



UNIVERSIDADE
FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL
CAMPI
CHAPECÓ E ERECHIM

**Mestrado
em Geografia**

VILMA HELENA VALERIUS

**ANÁLISE PALINOLÓGICA NO REFÚGIO DA VIDA
SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS (PR) NO
QUATERNÁRIO TARDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

CHAPECÓ/ERECHIM
2024

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Valerius, Vilma Helena
ANÁLISE PALINOLÓGICA NO REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DOS
CAMPOS DE PALMAS (PR) NO QUATERNÁRIO TARDIO / Vilma
Helena Valerius. -- 2025.

55 f.:il.

Orientador: Doutor Prof. Dr. Pedro Germano dos Santos
Murara

Co-orientadora: Doutora Profa. Dra. Gisele de Leite
Lima Primam

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Chapecó,SC; Erechim,RS, 2025.

1. Palinologia. I. Murara, Prof. Dr. Pedro Germano
dos Santos, orient. II. Primam, Profa. Dra. Gisele de
Leite Lima, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

*ANÁLISE PALINOLÓGICA NO REFÚGIO DA VIDA
SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS (PR) NO
QUATERNÁRIO TARDIO*

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 27/01/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 PEDRO GERMANO DOS SANTOS MURARA
Data: 17/03/2025 15:34:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Pedro Germano Dos Santos Murara – UFFS
Orientador

Documento assinado digitalmente
 GISELE LEITE DE LIMA PRIMAM
Data: 17/03/2025 08:25:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Gisele de Leite Lima Primam – UFFS
Coorientadora



Prof. Dr. Hermann Behling - Universidade de Göttingen
Avaliador

Documento assinado digitalmente



SORAIA GIRARDI BAUERMANN

Data: 17/03/2025 15:27:30-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Soraia Girardi Bauermann – ULBRA
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Rudinei Valério Valerius e Elisabeth Hartmann Valerius, pela vida, pela educação, por seu incentivo e apoio. A minha irmã Caroline Valerius por me ajudar e sempre me aconselhando em não me deixar desistir nas primeiras dificuldades e por sempre acreditar no meu potencial.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul, que de alguma forma participaram do processo da minha formação. Especialmente para meu orientador Prof. Dr. Pedro Germano dos Santos Murara e coorientadora, Profa. Dra. Gisele Leite de Lima Primam, pela amizade, pelas palavras de apoio, e por todo o conhecimento adquirido.

Agradeço ao ICMBio, especialmente ao Antônio de Almeida Correia Junior que sempre apoiou o nosso trabalho nas três Unidades de Conservação que estão sob a responsabilidade do escritório de Palmas, pela oportunidade de realizar a minha pesquisa nessa importante Unidade de Conservação que é o Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas.

Aos amigos que fiz ao longo de minha formação, especialmente ao colega Ademar Graeff pela sua disponibilidade de deslocar-se até a área de pesquisa, a Isis Fumagalli e Tiago Dalmora pelas suas dicas e orientações.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à FAPESC, pela oportunidade de realizar o mestrado por meio da bolsa concedida. Este apoio foi essencial para a minha trajetória acadêmica e para o desenvolvimento da minha pesquisa, permitindo que eu me dedicasse integralmente aos estudos e à produção de conhecimento.

A UFFS por possibilitar um curso excelente, gratuito e de qualidade.

RESUMO

Estudos que relacionam vegetação e clima têm se mostrado ferramentas eficientes para reconstruções paleoambientais, utilizando análises palinológicas de sedimentos. Esta dissertação buscou investigar as condições paleoambientais do período Quaternário, com base na análise de grãos de pólen e esporos encontrados em sedimentos da área planáltica do estado do Paraná. A metodologia incluiu a coleta de sedimentos por meio de sondagens, seguida por processamento químico e análises qualitativas e quantitativas. Os resultados apontam que, do final do Pleistoceno ao Tardiglacial (~17.183 a ~13.578 anos AP), prevaleceram temperaturas mais baixas, indicando um clima mais frio que o atual, com vegetação predominante de Campos e condições locais úmidas suficientes para manter lâminas d'água. Entre o Tardiglacial ao Ótimo Climático (~13.578 a ~5.928 anos AP), observou-se aumento na umidade, embora intercalado por períodos de ressecamento. Do Ótimo Climático ao presente (~5.928 anos AP até o presente), houve aumento progressivo da umidade, favorecendo a expansão da Floresta com Araucária e a expansão de áreas de Campo Úmido, refletindo as condições climáticas atuais.

Palavras-chave: Paleoclimatologia, Palinologia, Campos e Florestas.

