – RS	Palinoformos (pólen)	<ul style="list-style-type: none"> - predomínio de elementos herbáceos; - extensas áreas de campos com manchas de mata;
Borba-Roschel et al. (2005)	Uberaba – MG	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - morfotipos de fitólitos de células longas (bulliform cuneiforme, bulliform paralelepiped); - diminuição dos fitólitos devido ao estresse hídrico sofrido pelas gramíneas;
Parolin et al. (2006)	Taquarussu – MS	Palinoformos (pólen, esporos, zigospores e colônias de algas).	<ul style="list-style-type: none"> - 11.570 até 4.010 anos AP.; - etapas de desenvolvimento paleoambiental mais antiga: clima seco continental com vegetação em gramíneas; - etapa mais recente: aumento progressivo da umidade;

Continuação do Quadro 02: Trabalhos realizados no Brasil sobre paleoambientes e paleoclima em áreas de turfeiras.

Autor (es)	Área de Estudo	Métodos	Interpretações e Resultados
Medianic et al. (2008)	Rio Grande e Chuí – RS	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - variedades dos fitólitos de gramíneas; - abundância de fitólitos encontrados na turfeira; - analisou-se além das turfeiras sedimentos holocênicos coletados de: pântanos, marismas, fundo da laguna dos patos e sedimentos lagunares correspondentes a transgressão marinha;
Roth e Lorscheitter (2008)	Parque Nacional dos Aparados da Serra - RS	Palinoformos (esporos)	<ul style="list-style-type: none"> - 10.480 anos AP. - catálogo polínico; - 37 amostras palinológicas; - 12 fungos, 6 algas, 4 briofitas, 8 pteridofitas, 1 gimnospermas, 56 angiosperma, 7 outros palinomorfos, 2 fragmentos de Arthropoda do final do Holoceno; - ausência do pólen <i>de Araucaria angustifolia</i>;
Leonhardt e Lorscheitter (2008)	São Francisco de Paula - RS	Palinoformos (pólen)	<ul style="list-style-type: none"> - catálogo polínico; - 22 amostras palinológicas; - 2 gimnospermas e 43 angiosperma: (1 Magnoliidae; 5 Hamamelidae; 6 Caryophyllidae; 6 Dilleniidae e 25 Rosidae);
Pessenda et al. (2009)	Área próxima a Santos	Palinoformos (pólen)	<ul style="list-style-type: none"> - 28.000 até 15.600 anos AP. - clima mais seco e úmido (28.000 até ~22.000 anos AP.); - presença de plantas C₃ e talvez C₄ (28.000 até 19.000 anos AP.); - clima úmido e quente (15.600 anos AP.);
Medianic e Silva (2010)	Viamão – RS	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - ~12.610 até ~ 410 anos AP.; - non-pólen e palinofácies; - apresentou variedades de palinomorfos fúngicos; - zonas palinomórficas correspondendo as seis principais fases das mudanças climáticas;
Amaral et al.(2011)	Jaguaruna – SC	Palinoformos (pólen e diatomáceas)	<ul style="list-style-type: none"> - 5.500 anos AP.; - mudanças do ecossistema lagunar próximo à costa marinha está relacionada com a dinâmica local e não com as flutuações variações climáticas;

Continuação do Quadro 02: Trabalhos realizados no Brasil sobre paleoambientes e paleoclima em áreas de turfeiras.

Autor (es)	Área de Estudo	Métodos	Interpretações e Resultados
Silva et al. (2012)	Iguapé – SP	Espículas de esponjas	<ul style="list-style-type: none"> - 6.240 até 4.500 anos AP.; - esponjas continentais e marinhas sugerem flutuações positivas e negativas do NMRM; - níveis marinhos mais altos (6.000 até 4.500 anos AP.); - oscilações desses níveis entre 4.500 até 2.920 anos AP;
Parolin et al. (2014)	Palmeira e Balsa Nova – PR	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - 30. 833 até 7.357 anos AP.; - clima mais secos para um estado de umidade elevada;
Corrêa et al. (2014)	Plataforma continental – RS	Palinoformas (esporomorfos, microplâncton, fungos e paleofoaminídeos)	<ul style="list-style-type: none"> - 12. 540 até 12.150 anos AP.; - antiga planície de inundação provavelmente pertencente a antiga drenagem do rio Jaguarão ou Camaquã; - longa estabilização do nível do mar durante a última transgressão do Holoceno;
Corrêa et al. (2015)	Plataforma continental – RS	Palinoformas (esporomorfos, microplâncton, fungos e paleofoaminídeos)	<ul style="list-style-type: none"> - 10.460 anos AP.; - presença do material carbonoso indica presença de pântanos de água doce ou salobra durante durante estágios glaciais de nível de mar mais baixo que o atual; - grãos de pólen das famílias Chenopodiaceae e Poaceae; - seguidos da presença de Myrtaceae, típicas de ambientes transicionais;
Ladchuk et al. (2016)	Campo Mourão – PR	Palinoformas (pólen)	<ul style="list-style-type: none"> - 7.280 até 3.248 anos AP.; - evidências de cerrado desde o Holoceno; - grãos de pólen de Caryocariaceae e Auracariaceae; - planície sempre possuiu umidade devido a presença de Pseudoschizea;

Continuação do Quadro 02: Trabalhos realizados no Brasil sobre paleoambientes e paleoclima em áreas de turfeiras.

Autor (es)	Área de Estudo	Métodos	Interpretações e Resultados
Rasbold et al. (2016)	Turvo - PR	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - idade Pleistocênica de 14.553 anos cal. AP. na base do testemunho; - idade Holocênica de 6.090 anos cal. AP. do meio do testemunho em diante; - identificação de 23 morfotipos de fitólitos; - destaque para os morfotipos associados às gramíneas; - identificação de 2 fases ambientais; - condições climáticas mais secas que as atuais durante o Pleistoceno até o Holoceno médio foram identificadas na primeira fase e condições mais úmidas na segunda fase;
Parolin et al. (2017)	Ortigueira - PR	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - 5.372 anos AP.; - condições mais secas que atuais; - morfotipos encontrados: família Poaceae (Rondel, saddle, bilobate); - ausência da família Aricaceae;
Neto et al. (2018)	Pico das Agulhas Negras – MG/RJ	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - frequência de espécies de plantas de regiões intertropicais frias especialmente plantas de Poaceae; - valores isotópicos de ¹³C indicando plantas com ciclo fotossintético C₃;
Luz et al. (2019)	Campo Mourão - PR	Fitólitos	<ul style="list-style-type: none"> - idades entre ~48.800 anos AP. até ~3.280 anos AP.; - vegetação composta por gramíneas por um período provavelmente mais úmido em ~48.800 anos AP.; - expansão da vegetação arbórea em ~42.280 anos cal. AP.; - período mais seco até o Holoceno Médio em ~7.280 anos cal. AP.; - condições úmidas atuais foram estabelecidas em ~3.280 anos cal. AP. com avanço da vegetação arbórea sobre o Cerrado;

Em relação aos trabalhos paleoambientais em turfeiras nota-se que ao longo de 28 anos de publicações há constante contribuição de determinados pesquisadores, seja como autores principais ou coautores. Assim, Parolin (2006, 2014 e 2017) desenvolveu 3 pesquisas como autor principal e foi coautor de 5 outros autores (LUZ et al, 2019; LADCHUK, 2016; SILVA et al, 2012 e RASBOLD et al, 2016) em um período de 10 anos. Em seguida, Medanic (2008 e 2010) apresenta 2 trabalhos como autora e mais 1 trabalho como coautora de (PAROLIN, 2006).

Os demais autores possuem um total de 4 trabalhos, sendo divididos com 2 trabalhos realizados por Corrêa et al (2014 e 2015) este como autor, e Lorscheitter como co-autora de 2 trabalhos (ROTH; LORSCHHEITTER, 2008 e LEONHARDT; LORSCHHEITTER, 2008).

Todos os autores já citados nesta pesquisa possuem ou possuíam vínculo com as instituições de ensino e/ou pesquisa no período de estudo de seus trabalhos. Analisando essas instituições percebe-se que 91% são públicas e 9% particulares (Quadro 3), dentre as quais são destacadas as participações da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), seguida pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) e Universidade Estadual de Maringá (UEM), corroborando os dados apresentados anteriormente dos estados que mais contribuíram para a pesquisa paleoambiental em áreas de turfeiras no Brasil.

Quadro 3: Instituições de ensino e/ou pesquisa que realizaram os trabalhos paleoambientais em áreas de turfeiras no Brasil.

Instituição de ensino e/ou pesquisa	Tipo de Instituição	Quantidade de trabalhos
UFRGS/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Pública	6
UNESPAR/ Universidade Estadual do Paraná	Pública	3
UEM/ Universidade Estadual de Maringá	Pública	3
USP/ Universidade de São Paulo	Pública	2
IG/ Instituto Geológico de São Paulo	Pública	1
UFRRJ/ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Pública	1
ULBRA/ Universidade Luterana do Brasil	Particular	1
IRD/ L'Institut de recherche pour le développement - França	Pública	1
UNG/ Universidade de Guarulhos	Particular	1
Universidade de Bremen – Alemanha	Pública	1
CIENTEC/ Fundação Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul	Pública	1
UFOP/ Universidade Federal de Ouro Preto	Pública	1

2.6. CONCLUSÃO

Conclui-se que as turfeiras estudadas no Brasil pelos autores citados possuem formação pleistocênica, seguidas de turfeiras datadas na época holocênica (10.000 anos até hoje). Os principais *proxies* utilizados pelos autores para a compreensão da dinâmica e evolução ambiental foram palinórfos analisados em 19 trabalhos, e os fitólitos aplicados em 5 trabalhos. Os trabalhos citados foram publicados ao longo de 28 anos (1992 até 2019), sendo que nesse período, a década de 2010 apresentou 11 trabalhos, elevando o interesse das áreas de turfeiras para análises paleoambientais. Desses trabalhos, 91% foram realizados em institutos de ensino e/ou pesquisa públicos.

2.7. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

3.0. CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTOS TURFOSOS, ANÁLISE AMBIENTAL E PALEOAMBIENTAL DO CÓRREGO GUASSUPÉ EM CIANORTE – PARANÁ.

3.1. RESUMO: Foram caracterizados os sedimentos turfosos do Córrego Guassupé – localizado no perímetro periurbano de Cianorte/PR e concomitantemente a esta análise, foi operada a análise das condições ambientais e paleoambientais. As condições paleoambientais foram determinadas por meio dos fitólitos que são pequenas partículas de sílica formadas durante o desenvolvimento das plantas e liberadas no final do seu ciclo de decomposição. Essas partículas permanecem preservadas nos sedimentos durante milhares de anos, podendo ser extraídas e analisadas para pesquisas de cunho paleoambiental e paleoclimático. A caracterização dos sedimentos turfosos (1,5 metros) foi realizada pelo método de *von Post*, além da granulometria e determinação da matéria orgânica volátil e sólida (queima em mufla). A análise das condições ambientais foi avaliada a partir de levantamentos *in loco* na área do córrego, de fotografia aérea (1980) e imagens de satélite atuais. Para melhor avaliação do córrego, foram também descritas as condições morfométricas do Ribeirão Cristalina, do qual o córrego Guassupé é afluente de primeira ordem. A extração dos fitólitos foi operada por meio de ataque ácido, enquanto que sua quantificação e identificação foram determinadas por meio da literatura disponível e coleção de referência do Laboratório de Estudos Paleambientais da Fecilcam (Lepafe/Unespar). O sedimento turfoso apresenta-se com grau de decomposição e humosidade como sáprica (H-9) na base, hêmica (H-7) na metade do perfil e fibrosa (H-3) no topo. A queima da matéria orgânica volátil apresentou valores médios de 6,4%, enquanto que os sólidos chegaram a 4,5%. O sedimento é arenoso (>55%). Os fitólitos indicaram três fases ambientais: I - estresse hídrico com a presença de alguns tipos de vegetação lenhosa; II - predomínio de vegetação gramínea com algumas formações lenhosas e formação do depósito turfoso e III - aumento da umidade com avanço da vegetação tipo floresta e ação de coluvionamento recobrando parte da turfa. Em relação às condições ambientais, o córrego Guassupé apresenta uma série de problemas ao longo de seu curso, e.g. erosão, poluição e degradação da encosta.