ABSTRACT

Studies linking vegetation and climate have proved to be efficient tools for paleoenvironmental reconstructions, using palynological analyses of sediments. This dissertation sought to investigate the paleoenvironmental conditions of the Quaternary period, based on the analysis of pollen grains and spores found in sediments from the plateau area of the state of Paraná. The methodology included collecting sediments through boreholes, followed by chemical processing and qualitative and quantitative analysis. The results show that, from the end of the Pleistocene to the Tardiglacial (~17,183 to ~13,578 years BP), lower temperatures prevailed, indicating a colder climate than today, with predominantly grassland vegetation and local humid conditions sufficient to maintain water tables. Between the Tardiglacial and the Climatic Optimum (~13,578 to ~5,928 years BP), there was an increase in humidity, although this was interspersed with periods of dryness. From the Climatic Optimum to the present (~5,928 years BP to the present), there was a progressive increase in humidity, favoring the expansion of the Araucaria Forest and the expansion of the Humid Field areas, reflecting current climatic conditions.

Keywords: Paleoclimatology, Palynology, Grasslands, and Forests

Lista de Figuras

<i>Figura 1 Localização do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas.</i>	9
<i>Figura 2. Perfil do Paraná das feições geológicas e unidades de relevo</i>	11
<i>Figura 3 Mapa Geológico do Estado do Paraná.</i>	12
<i>Figura 4 Altimetria e rede hidrográfica</i>	13
<i>Figura 5 Afloramento rochoso, REVIS dos Campos de Palmas.</i>	14
<i>Figura 6 Área alagada, REIS dos Campos de Palmas.</i>	15
<i>Figura 7 Precipitação média anual no Estado do Paraná</i>	16
<i>Figura 8 Climograma de Palmas.</i>	17
<i>Figura 9 Climograma de General Carneiro.</i>	17
<i>Figura 10 Mapa de vegetação do Estado do Paraná.</i>	18
<i>Figura 11 Fisionomia Capo formando mosaicos com os capões e florestas.</i>	19
<i>Figura 12 Gradiente topográfico estudado</i>	20
<i>Figura 13 Mapa de Usos do Solo do Estado do Paraná.</i>	22
<i>Figura 14 Quaternário e suas subdivisões.</i>	24
<i>Figura 15 Trabalhos sobre a palinologia do quaternário no Rio Grande do Sul.</i>	27
<i>Figura 16 Sítios Paleopalínológicos no Estado de SC.</i>	28
<i>Figura 17 Coleta da amostra em campo</i>	32
<i>Figura 18 Imagem do testemunho coletado</i>	32
<i>Figura 19 Amostras de testemunhos coletadas</i>	33
<i>Figura 20 Amostras no tubo Falcon</i>	34
<i>Figura 21 Tratamento das amostras com ácidos</i>	34
<i>Figura 22 Montagem das lâminas</i>	35
<i>Figura 23 Produção científica sobre paleoclimatologia-palinologia no Estado do Paraná</i>	36
<i>Figura 24 Diagrama Palinológico do REVIS Campos de Palmas - Soma</i>	38
<i>Figura 25 Diagrama Palinológico do REVIS Campos de Palmas - Esporos</i>	39
<i>Figura 26 Porcentagem de táxons em cada fase ambiental, REVIS Campos de Palmas</i>	41

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO	9
3. REVISÃO DA LITERATURA	23
3.1 Palinologia em estudos paleoambientais	23
3.2 Período Quaternário	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1 Coleta de dados	31
4.2 Geocronologia	33
4.3 Processamento químico	33
4.4 Análise quantitativa e qualitativa	35
5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	36
5.1 Levantamento bibliométrico	36
5.2. Análise palinológica	36
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
8. REFERÊNCIAS	47

1. Introdução

O clima é um dos componentes mais importantes do ambiente, pois conduz os processos geomorfológicos de formação do solo, crescimento e desenvolvimento das plantas, cobertura vegetal e a distribuição das espécies. As principais bases da vida, desde a ocupação até a exploração do espaço geográfico, dependem, portanto, do clima (Kinchtner, 2006).

Entre as diferentes abordagens para entender a complexidade da variabilidade climática, em diversas escalas e seu impacto na biosfera, incluem-se os estudos paleoclimáticos. Esses, caracterizam-se como pesquisas que buscam reconstruir e compreender as condições climáticas do passado da Terra, através da análise de evidências geológicas, biológicas, químicas e físicas. Eles examinam registros naturais de fenômenos climáticos que ocorreram ao longo de diferentes períodos geológicos, desde milhares até milhões de anos atrás, com o objetivo de entender como o clima da Terra variou ao longo do tempo e os fatores que influenciaram essas mudanças.

A paisagem terrestre é, portanto, modificada e adaptada à influência do meio ambiente. Assim, desenvolver pesquisas que abranjam o período Quaternário exige reflexão sobre uma série de fatores ambientais relacionados à natureza das mudanças climáticas globais e locais (Silva, 2018).

Estudos que relacionam vegetação e clima têm se mostrado eficientes nas reconstruções do ambiente passado, utilizando resultados obtidos pela análise de estratos palinológicos dos sedimentos (Behling, 1995; 2004; Bertoldo, 2010; Lima, 2010; Silva, 2018).