PALAVRAS-CHAVE: fitólitos, paleoambientes, bacia hidrográfica, turfa.

3.0. CHARACTERIZATION OF PEATY SEDIMENTS, ENVIRONMENTAL, AND PALEOENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE GUASSUPÉ CREEK IN CIANORTE - PARANÁ.

3.1. ABSTRACT: The peaty sediments of the Guassupé Creek - located on the outskirts of Cianorte - Paraná, were characterized, and the environmental and paleoenvironmental conditions were analyzed. The paleoenvironmental conditions were determined by phytolith analysis, which are small particles of silica formed during the development of plants and released at the end of their decomposition cycle. These particles remain preserved in sediments for thousands of years and can be extracted and analyzed for paleoenvironmental and paleoclimatic research. The characterization of peaty sediments (1.5 meters coring) was carried out using the *Von Post* method, in addition to granulometry and determination of volatile and solid organic matter (burning in a muffle). The analysis of environmental conditions was evaluated based on surveys in the creek area, aerial photography (1980), and current satellite images. For a better

assessment of the creek, the morphometric conditions of Ribeirão Cristalina were also described, of which the Guassupé creek is the first-order tributary. The extraction of phytoliths was performed using an acid attack. Simultaneously, their quantification and identification were determined by the available literature and reference collection available at the Laboratory of Paleoenvironmental Studies (Lepafe / Unespar). The peaty sediment has a degree of decomposition and humidity classified as paprika (H-9) at the base, haemic (H-7) in the middle of the profile, and fibrous (H-3) at the top. The burning of the volatile organic matter showed average values of 6.4%, while solids reached 4.5%. The sediment is sandy (> 55%). Phytoliths indicated three environmental phases: I - water stress with the presence of some types of wooden vegetation; II - the predominance of grassy vegetation with some woody formations and formation of peaty deposits and III - increased humidity with advancing forest type vegetation and colluvial action covering part of the peat. Regarding environmental conditions, the Guassupé Creek presents a series of problems along its course, e.g., erosion, pollution, and degradation of the slope.

KEYWORDS: phytoliths, paleoenvironments, watershed, peat.

3.2. INTRODUÇÃO

A compreensão das mudanças de ambiente e clima do Quaternário é possível por meio de indicadores paleoclimáticos preservados no ambiente, em que esses são registros naturais que contam a história ambiental do local. Tais registros, chamados de *proxies*, podem ser encontrados em anéis de árvores, sedimentos lacustres, testemunho de gelo, paleossolos, sedimentos entre outras, conforme Rasbold et al. (2016):

Para o estudo paleoambiental é necessário a utilização de ferramentas denominadas de indicadores *proxy* (esporos, espículas de esponjas, fitólitos, frústulas de diatomáceas entre outros), que neste caso, são registros locais, que podem ser interpretados utilizando princípios físicos ou biofísicos e tem potencial de fornecer evidências de mudanças climáticas antes da existência de registros documentais, instrumentais ou históricos (RASBOLD et al., 2016, p.316).

No presente estudo, as condições paleoambientais foram determinadas por meio dos fitólitos. Rovner (1971), Piperno (1991) e Thorn (2004) explicam que fitólitos são pequenas partículas formadas de sílicas hidratadas formadas durante o desenvolvimento das plantas liberados quando esta chega ao final do ciclo e da decomposição da mesma.

É mais comum encontrar sílica solidificada nas estruturas de plantas aéreas como frutas e folhas, do que em plantas subterrâneas. Segundo Coe (2014), a formação do fitólito inicia-se a partir da dissolução da sílica presente no solo, sendo absorvidas pelo sistema radicular das plantas e depositadas nos espaços intracelulares. Os corpos de

sílicas das plantas são mantidos mesmo após sua morte, depois de um longo tempo armazenado em solos ou sedimentos.

Assim, é possível encontrar em ambientes sedimentares fácies orgânicas que preservam as partículas de sílica hidratada que se desenvolveram ao longo dos anos. O exemplo disso são as turfeiras que se mostram um ambiente capaz de preservar os fitólitos.

Com as técnicas laboratoriais são possíveis realizar os processos de separação e tratamento dos fitólitos para utilizá-los na interpretação paleoambiental como exposto em trabalhos de Piperno e Becker (1996), Coe (2006) e Parolin et al. (2011). Além desse foram utilizados os métodos de: decomposição de *von Post* (STANEK E SILC, 1977); queima do material sólido e volátil (GUERREIRO et al, 2012); e granulometria (EMBRAPA, 2017).

Diante do exposto, a presente pesquisa utiliza os fitólitos para o estabelecimento das condições paleoambientais do Córrego Guassupé no município de Cianorte, os quais foram extraídos de um pequeno depósito sedimentar turfoso existente em sua margem esquerda. A pesquisa também estabelece a caracterização desse depósito aliada a uma avaliação geral das condições morfométricas da bacia do Ribeirão Cristalina do qual o Córrego Guassupé é um dos afluentes, bem como uma análise ambiental do Córrego.

3.3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa consistiu em: a) descrição da Bacia do Ribeirão Cristalina e avaliação ambiental do Córrego Guassupé, afluente de primeira ordem o Ribeirão Cristalina; b) caracterização do depósito turfoso do Córrego Guassupé; c) análise das condições paleoambientais do Córrego Guassupé por meio da determinação e quantificação de fitólitos que foram extraídos do depósito turfoso.

3.3.1. PROTOCOLOS DE CAMPO

No ano de 2016 foram realizadas saídas de campo para coleta de material turfoso de um perfil de 1,50 metros, sendo recolhidas 38 amostras (1 para cada 4cm aproximadamente). Esse material foi seco em estufa, guardado e revisto no ano de 2018.

Foi executada *in loco* no ano de 2018 a caracterização da turfa, realizada de acordo com a classificação de humosidade de *von Post* (VON POST, 1922), a qual

consiste em verificar o grau de decomposição do material orgânico. Basicamente, a técnica resume-se a apertar manualmente o material turfoso observando a tonalidade do líquido que escorre entre os dedos, a quantidade de fibras vegetais e a fluidez do material. No campo de 2018, também foram realizadas observações e fotografias da área do córrego.

3.3.2. PROTOCOLOS LABORATORIAIS

O processamento laboratorial das 38 amostras ocorreu no ano de 2018. Foi operado o destorroamento do material com o auxílio do almofariz e pistilo para seguir-se à extração de fitólitos.

O tratamento químico para extração dos fitólitos foi realizado conforme a metodologia de Medeanic et al. (2008). Foram pesadas 2 gramas da amostra e preparadas uma solução de 1:4 de ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4) respectivamente e colocadas na chapa térmica aquecida a 90°C durante três horas para a queima de matéria orgânica.

Após esse procedimento, as amostras foram lavadas com água destilada e centrifugadas a 1.500 rpm durante 4 minutos, esse processo foi repetido até que a solução aquosa das amostras estivessem límpidas para que fossem centrifugadas com álcool.

A montagem das lâminas de microscopia óptica foi realizada a partir das amostras já centrifugadas, coletou-se com pipeta de precisão 50 μl de material que foram pingados nas lâminas. As lâminas foram seladas com Entellan® e lamínula.

As lâminas foram observadas com auxílio do microscópio (aumento de 40x), no qual são contados os fitólitos por meio de 3 dos transectos de três lâminas de cada amostra. A base de identificação ficou a cargo dos referenciais dispostos pelo laboratório e autores das áreas, por exemplo, COE (2017); LUZ (2014); MADELLA (2019); MONTEIRO (2015); PIPERNO (1998) e RASBOLD (2016).

A queima da matéria orgânica (material volátil e sólido) foi realizada de acordo com Guerreiro et al. (2012). A qual consiste em separar 100g do material coletado, após a secagem em estufa por 24 horas a 120°C e repete-se a pesagem até que o valor pós-secagem se mantenha. Após a estabilização, o material é colocado em um cadinho de porcelana com tampa (papel alumínio com um pequeno furo para exalação de gases). O cadinho é colocado em mufla por 3 horas a 450°C , após esse intervalo, o material é novamente pesado e a diferença de peso estabelece o valor dos gases voláteis. Depois, o

material é submetido sem a tampa a 650°C por 6 horas, após é pesado novamente determinando-se o peso do material sólido (GUERREIRO, 2012).

Para o procedimento da granulometria, foram separadas quatro amostras com peso de 100 gramas (40 cm, 80 cm, 120 cm e 150 cm), e enviadas para o Laboratório de Pedologia da Universidade Estadual de Maringá – UEM. O processo foi realizado a partir da queima prévia da matéria orgânica com o peróxido de hidrogênio (H₂O₂ 130v.) e posteriormente foi determinada a granulometria pelo método da pipeta descrito no Manual de Métodos de Análises de Solo da EMBRAPA (2017).

3.3.3. PROTOCOLOS CARTOGRÁFICOS E ESTATÍSTICOS

Os mapas do ribeirão Cristalina foram confeccionados a partir das ferramentas de desenho vetorial *Inkscape*®, *Paint 3D*®, pela multiplataforma do sistema de informação geográfica *QGis Las Palmas*® versão 2.18 e pelo *Google Earth Pro*®

Os mapas correspondentes às unidades geológicas e solos foram confeccionados a partir dos vetores em *shapefile* fornecido pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG).

A hipsometria e declividade foram elaboradas com dados SRTM obtidos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil Topodata, para extração das curvas de níveis e determinar a área da bacia do Ribeirão Cristalina. Os dados de hipsometria e declividade foram gerados com auxílio do programa *Grass 2.8*®.

O perfil longitudinal foi desenvolvido a partir da junção das cartas topográficas Folha SF. 22-Y-C-VI-2 MI – 2781/2 (datum SAD 69) com a folha SF-22-Y-D-IV-1 MI – 27782-1 (datum Córrego Alegre).

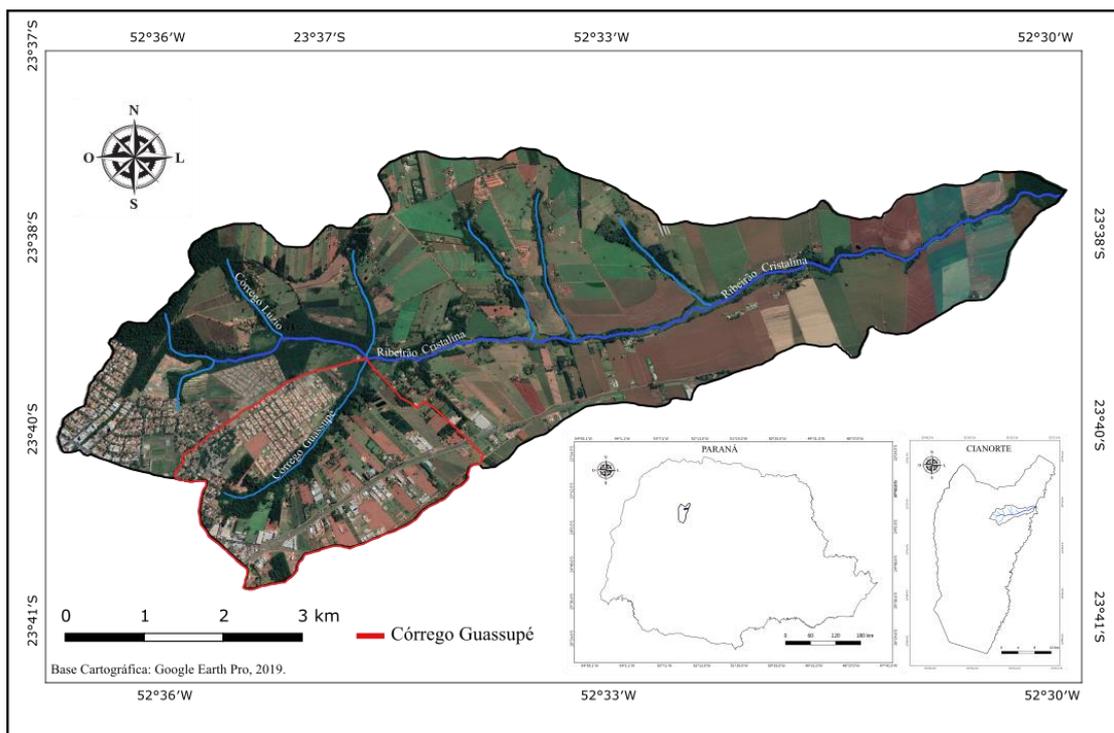
Os cálculos fisiográficos (área, perímetro, comprimento do canal, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade) foram realizados a partir dos dados obtidos após o processamento dos mapas de hipsometria e declividade. As alterações da paisagem do Córrego Guassupé foram estabelecidas por meio da comparação da fotografia aérea de 1980 com imagem de satélite atual, bem como de fotografias da área atual e de acervo da Prefeitura Municipal de Cianorte.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1. RIBEIRÃO CRISTALINA

A bacia hidrográfica do ribeirão Cristalina está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, na região nordeste do município de Cianorte – Paraná (Figura 4). Forma-se a partir da confluência de dois córregos sem nome, na área periurbana a uma altitude acima dos 500 metros. Os bairros abrangidos pela porção superior da bacia do ribeirão Cristalina são: Jardim Santa Felicidade, Conjunto Residencial Aquiles Cômbar, Residencial Vila Vicenza I e Jardim Magalhães.

Figura 4: Localização do ribeirão Cristalina em Cianorte - Paraná com destaque para o córrego Guassupé.

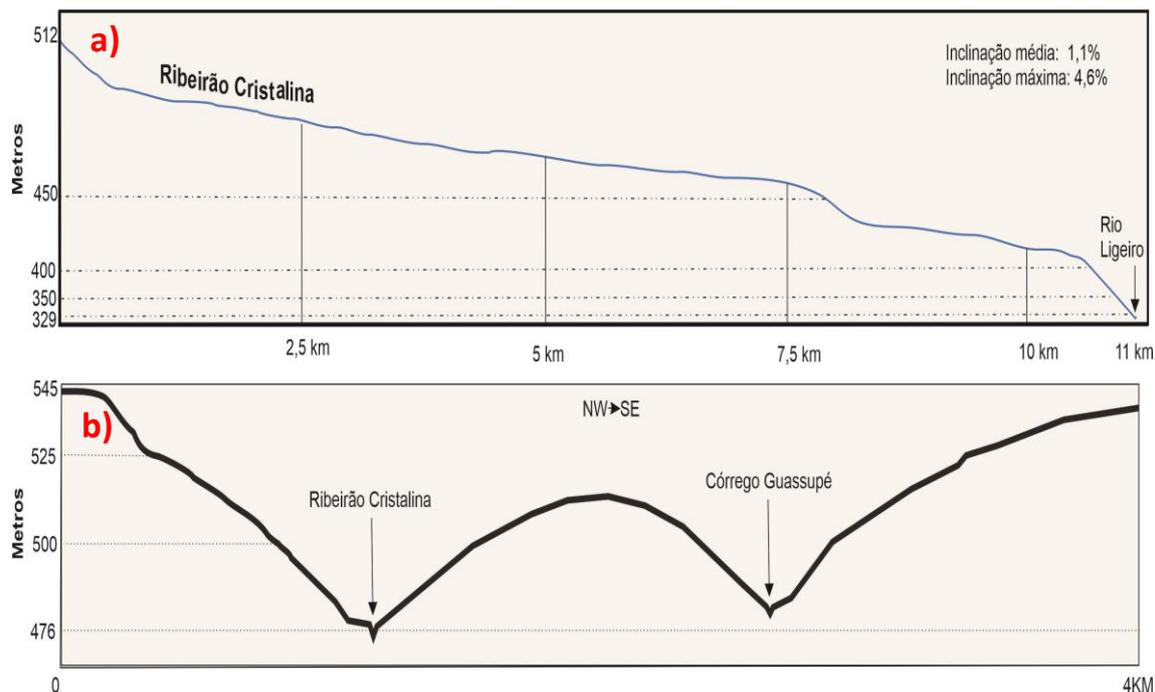


O ribeirão Cristalina é um rio de segunda ordem com cerca de 11,56 km de comprimento, constituído por 8 afluentes de 1ª ordem distribuídos da seguinte maneira: 1 localizado à margem esquerda e 7 localizados à margem direita, seu comprimento total da rede de drenagem é de 22,36 km e possui padrão dentrítico.

Seu canal principal deságua no rio Ligeiro a uma altitude de 329 metros. O gradiente do perfil longitudinal mostra que a partir dos 7,5 km o ribeirão possui seu primeiro desnível mais acentuado a 450 metros e seu segundo desnível já próximo à foz (Figura 5a). Ressalta-se que o local de início do desnível é a área de contato de duas unidades geológicas (Formação Caiuá e Formação Serra Geral).

A inclinação média do ribeirão é de 1,1%, já sua inclinação máxima é de 4,6%. Em seu alto curso, a bacia do ribeirão Cristalina possui cerca de 4km de largura entre o interflúvio do córrego Guassupé até os interflúvios do ribeirão Cristalina como demonstra o perfil topográfico na figura 5b.

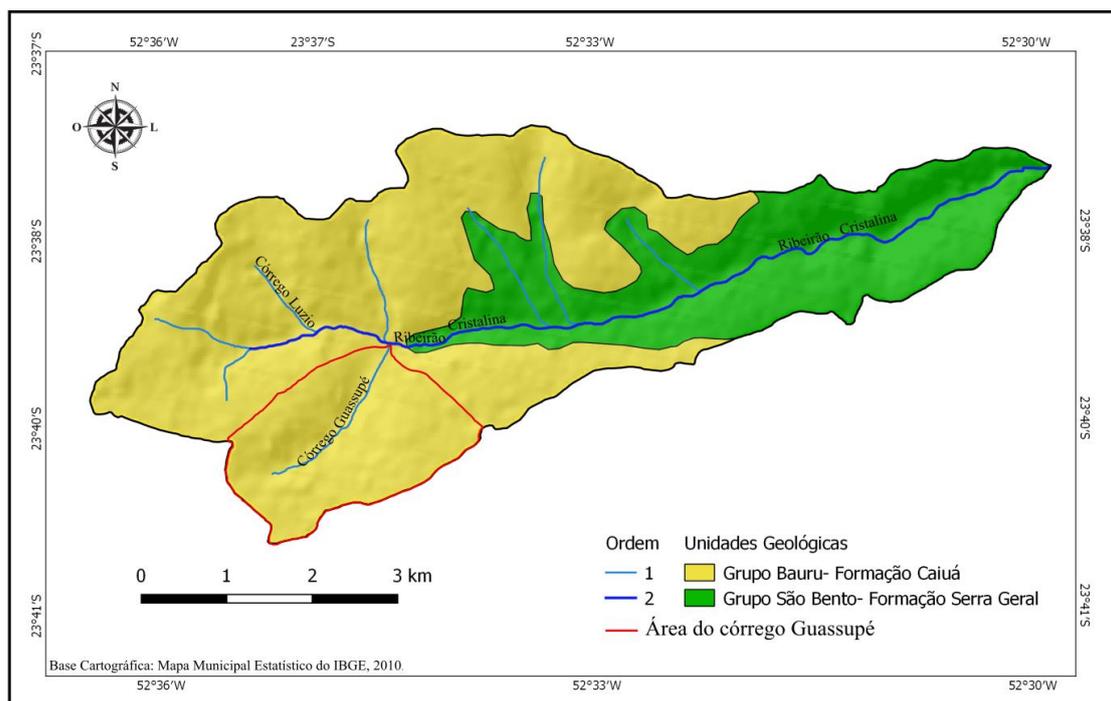
Figura 5: a) Perfil longitudinal do ribeirão Cristalina direção Sul-Norte. b) Perfil topográfico do ribeirão Cristalina me relação ao seu afluente córrego Guassupé.



O Ribeirão Cristalina possui área de drenagem de 25,93 km² e perímetro de 29,14 km, correspondendo a 2% do território municipal de Cianorte. Os dados morfométricos (fator de forma - 0,19; índice de circularidade - 1,60; e coeficiente de compacidade - 1,60) indicam que a bacia é pouco suscetível a enchentes e erosões, revelando uma forma estreita e alongada que permite o rápido escoamento superficial com curtos processos de inundação e não favorecendo a formação de áreas de planícies, e que em áreas com vegetação a ação erosiva é baixa.

O ribeirão está inserido em duas unidades geológicas a do Grupo Bauru/Formação Caiuá, localizado na porção oeste, concentrando-se em 68% do terreno da bacia em seu alto curso e do Grupo São Bento; a Formação Serra Geral, correspondendo a 42% encontrados em uma estreita faixa que vai do médio ao baixo curso (Figura 6).

Figura 6: Mapa das unidades geológicas do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.



A figura 6 mostra o percurso do córrego Guassupé, cuja escultura condiz com a estrutura apresentada, situando-se entre duas subunidades morfoescultural (Figura 7), o Planalto de Umuarama (98% do território da bacia) e o Planalto de Campo Mourão (ocupando 2% da bacia), das quais apresentam dissecação média e baixa com declividade predominante de 6 a 12% (Figura 8) e variações de altitudes de 240 a 620 metros em relação ao nível do mar (Figura 9). Observou-se que os topos do ribeirão são alongados e aplainados e seus vales possuem forma de “V”.

Figura 7: Mapa das unidades geomorfológicas do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.

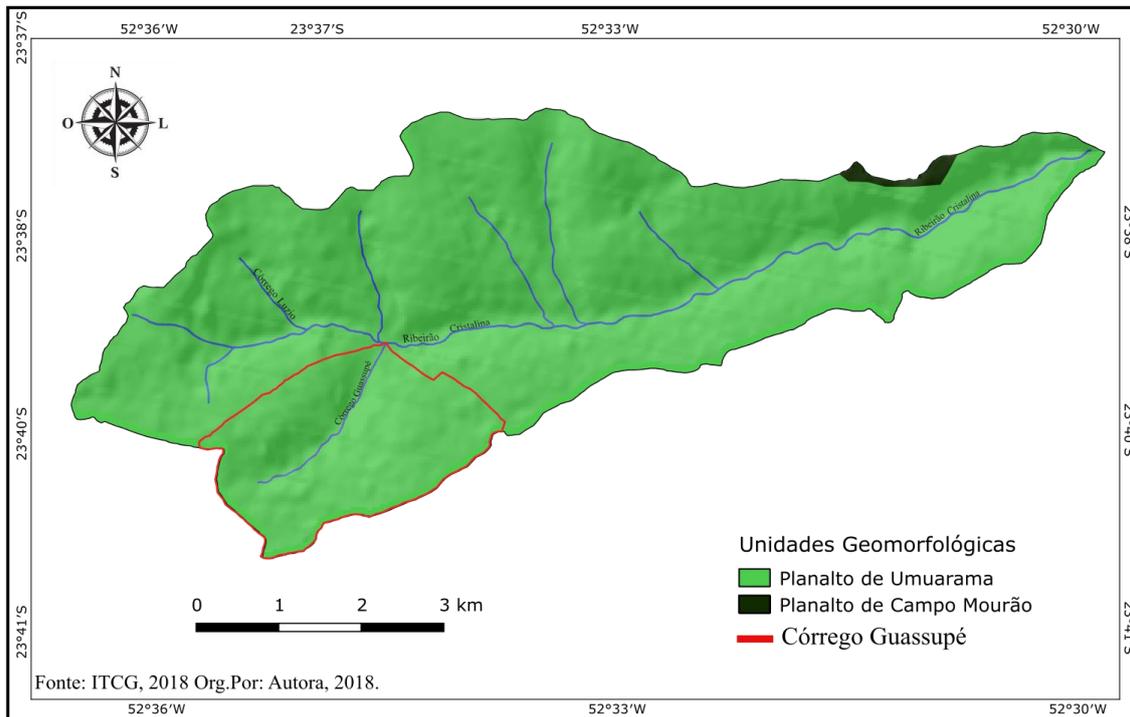


Figura 8: Mapa de declividade do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.

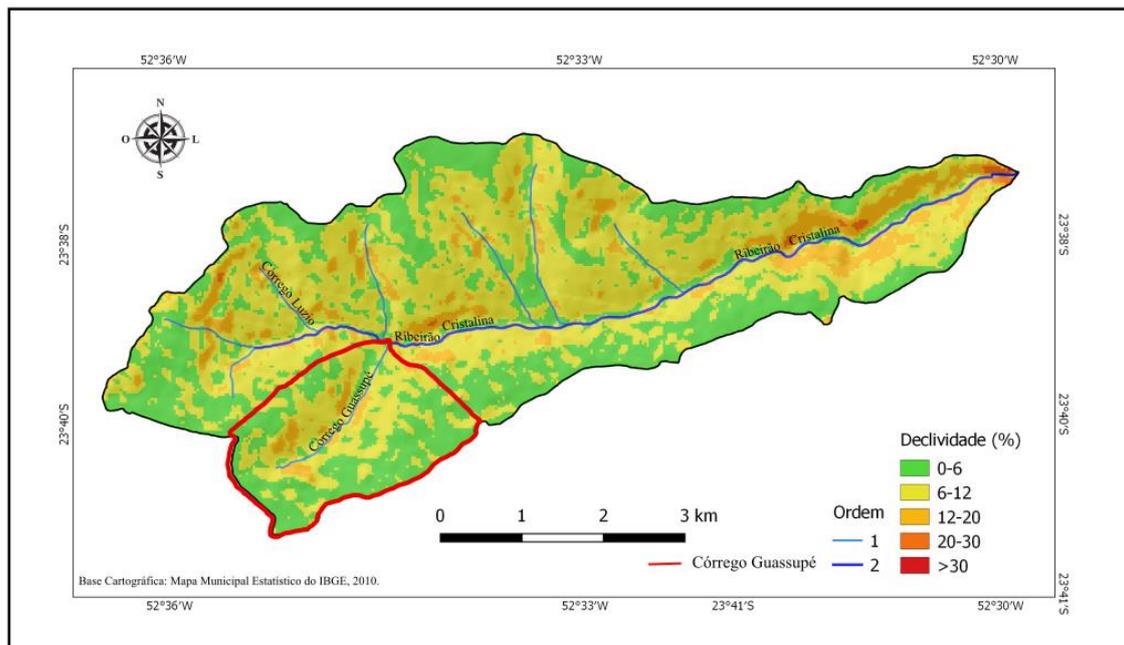
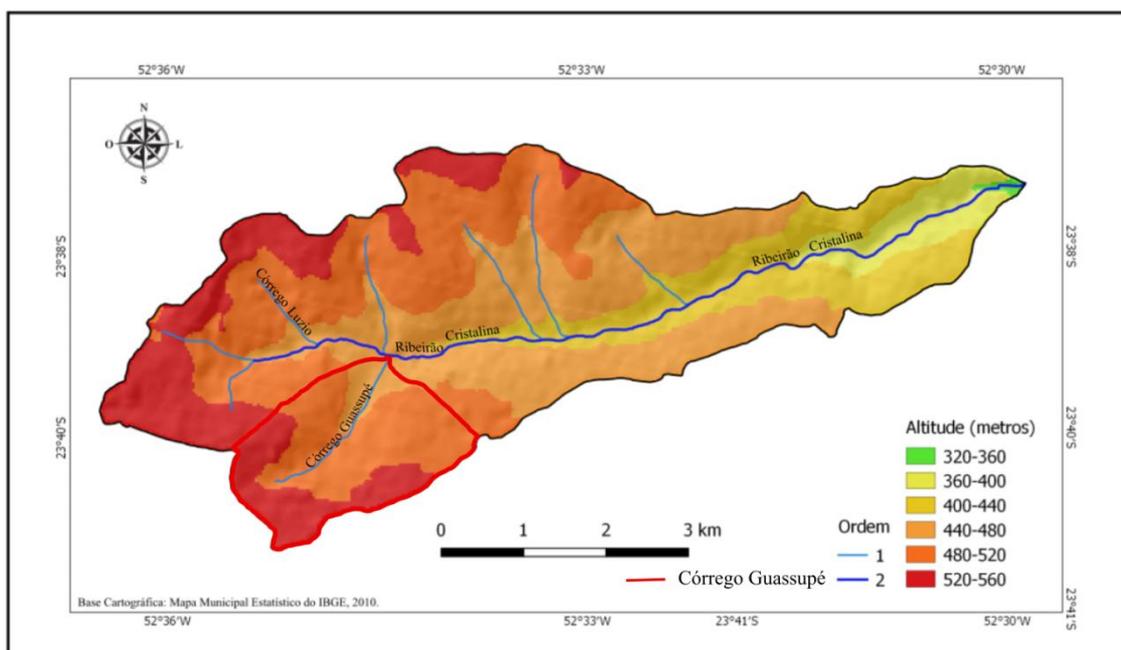


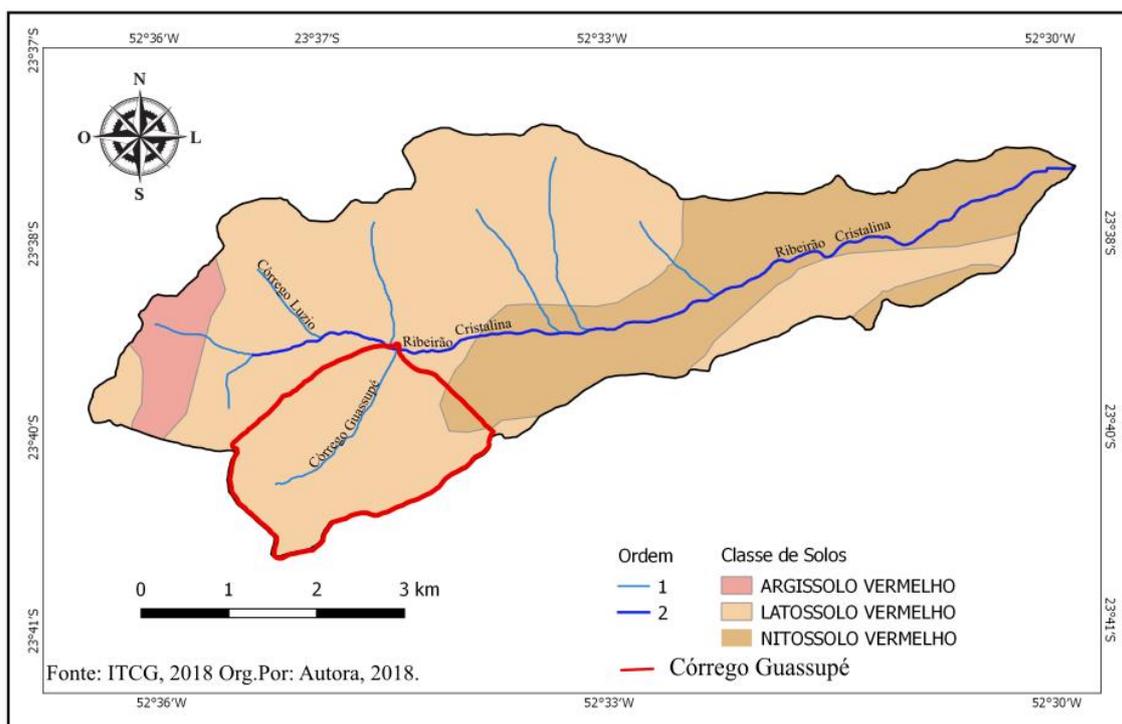
Figura 9: Mapa hipsométrico da bacia do ribeirão Cristalina em Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.



A cobertura pedológica da região são associações de três classes de solos (NITOSSOLO, ARGISSOLO e LATOSSOLO) e também de uma pequena área de sedimento turfoso. Sua pedogênese está associada ao material rochoso, clima, relevo e vegetação. De acordo com a Embrapa (2013) e o mapa de identificação dos solos locais (Figura 10), as características das três classes de solos presentes na bacia são:

- NITOSSOLO vermelho Eutrófico típico possui textura argilosa ou muito argilosa, estrutura em blocos fortemente desenvolvida derivada de rochas basálticas ou ultrabasáltica, diferenciação dos horizontes pouco notável. É um solo de alta fertilidade possuindo altos teores de ferro e não apresentando característica restritiva para uso e manejo.
- ARGISSOLO vermelho Eutrófico abrupto é associado ao relevo ondulado, possui alta fertilidade e diferença textural, o que dificulta a infiltração de água no solo e o torna suscetível à erosão.
- LATOSSOLO vermelho Distrófico típico, álico é predominante em áreas de relevo plano e suave ondulado, possui baixa fertilidade com potencial nutricional dos solos reduzida, seus limites são a baixa quantidade de água disponível nas plantas e a susceptibilidade a compactação do solo.

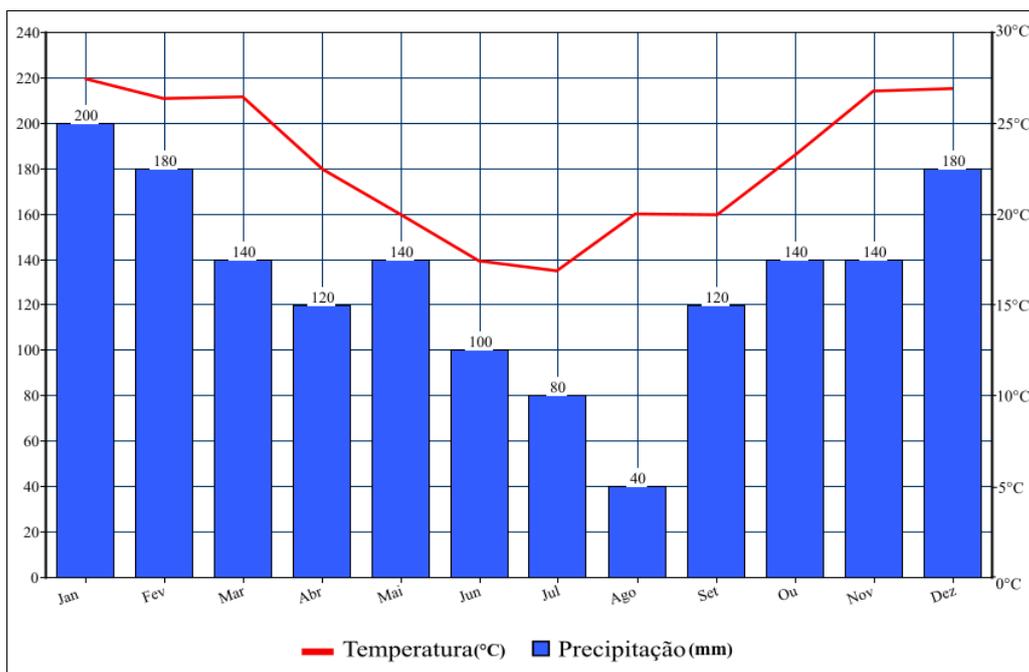
Figura 10: Mapa de solos do ribeirão Cristalina em Cianorte – Paraná com destaque para o córrego Guassupé.



O clima do ribeirão, de acordo com a classificação climática de Köppen, corresponde ao Cfa (clima subtropical com verão quente, média de temperatura de 22°C e chuvas bem distribuídas pelo ano).

As médias mensais de temperatura e precipitação do município de Cianorte em uma série histórica de 39 anos (1977-2015) indicam média anual de 23°C, com médias acima dos 25°C nos meses mais quentes e abaixo dos 20°C nos meses mais frios. Enquanto que a maior precipitação e aumento de temperatura ocorrem nos meses de janeiro (200 mm), fevereiro (180 mm) e dezembro (180 mm). Os meses com menor índice de precipitações são representados por julho e agosto, do qual julho demonstra a menor média de temperatura (18°C) e agosto com o menor índice de precipitação (40 mm) (Figura 11).

Figura 11: Climograma do município de Cianorte com médias mensais de precipitação e temperatura (1977-2015).



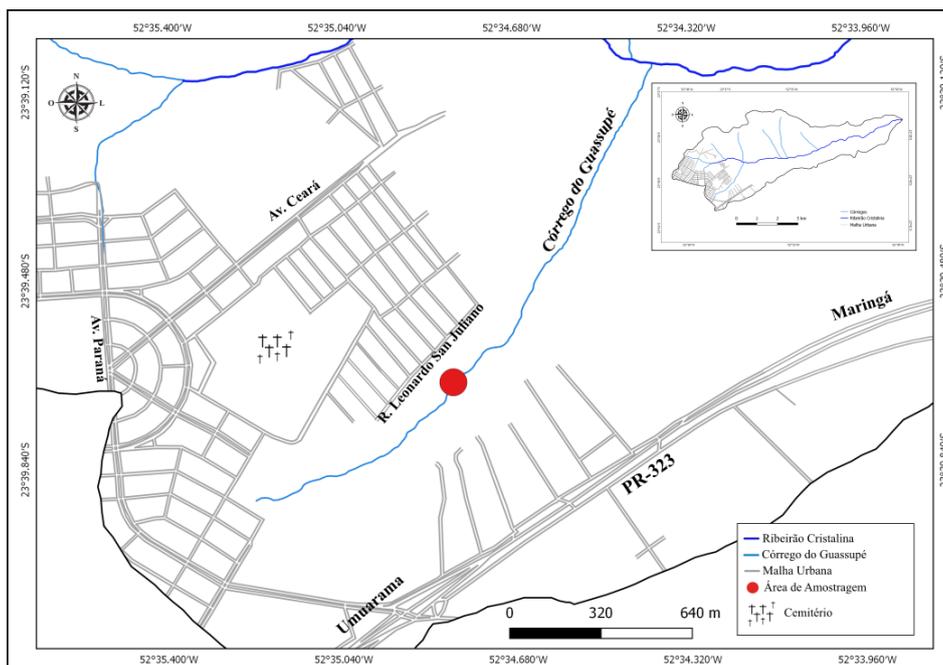
Fonte: IAPAR, 2019.

A vegetação corresponde originalmente à Floresta Estacional Semidecidual. Desde a colonização da região, essa formação florestal foi gradualmente substituída por pastagens e culturas temporárias de cultivos rotativos como soja, milho, trigo, aveia, cana-de açúcar e também da plantação de eucaliptos (SOUZA, 2015).

3.4.1.1. CÓRREGO GUASSUPÉ

O Córrego Guassupé é um dos afluentes de 1º ordem da margem direita da bacia hidrográfica do Ribeirão Cristalina, localizado no perímetro periurbano da cidade de Cianorte - Paraná. Sua nascente está a 23°39'07'' S e 52°35'32'' W, limitada pela Rodovia João Jorge Saad (PR-323) ao sul, pela Avenida Paraná a oeste, Avenida Ceará ao norte e pela estrada rural Campo Noroeste a leste (Figura 12).

Figura 12: Localização do Córrego Guassupé com destaque para a área em que foram detectados e amostrados sedimentos turfosos.



Fonte: Prefeitura Municipal de Cianorte, 2018.

O córrego do Guassupé apresenta nascente que aflora a 520 metros de altitude em relação ao nível do mar na região limítrofe da zona urbana com a zona rural do município de Cianorte (Figura 13) e deságua a 460 metros de altitude no ribeirão Cristalina (desnível de 64 metros). Possui área equivalente a 3,2 km² e seu canal tem aproximadamente 2,24 km.

Figura 13: Área onde está localizada a nascente do Córrego Guassupé e área urbana adjacente na convergência da Avenida Rio Grande do Norte e Rua São Francisco, Zona 3.



Em relação à estrutura rochosa, o córrego Guassupé encaixa-se e esculpi as rochas da Formação Caiuá (Figura 14).

Figura 14: Vista Parcial do córrego Guassupé próximo à área de coleta, detalhe para o encaixe do seu canal sobre o Arenito Caiuá.



Seu canal encaixado deve-se ao fato de que seu vale possui o formato em “V”, este, que é uma das características comuns encontradas na subunidade morfoescultural do Planalto de Umuarama, em que também apresenta baixos níveis de dissecação da vertente e declividade predominante de 6 a 12%, característica esta predominante na bacia do Ribeirão Cristalina (Figura 9).

É importante salientar que embora a Bacia do Ribeirão Cristalina, como já observado, não contribui para formação de áreas de planície e embora o Ribeirão Guassupé tenha seu leito encaixado, existe uma pequena área ($> 1.000\text{m}^2$) de depósito turfosos localizada na sua margem esquerda, a cerca de 1km de sua nascente. Tal fato torna seu estudo interessante do ponto de vista paleoambiental.

Os LATOSSOLOS e ARGISSOLOS são comuns em relevo como ao que está o Córrego Guassupé, sendo ambos de coloração vermelha devido aos altos teores de óxidos de ferro oriundos do material original, ocupando os topos aplainados e ligeiramente convexos. Os locais de domínio desses solos de acordo com Nakashima e Nóbrega (2003) compreendem zonas morfodinâmicas mais estáveis da paisagem, que ainda carecem de estudos e mapeamentos mais detalhados. Além desses solos, o córrego Guassupé possui na sua margem esquerda, como já citada, uma pequena área de depósitos turfosos (Oganossolos).

No ano de 2016, a área em que foi coletado o material turfoso possuía 1,50 metros como mostra a figura 15. Em 2018, o depósito apresentou alteração em seu perfil, sendo recoberto por colúvios e pelo avanço da vegetação como representada na figura 16. Os colúvios podem ter relação com o padrão alongado da Bacia do Ribeirão Cristalina que favorece o escoamento rápido das águas pluviais, acentuando-se os processos erosivos.

Figura 15: Turfa do córrego Guassupé preservada no ano de 2016.



Figura 16: Destaque da área de turfa recoberta por vegetação do córrego Guassupé no ano de 2018.



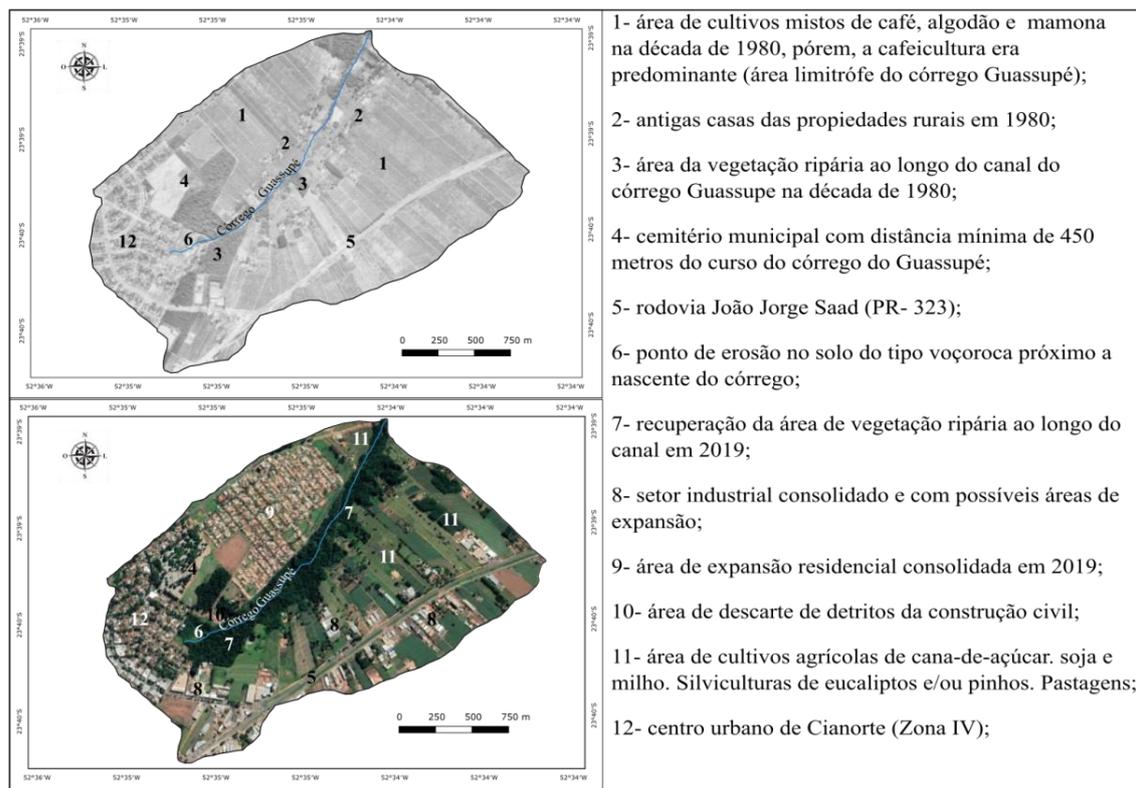
A bacia hidrográfica do córrego Guassupé apresenta uma série de problemas ambientais ao longo de seu curso, e.g. erosão, poluição e degradação da encosta. A poluição está associada ao provável despejo de efluentes oriundos de indústrias localizadas à montante da nascente, bem como da população que mora nos conjuntos residenciais, dos canais pluviais, sendo perceptível pela coloração escura da água e do despejo de detritos da construção civil (Figura 17).

Figura 17: Fotografia da área do Córrego Guassupé: a) coloração escura da água demonstra o despejo de efluentes por empresas e residências à montante da nascente do referido córrego e b) Restos de construção acumulados na base da “montanha” de lixo no leito inicial do córrego Guassupé.



Em 1980, como observado na imagem aérea (Figura 18), o córrego Guassupé não possuía mais sua vegetação natural, o que deixava o solo exposto e vulnerável às ações dos agentes erosivos. Ao longo dos anos, a intensa atividade agrícola, a mecanização do trabalho rural, a crescente impermeabilização do solo com o crescimento urbano e industrial, foram degradando o córrego deixando os solos das encostas mais suscetíveis à erosão.

Figura 18: Alterações da paisagem do córrego Guassupé. A primeira imagem refere-se à fotografia aérea de 1980, a segunda refere-se à imagem de satélite atual (2019).



O processo erosivo do córrego está localizado em sua cabeceira (SOUZA, 2015). Desse modo, há evidências de que a erosão da nascente iniciou-se pela retirada da vegetação nativa na época de colonização de Cianorte (Figura 19), em que deixou o solo friável exposto aos ciclos do tempo atmosférico e agravado com o desenvolvimento urbano e econômico da cidade (Figura 20).

Figura 19: Retirada da vegetação nativa no município de Cianorte em 1960.



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de Cianorte, 2019.

Figura 20: Loteamentos (Residencial Império do Sol e Residencial Pacífico) situados no alto curso do Córrego Guassupé. A área fica nas proximidades do Cemitério Municipal (à direita da foto).



De acordo com Fachini (1987), os processos erosivos na área de estudo foram observados a partir da segunda metade da década de 1980. A autora descreveu a erosão encontrada no córrego Guassupé como uma voçoroca de grandes proporções que afetou os loteamentos ali localizados. Em 1987, algumas medidas de contenção foram tomadas, o que amenizou os processos, mas não estabilizou a erosão. Em 2014, a CMNP (Companhia Melhoramentos Norte do Paraná) tomou a decisão de conter o voçorocamento, permitindo o despejo de entulhos da construção civil para preencher a mesma (Figura 21).

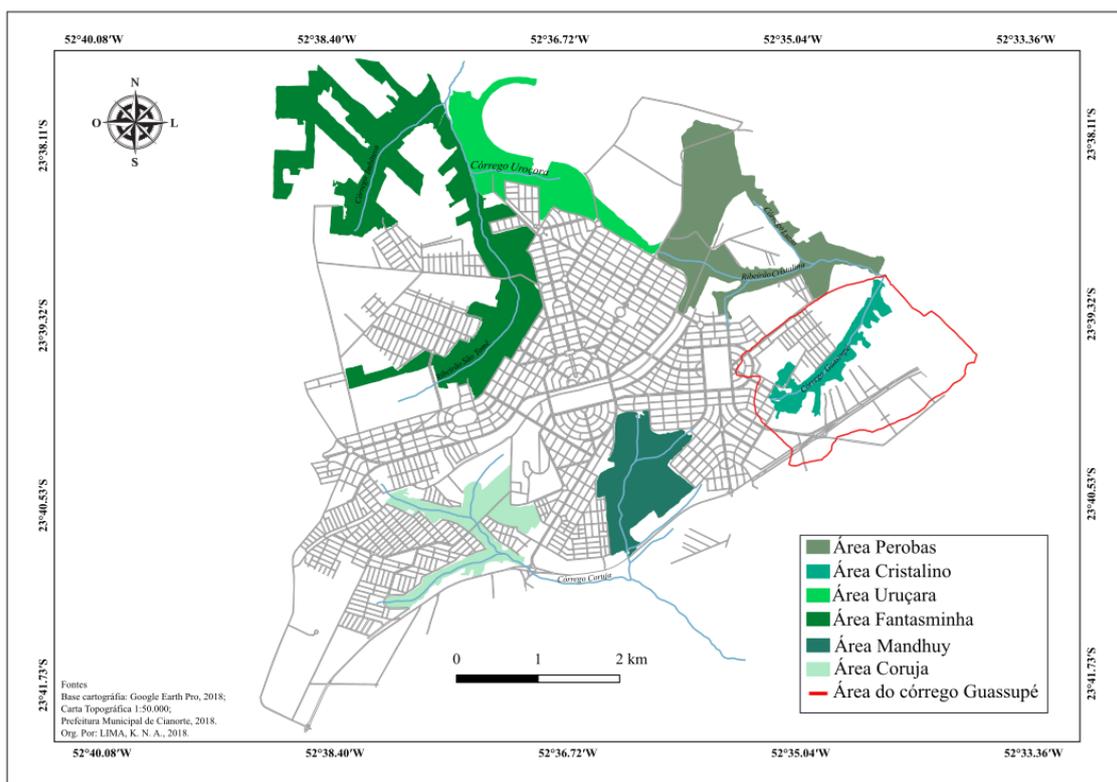
Figura 21: Voçoroca onde são despejados entulhos de construção civil próximo do córrego Guassupé no ano de 2020. Altura aproximada de 15 metros.



Dias (1998) informa que a causa da erosão na bacia está relacionada à rede de drenagem, uma vez que a característica da rede de drenagem de Cianorte corresponde a de um espigão envolto por cabeceiras de vários córregos que agem no entalhamento da área. Assim, Souza (2015) denota que a construção da cidade está relacionada à topografia e, a drenagem contribuiu com a erosão, pois as ruas e as avenidas trabalham como canais que direcionam e potencializam o escoamento pluvial para os córregos.

Outra maneira encontrada para refrear os problemas ambientais da cidade, foi a preservação e reconstrução de áreas vegetadas. Assim, o município de Cianorte implantou em 14 de Julho de 1988 a Lei Municipal nº 1.098, transformando as áreas vegetadas da cidade em “Sítios Ecológicos de Interesse Cultural” chamando-as de Parque do Cinturão Verde de Cianorte (Figura 22), no ano de 2000 mais áreas foram adicionadas ao cinturão a partir da doação de algumas áreas verdes das quais a CMNP ainda possuíam (SOUZA, 2011).

Figura 22: Áreas de vegetação que compõem o Cinturão Verde de Cianorte – PR com destaque para o córrego Guassupé.



O Cinturão Verde de Cianorte abrange seis áreas de vegetação conhecidas como: Coruja, Perobas, Manhuy, Uruçora, Fantasmilha e Cristalina, os quais são unidades de conservação distribuídas pelo perímetro urbano. A área de estudo abrange a unidade de conservação Cristalina que possui uma área total de 10,155 hectares e foi gradualmente reconstruída.

Ressalta-se que em recente estudo paleoambiental realizado no setor rural de Cianorte com distância aproximada de 32 km em relação à área amostrada do córrego do Guassupé. Para tanto, Golovati (2015) aponta que a região possui indícios de vegetação arbórea da Floresta Estacional Semidecidual desde aproximadamente 6.000 anos atrás. Logo, Monteiro (2015), abordando as análises de fitólitos da região de Cianorte, ressalta a presença da vegetação tipo floresta representada pela família botânica Arecaceae.

Tendo em vista os aspectos mencionados, o córrego Guassupé apresenta características de interesse para pesquisas geográficas e paleoambientais, no qual foi realizada a caracterização da turfa e sua evolução paleoambiental.

3.4.2. CARACTERIZAÇÃO DA TURFA E QUEIMA DA MATÉRIA ORGÂNICA

O perfil sedimentar orgânico (turfa) observado encontra-se encaixado na vertente do córrego Guassupé, possuindo 1,50 metros de altura. Esse, por sua vez, é formado pela associação de latossolos vermelhos no topo da vertente e turfa sedimentar acima da base do arenito.

A turfa foi classificada mediante a escala de decomposição e humosidade de *von Post* para turfa, sendo definida após testes como Sáprica (H-9) na base (40 cm) do perfil e camada 2 (80cm), como Hêmica (H-7) a partir da camada 3 (120 cm) e Fibrosa (H-3) no topo do perfil (150 cm).

A classificação demonstra que a turfa está nas camadas de base (40-80 cm) possuindo material orgânico integralmente decomposto, com coloração preta, composta por raízes e galhos finos deixando resíduos nas mãos e apresentando textura mais áspera (Figura 23).

Figura 23: Aspecto da turfa encontrada no córrego Guassupé.



Na metade do perfil até topo (120-150 cm) não se encontra turfa, mas um material com resquícios orgânicos (presença de restos vegetais) em um solo arenoso. Essas camadas por possuírem altos teores de areia em sua composição não retém água, tornando-os frágeis e suscetíveis à erosão.

Em consonância com as informações obtidas, observou-se que a vertente do córrego possui colúvios mais jovens, cujas causas podem ter ocorrido em períodos de chuvas intensas, relacionadas com pouca capacidade de retenção de água no solo, fragilizando a vertente e carregando o material sedimentar e orgânico do topo para a base.

Em relação aos teores de combustão e granulometria (Tabela 1 e na figura 24) tem-se um baixo teor de material volátil e sólido alcançando números de 2,2 a 6,5% para volátil e 3,5 a 9,5% para o sólido e valores de média com 5,45%, moda de 4,5% e mediana de 4% do conjunto numérico total. O resultado que indica a pouca presença de carvão e o fraco potencial da turfa para uso energético ou agrícola.

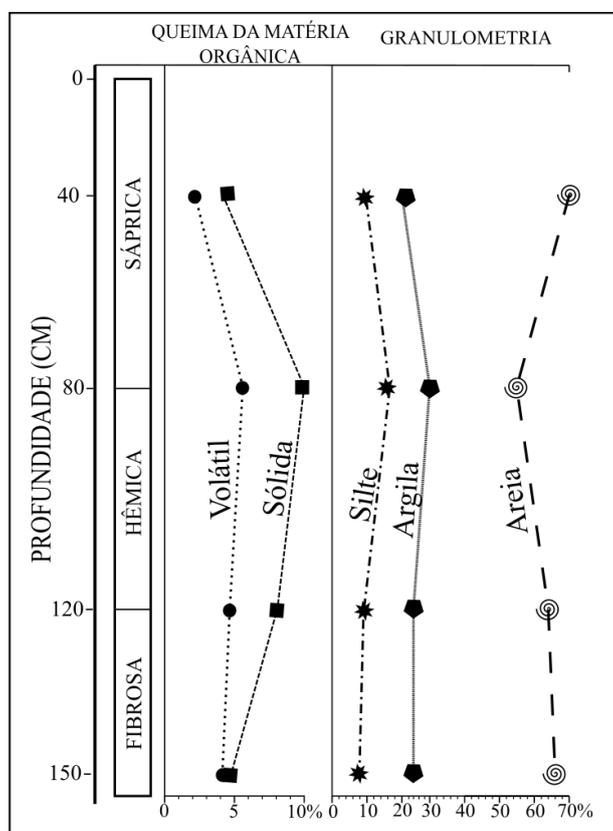
A granulometria determina altos teores de areias mostrados no total de areia com valores entre 55,23 até 69,70%, predominando-se os teores de areias finas iniciando em 44,83 até 57,24%, combinados com agregados de argila (21,6 até 29,8%) quando úmidos possui coesão em seus agregados. Os valores totais da granulometria mostram média aritmética de 23,2, moda de 8,7 e mediana de 3,95.

A relação da área em que está inserida do contato intermitente com a água e da granulometria mostram que a turfa possui altos níveis de sedimentação dando-lhe característica de uma turfa sedimentar e que comprovam seu baixo teor calorífico.

Tabela 1: Resultados obtidos do perfil a partir da classificação para turfa, combustão do material e granulometria por pipetagem.

Profundidade (cm)	Classificação <i>von Post</i>	Combustão		Granulometria						
		Material Volátil	Material Sólido	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Total de Areia	Silte	Argila
40 cm	H-9 sáprica	2,2%	3,5%	0,21	7,01	56,5	5,93	69,7	8,7	21,6
80 cm	H-9 sáprica	6,5%	9,5%	0,23	6,49	44,8	3,69	55,2	15,0	29,8
120 cm	H-7 hêmica	4,8%	8,1%	0,18	8,44	53,4	4,21	65,2	9,4	24,4
150 cm	H-3 fibrosa	4,5%	4,5%	0,16	4,51	57,2	4,59	66,5	8,7	24,8

Figura 24: Resultado da queima da matéria orgânica e granulometria.



Luz e Parolin (2014) estudando os sedimentos turfosos do Rio Água dos Papagaios e Ranchinho na região de Campo Mourão, distante aproximadamente 60 km da área estudada, também indicaram baixo teor calorífico para os sedimentos estudados, bem como com alto teor de areia. Baixo teor calorífico e com presença de areia foram também encontrados em sedimentos turfosos no rio Tibagi por Guerreiro et al. (2012). Diante de tal fato, levanta-se a hipótese de que tal situação seja uma condição inerente aos sedimentos turfosos presentes no Paraná.

3.4.3. FITÓLITOS: DETERMINAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS MICROFÓSSEIS

A quantificação dos fitólitos (Figura 25) indica que houve pelo menos 3 fases ambientais distintas no perfil avaliado, conforme descrição abaixo. Os principais morfotipos quantificados estão representados na figura 26.

FASE I

Caracterizada entre 156 a 100 cm (Figura 25), com concentração de fitólitos abaixo de 250 morfotipos, predominância dos morfotipos “bilobate” (máximo de 20), “bulliform block” (entre 10 a 100) e “bulliform cuneiform” (entre 0 e 40).

A concentração do morfotipo “bulliform block” e bulliform “cuneiforme” indicam estresse hídrico conforme relatado nos trabalhos de Coe et al (2017a) e Rabold et al (2016). É muito provável que no passado, essa pequena área tenha tido pouco tempo de residência de água, no entanto com algum tipo de vegetação lenhosa (palmeiras), representada principalmente por *Arecaceae* indicada pelo morfotipo “globular echinate” demonstrado no trabalho de Coe et al (2012b), Piperno (2006) e Rasbold et al (2011).

Na figura 27 tem-se um espectro de como poderia tem sido o ambiente nessa fase.

FASE II

Caracterizada entre 100 a 30 cm (Figura 25), com concentração de fitólitos entre 100 e 500 morfotipos. Predominâncias dos morfotipos “rondel” (entre 30 e 90), “bulliform” (entre 60 e 80), “bulliform block” (entre 30 a 100), “elongate psilate” (entre 0 a 200). A concentração de fitólitos dessa fase aliada à presença dos morfotipos já nomidados, bem como a presença dos morfotipos “bilobate”, “saddle” e “globular psilate” sugerem a presença de um ambiente dominado por gramíneas como proposto por Medianic et al (2008).

Assim, como na fase anterior há a presença de *Arecaceae*, representadas pelo morfotipo “globular echinate”. No entanto, com aumento de dicotiledôneas lenhosas representadas pelo morfotipo “globular granulate”, de acordo com Parolin et al (2017). Tal configuração sugere aumento da umidade em relação à fase anterior.

Monteiro (2015) e Golovati (2015) mostram a presença de morfotipos “globular echinate”, “elongates”, “bulliforms” e de short-cells “rondel” e “saddles” nos estudos realizados em Cianorte, assim como apontam domínio de plantas arbóreas, representando vegetação tipo floresta com predomínio de espécies da família botânica *Arecaceae* desde pelo menos 6.060 anos AP., como também a fase mais seca com picos de estresse hídrico. Em consonância, Santos et al (2014) apresentam que na região de Douradina – PR houve condições mais secas que as atuais em ambientes dominados por vegetação arbórea. Considerando o material avaliado é muito provável que os sedimentos turfosos tenham origem nessa fase (Figura 25).

FASE III

Estabelecida entre 30 e 0 cm (Figura 25), apresenta relativa diminuição da concentração de fitólitos em relação à fase anterior (entre 100 a 200 morfotipos). Redução significativa dos morfotipos “rondel” (entre 5 e 20), “bilobate” entre (2 e 10) e “bulliform block” (entre 0 e 25). Observou-se a redução da ocorrência dos morfotipos ligados à Arecaceae (“globular echinate”) e dicotiledôneas lenhosas (“globular granulate”). Tal configuração sugere aumento da umidade em relação à fase II.

Esse aumento de umidade foi responsável pelo coluvionamento observado (figura 27) e aumento dos processos erosivos.

Figura 26: Fitólitos encontrados na amostra. 1 (a - c). *Bilobate*; 2 (d - f) *Saddle*; 3 (g -i) *Rondel*; 4 (j - p) *Bulliform*; 5 (q - s) *Polylobate*; 6 (t) *Sulcate*; 7 (u -w) *Elongate*; 8 (x - z) *Brachform*.

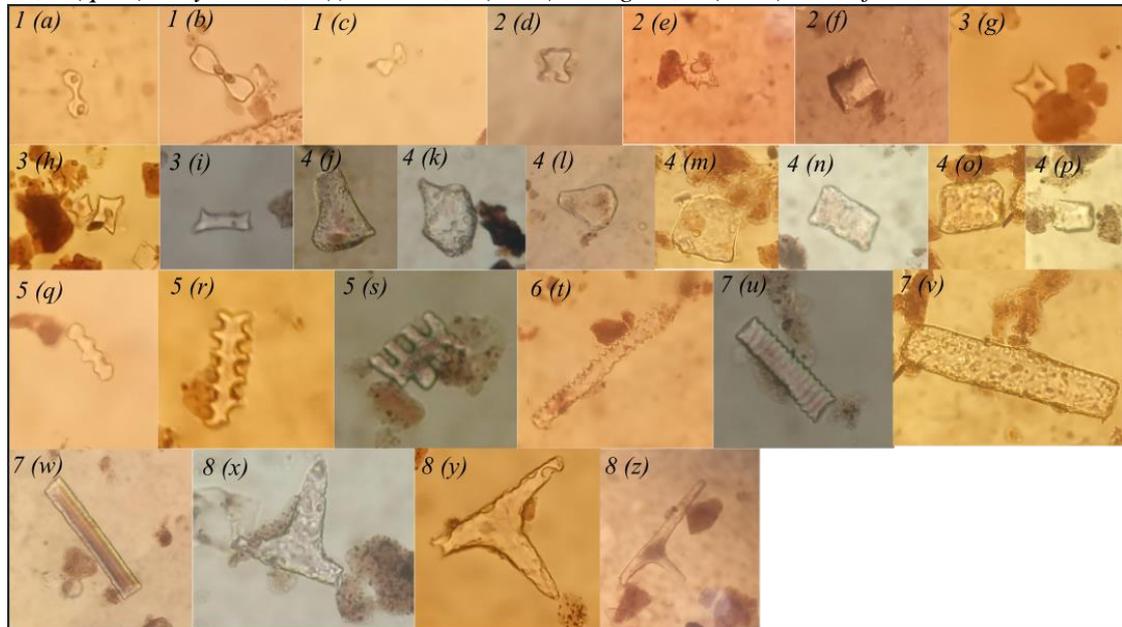
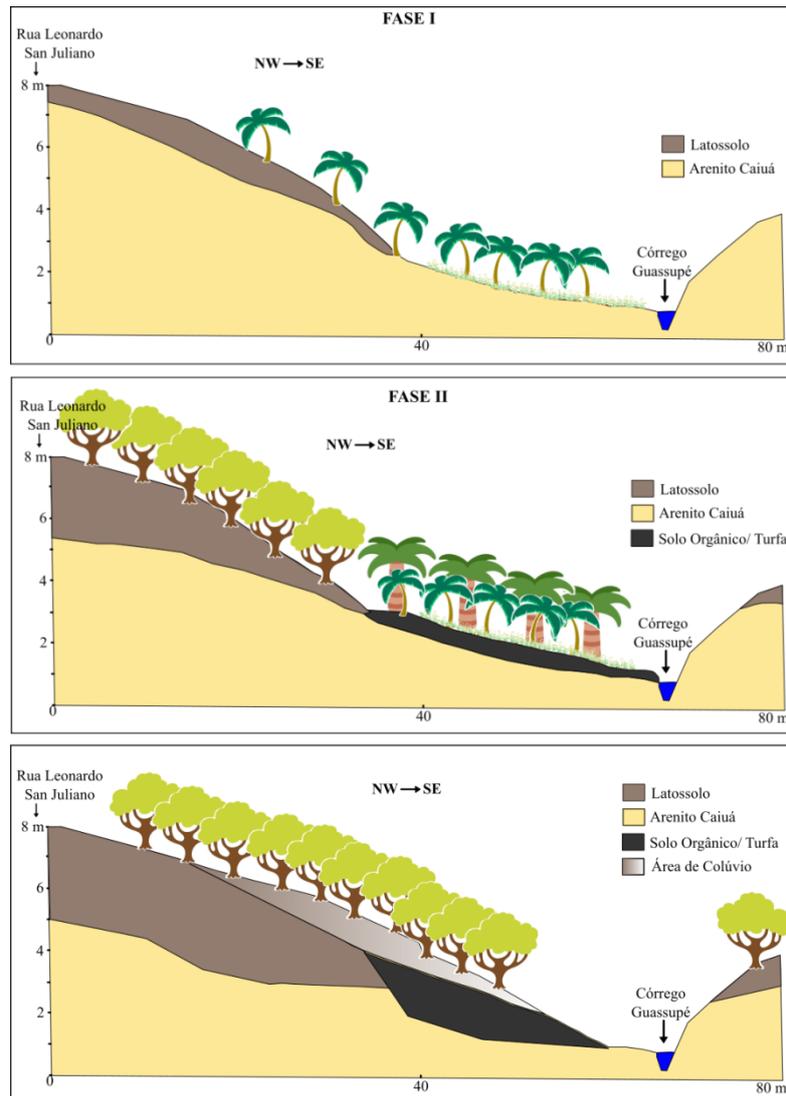


Figura 27: Espectro das fases paleoambientais do córrego Guassupé em Cianorte.



3.6. CONCLUSÃO

Os dados apontados ao longo da pesquisa demonstram que a área do córrego Guassupé em Cianorte – Paraná possui um depósito sedimentar pobre em matéria orgânica (turfa) que a partir da análise do grau de decomposição e humosidade de *von Post*, há o apontamento que o perfil de 1,50 metros de turfa possui caracterização sáprica H-9 na base do perfil (40-80 cm), hêmica H-7 na metade do perfil (120 cm) e fibrosa H-3 no topo (150 cm). Em relação à queima do material sólido e volátil associado com a granulometria, os resultados indicaram um baixo teor de queima devido a pouca presença de carvão e altos teores de areia fina, apontado a turfa com características sedimentar.

A análise fitolítica do córrego indica três fases ambientais, consistindo em uma primeira fase que passou por um estresse hídrico representado pela presença de morfotipos “bulliforms” e alguns

tipos de vegetação lenhosa (palmeiras), os quais estão associados ao morfotipo “globular echinate”, a segunda fase tem-se o aumento do morfotipo globular “echinate” ligado à Arecaceae e a “globular granulate” associado às dicotiledônias lenhosas e a grande presença de morfotipos “saddles” e “bilobates” que estão vinculados às gramíneas. Nessa fase inicia-se a deposição da turfa. A terceira fase revela o recuo dos morfotipos globulares e um maior aumento na umidade com avanço da vegetação tipo floresta.

Em relação às condições ambientais, o córrego Guassupé apresenta uma série de problemas ao longo de seu curso, e.g. erosão, poluição e degradação da encosta. Tais problemas foram identificados a partir de observações no local, imagens de satélites atuais, fotografias aéreas (1980) e revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa. As informações obtidas mostram que a poluição está associada ao despejo de efluentes oriundo das indústrias, da população (residentes dos bairros próximos), dos canais pluviais (perceptível pela coloração escura da água) e do despejo de detritos da construção civil.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados analisados durante a pesquisa que compõe esta dissertação, conclui-se que as áreas de turfeiras no Brasil são raras, correspondendo apenas 0,07% do território nacional e as existentes, em muitos casos, apresentam difícil acesso. Contudo, o estudo da arte demonstrou o interesse de alguns estudiosos nessas áreas para realizarem pesquisas de cunho paleoambiental. Para tanto, coletaram amostras para a extração de “proxies” de fitólitos, espículas de esponja e diferentes palinórfos. Logo, apresentaram-se suas interpretações que compõem o quadro paleoambiental do Brasil e confirmam que essas áreas são excelentes ambientes de preservação de tais “proxies”. Também foi determinado que a maior concentração regional deste tipo de pesquisa está localizada na região sul do Brasil e que foram realizadas por instituições públicas.

Em relação à caracterização do paleoambiente do córrego Guassupé, foram elencadas três fases ambientais: I - fase de estresse hídrico com presença de algum tipo de vegetação lenhosa; II - fase com predomínio de gramíneas com alguma vegetação lenhosa e início da formação da turfeira e III - fase com aumento da umidade e avanço da vegetação tipo floresta. Sobre os sedimentos turfosos, a caracterização apontou uma turfa com baixo teor de carbono e alto teores de areias finas, sendo classificada como sáprica e sedimentada. Infelizmente, a falta de financiamento do governo para pagamentos de datações absolutas impossibilitou uma avaliação cronológica. No entanto, a comparação com outros trabalhos na área mostram correlações com depósitos de origem Holocênica.

As condições ambientais do córrego Guassupé apresentam uma série de problemas ao longo de seu curso, e.g. erosão, poluição e degradação da encosta. Tais problemas foram identificados a partir de observações no local, imagens de satélites atuais, fotografias aéreas (1980) e revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa. As informações obtidas mostram que a poluição está associada ao despejo de efluentes oriundo das indústrias, da população (residentes dos bairros próximos), dos canais pluviais (perceptível pela coloração escura da água) e do despejo de detritos da construção civil.

A degradação da encosta e a erosão ocorreram a começar com a retirada da vegetação, deixando o solo friável, exposto e vulnerável às condições dos ciclos atmosféricos. Ao longo dos anos, os agentes erosivos foram também intensificados em decorrência das atividades agrícolas e sua mecanização, do crescimento urbano e industrial.

6. REFERÊNCIAS

- AMARAL, P.G.C; GIANNINI, P.C.F; SYLVESTRE, F; PESSEDA, L.C.R. Paleoenvironmental reconstruction of a Late Quaternary lagoon system in southern Brazil (Jaguaruna region, Santa Catarina state) based on multi-proxy analysis. **Journal of Quaternary Science**, [S. I.], v.27, n. 2, p.181-191, 2001.
- BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Elsevier: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Bremen, v. 177, n. 1, p. 19-27, ago. 2002.
- BORBA-ROSCHER, M.; ALEXANDRE, A.; VARAJÃO, A. F. D.; MEUNIER, J. D.; CHICARINO, C. A.; COLIN, F. Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in the Brazilian cerrado. **Elsevier: Journal of Geochemical Exploration**, [S. I.], v. 88, n. 2, p. 172-176, ago. 2006.
- CASSHYAP S.M. & TEWARI R.C. Fluvial models of the Lower Permian coal measures of Son-Damodar Valley basins, India. In: R.A. Rahmani & R.M. Flores (eds.) *Sedimentology of coal and coal-bearing sequences*. **Spec. Publ. Int. Assoe. Sediment., Blackwell Scient. Public.**, Oxford. v.7, p.121-147, 1984.
- CLYMO R.S. 1983. Peat. In: A.J.P. Gore (ed.) *Mires: swamp, bog, fen and moor*. **Elsevier**, Amsterdam, p. 159-224 (Ecosystems of the world, 4A).
- COE, H. H. G.; CHUENG, K. F.; GOMES, J. G. Reconstruções da vegetação e interferências de paleoclimas através da utilização dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono. **Geonorte: Edição Especial**, Manaus, Am, v. 1, n. 4, p. 248-261, dez. 2012a. Disponível em: <<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1823>>. Acesso em: 7 ago. 2018.
- _____. 2012b. Mudanças possivelmente antrópicas na cobertura vegetal na região de Búzios, Rio de Janeiro, identificadas através de análises de fitólitos. **Revista Tamoios**, São Gonçalo (RJ), n. 08, v. 1, p. 49 – 64, set. 2012b. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/3197/4564>>. Acesso em: 7 ago. 2018.
- COHEN A.D. 1984. The Okefenokee Swamp: a low sulphur end-member of a shoreline-related depositional model for coastal plain coals. In: R.A. Rahmani & R.M. Flores (eds.) *Sedimentology of coal and coal-bearing sequences*. **Spec. Publ. Int. Assoe. Sediment., Blackwell Scient. Public.**, Oxford, v.7 p.231-240.
- CORRÊA, I.C.S; WESCHENFELDER, J; TOLDO, E. E; BAITELLI, R; SANTOS-FICHER, C.B. Gênese de um depósito de turfa na plataforma continental do Rio Grande do Sul - Brasil. **Comunicações Geológicas**, [S. I.], n. 2, v. 6 (especial II), p.721-724, fev. 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/38196/27692>>. Acesso em: 7 ago.
- CORRÊA, I.C.S; WESCHENFELDER, J; TOLDO, E. E; BAITELLI, R; SANTOS, C.B. 2015. Turfa na plataforma continental do Sul do Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, [S. I.], v. 6, n.2, p.1-9, fev. 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/38196/27692>>. Acesso em: 7 ago.
- FRANCHI, J.G; SÍGOLO, J.B; MOTTA, J.F.M. Diagnóstico das Turfas no Brasil: Histórico da Utilização, Classificação, Geologia e Dados Econômicos. **Revista Brasileira de Geociências**, v.36, p.179-190, 2006.

- FUCHS, F. A. A. L. **composição florística e fitossociológica da vegetação de turfeira tropical amazônica, no município de Barcelos – AM.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, 2015.
- GARCIA, M.J. **Palinologia de turfeiras quaternárias do médio vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo.** São Paulo. 3v. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1994.
- GARCIA, M.J. Palinologias de turfeiras quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. Parte I: Fungos, Algas, Briófitas e Pteridófitas. **Revista Universidade Guarulhos, Geociências**, Guarulhos – SP, v. II (Número Especial), p. 148-165, 1997.
- GOLOVATI, D. **Mudanças Paleoambientais Ocorridas Durante o Holoceno nos Municípios de Campo Mourão e Cianorte – PR.** Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2015.
- GUERREIRO, R. L., GASPARETTO, N. V. L., PAROLIN, M., & STEVAUX, J. C. Distribuição e Análise de Sedimentos Turfosos Holocênicos na Planície do Alto Tibagi, Campos Gerais, Paraná. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 6, n.1, p. 105-116, 2012.
- HORÁK, I. **Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da Área de Proteção Especial (APE) Pau-de-fruta, Serra do Espinhaço Meridional – MG.** Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009, 282 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base e Referências.** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>> Acesso em : 10 ago. 2018.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2009. **Irish Peatland Conservation Council: Action for bogs and wildlife.** Disponível em: <<http://www.ipcc.ie/>> Acesso em: 22 agos. 2019.
- IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1979. **Estudo das possibilidades de aproveitamento de turfa no Estado de São Paulo.** IPT, São Paulo, Relatório 12.761, 191p.
- ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geografia do Paraná. **Programas e Projetos> Adensamento da Rede Geodésica> Geoaplicação> Aerolevantamentos> Fotoíndices 1980 – 1:25.000.** nas quais as fotos só aparecem com *zoom* a partir da escala de 1:100.000. Acesso em: 06 mar. 2019.
- KUCHENBECKER, M. Recursos Minerais Energéticos. In: PEDROSA-SOARES, A.C; VOLL, E; CUNHA, E.C. (Coor.). **Recursos Minerais de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br> acesso em: 05 jul 2019.
- LADCHUK, D.P.P.T; PAROLIN, M; BAUERMAN, S.G. Recuperação de palinóforos e dados isotópicos (^{13}C e ^{15}N) em sedimentos turfosos e seus significados paleoambientais para a região de Campo Mourão – PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.09, n.04, p.1183-1196, 2016.
- LEDRU, M. P. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. **Quaternary Research**, 39, pp.90-98, 1993
- LENZ, G. R. 1984. Turfa - métodos de lavra e opções para o uso no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências** 14(2): 111-119.

- LEONHARDT, A; LORSCHREITER, M.L. Pólen de gimnosperma e angiosperma do perfil sedimentar em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 4, p.645-658, 2008.
- LUZ, L.D; PAROLIN, M. Caracterização dos Sedimentos Turfosos em Campo Mourão, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.07, n.02, p. 319-326, 2014.
- LUZ, L. D.; PAROLIN, M.; PESSENDA, L.C.R.; RASBOLD, G. G.; LO, E. 2019. Multiproxy analysis (phytoliths, stable isotopes, and C/N) as indicators of paleoenvironmental changes in a Cerrado site, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 22, n. 1, p. 15-29.
- MACEDO, R.B; CANCELLI, R.R; BAUERMAN, S.G; NEVES, P.C.P; BORDIGNON, S.A.L. Análise palinológica e evolução ambiental da região do Banhado da Cidreira, RS, Brasil. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**. N.3 (2004), p.21-28.
- MEDIANIC, S; CORDAZZO, C.V; CORRÊA, I.C.S; MIRLEAN, N. 2008. Os fitólitos em gramíneas de dunas do extremo sul do Brasil: Variabilidade morfológica e importância nas reconstruções paleoambientais costeiras. **Revista GRAVEL**, v. 6, n. 2, p.1-14.
- MEDIANIC, S; SILVA, M.B. 2010. Indicative value of non-pollen palynomorphs (NPPS) and palynofacies for palaeoreconstructions: Holocene Peat, Brazil. **Elsevier**, v. 84, p. 248-257.
- MODENESI, M.C; MELHEM, T. 1992. Palynological data on a holocene peat deposit in tropical Brazil: preliminary paleoclimatic and paleoecological interpretations. **Revista do Instituto Geológico**, v.13, n.2, p. 7-15.
- MONTEIRO, M.R. **Análise da Composição Fitolítica da Serrapilheira e Solo como Indicador de Alteração Ambientais em Diferentes Estratos Arbóreos no Paraná**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2015.
- NETO, E.C.S; SANTOS, J.J.S; PEREIRA, M.G; MARANHÃO, D.D.C; BARROS, F. C; ANJOS, L.H.C. Paleoenvironmental Characterization of a High-Mountain Environment in the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.48 (2018), p. 1-16.
- PAROLIN, M.; MEDIANIC, S.; STEVAUX, J.C. 2006. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). **Revista Brasileira de Paleontologia**, 1:137-148.
- PAROLIN, M; RASBOLD, G.G; PESSENDA, L.C.R. 2014. Paleoenvironmental conditions of Campos Gerais, Paraná, since the Late Pleistocene, based on phytoliths and C and N Isotopes. In: COE, H.H.G; OSTERRIETH, M (EDT). **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America**, Nova Science Publishers, p.149-170.
- PAROLIN, M; MONTEIRO, M.R; COE, H.H.G; COLAVITE, A.P. Considerações paleoambientais do Holoceno médio por meio de fitólitos na Serra do Cadeado, Paraná. **Revista do Departamento de Geografia**. 2017;5:96-103. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132609>
- PESSENDA, L.C.R.; DE OLIVEIRA, P.E.; MOFATTO, M.; MEDEIROS, V.B.; GARCIA, R.J.F.; ARAVENA, R.; BENDASSOLI, J.A.; LEITE, A.Z.; SAAD, A.R. & ETCHEBEHERE, M.L. 2009. The evolution of a tropical rainforest / grassland mosaic in southeastern Brazil since 28,000 14C yr BP based on carbon isotopes and pollen records. **Quater. Res.**, 71:437-452.
- PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. Oxford AltaMira Press, p. 238. 2006

- RASBOLD, G. G., MONTEIRO, M. R., PAROLIN, M., CAXAMBÚ., M. G., PESSENDA, L. C. R. 2011. Caracterização do tipos morfológicos de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (*Arecaceae*). **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 66, n. 2, p. 265-270.
- RASBOLD, G.G.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G. 2016. Reconstrução paleoambiental de um depósito sedimentar por análise multiproxy, Turvo, Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. v. 19, n. 2, p. 315-324.
- RIELEY, R. A. J. et al. Tropical Peatlands: Carbon Stores, Carbon Gas Emissions And Contribution to Climate Change Processes. In: STRACK, M. **Peatlands and Climate Change**. Calgary: Peat society, 2008. p. 44 – 70.
- ROTH, L; LORSCHBITTER, M.L. 2008. Palinomorfos de um perfil sedimentar em uma turfeira do Parque Nacional dos Aparados da Serra, leste do Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA**, v.3, n.1, p.69-100.
- SANTOS, J. C. A. GASPARETTO, N. V. L., PAROLIN, M. 2014. Reconstrução Paleoambietal do Baixo Curso do rio Ivaí – Douradina / PR. **Geografia**. v. 39, n. 2, p. 337 – 350.
- SENDULSKY, T. S.; LABOURIAU, L. G. 1966. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados. I. In: Simpósio Sobre o Cerrado. 2. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, p. 159-170.
- SHOTYK W. 1988. **Review of the inorganic geochemistry of peats and peatland waters**. Earth-Science Reviews, 25:95-176.
- SILVA, C.M. 1995. 155 f. **Palinologia das turfeiras de São José dos Campos – São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SILVA, K.C; PAROLIN, M; BISSA, W.M. 2011. Espículas de Esponjas vs. Variações do Nível Relativo do Mar na Região de Iguapé, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v.15, n 3, p. 319-326.
- STANEK, W.; SILC, T. 1977. Comparisons of four methods for determination of degree of peat humification (decomposition) with emphasis on the von Post Method. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 57, p. 109-117.
- STIPP, N.A.F; VIZINTIM, M. Notas Preliminares Sobre a Caracterização das Ocorrências de Turfa no Norte do Paraná. **Geografia (Londrina)**, v.4. p.65-67, 1987.
- SUGUIO, K. 1999. **Geologia do Quaternário: mudanças ambientais (passado + presente = futuro?)**. São Paulo: Paulo´s Editora. 366p.
- TOLEDO, L.M.A. 1999. Considerações Sobre a Turfa no Brasil. **Akrópolis**. V.7, n. 28, p.27-41.
- TOPODATA. Banco de dados geomorfométricos do Brasil. < Acesso < ©Webmapit (<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>) < Mapa Índice < Imagens (23_54_ e 23_525_). Acesso em: 06 mar. 2019.
- VON POST, L. Sveriges geologiska undersöknings torvinventering och några av dess hittills vaanna resultat, (In Swedish) Sven. Mosskulturören. Tidskr, 33:1-27, 1922.

APÊNDICES 1

Apêndice 1: Carta de aceite para a publicação do artigo “Estudos Paleoambientais em áreas de turfa no Brasil” no primeiro volume do ano de 2020 pela revista GEOMAE da Universidade Estadual do Paraná/ Campus de Campo Mourão.



DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o artigo intitulado “ESTUDOS PALEOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE TURFA NO BRASIL” de autoria de Katiuscia Naiara Ariozi Lima, Fernando Henrique Villwock e Mauro Parolin, foi aceito para publicação na Revista Geomae – Geografia, Meio Ambiente e Ensino, volume 11, número 01 de 2020.

Por ser esta a expressão da verdade, firmo a presente declaração.

Campo Mourão, 21 de janeiro de 2020.

Prof^ª. Dra Ana Paula Colavite
Editora da Revista Geomae
Postania n.084/2010D