A Palinologia de sedimentos é uma ferramenta importante, pois possibilita o estudo de organismos indicadores de paleoambientes. Isso se deve ao fato de que o pólen e os esporos possuem morfologia específica de sua espécie de origem, parede celular resistente (exina), que permite sua preservação em sedimentos, além de serem produzidos em grande quantidade, possibilitando análises quantitativas. Essas características fornecem a base para Paleopalinologia. Assim, grãos de pólen e esporos da vegetação de uma determinada região, ao se dispersarem na atmosfera e depositarem-se em ambientes adequados, registram, ao longo dos séculos e

milênios, as respectivas mudanças na vegetação, reflexo o ambiente e do clima (Spalding, 2011).

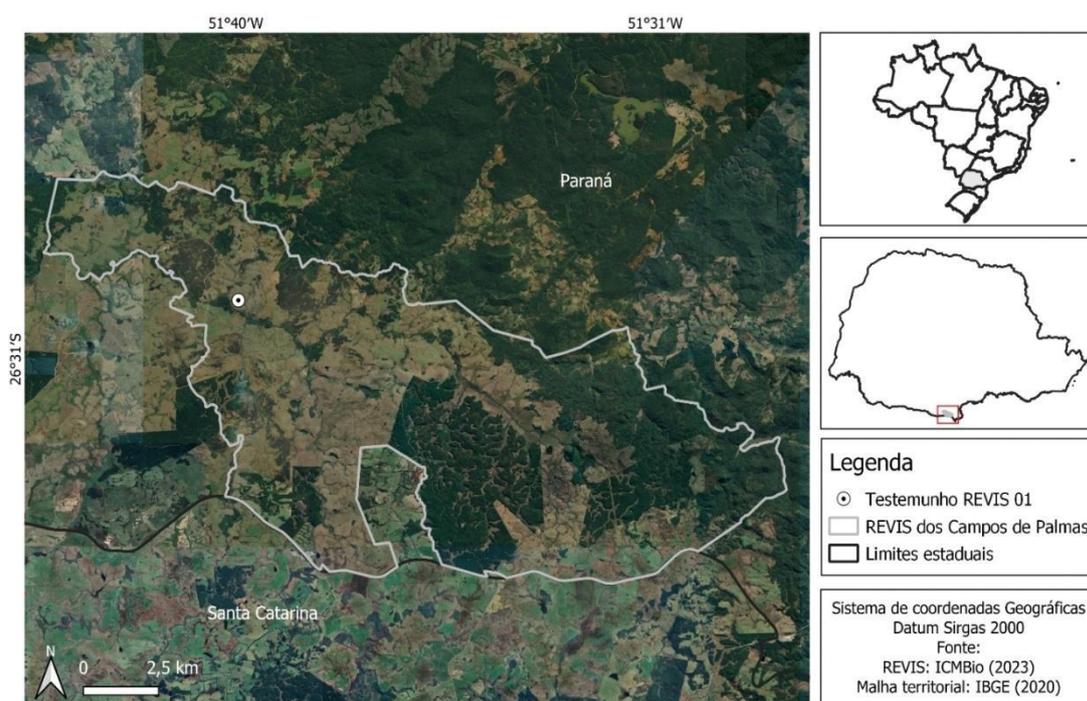
Neste contexto que esta pesquisa se insere, buscando analisar as condições paleoambientais do período do Quaternário por meio de uma investigação baseada nos estudos de grãos de pólen e esporos encontrados em sedimentos da área planáltica do estado do Paraná.

2. Caracterização da área do estudo

A pesquisa foi realizada no Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (REVIS dos Campos de Palmas), uma Unidade de Conservação (UC) criada pelo Governo Federal em 03 de abril de 2006, devido ao fato da área abrigar um dos últimos remanescentes de Campos Naturais pertencentes ao Bioma Mata Atlântica (ICMBio, 2012).

A área de estudo, conhecida como Campos de Palmas (Maack 1968), está localizada dentro dos limites geográficos dos estados de Santa Catarina e Paraná. Sua área abrange principalmente as cidades de Palmas, no estado do Paraná, e a cidade de Água Doce, no estado de Santa Catarina, além das cidades de General Carneiro e Coronel Domingos Soares, no estado do Paraná, e pequenas partes do município de Clevelândia. Também inclui os municípios de Abelardo Luz, Passos Maya, Macieira e Caçador, no estado de Santa Catarina (Fig. 1).

Figura 1 Localização do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas.



Fonte: Graeff, 2024.

Atualmente, sua administração é de responsabilidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), com

colaboração de outras instituições governamentais. O Refúgio possui uma área de 16.582 hectares e está inserida no ecossistema dos Campos Naturais, no centro-sul do estado do Paraná (ICMBio, 2012).

O estado do Paraná apresenta uma diversidade geográfica, com suas duas principais regiões naturais: o litoral e os planaltos do interior, separados pela escarpa da Serra do Mar. Essa escarpa é uma elevação do complexo cristalino e marca a transição entre essas áreas distintas. A maior parte do estado é composta por três planaltos que se inclinam suavemente para o oeste, sudeste e nordeste.

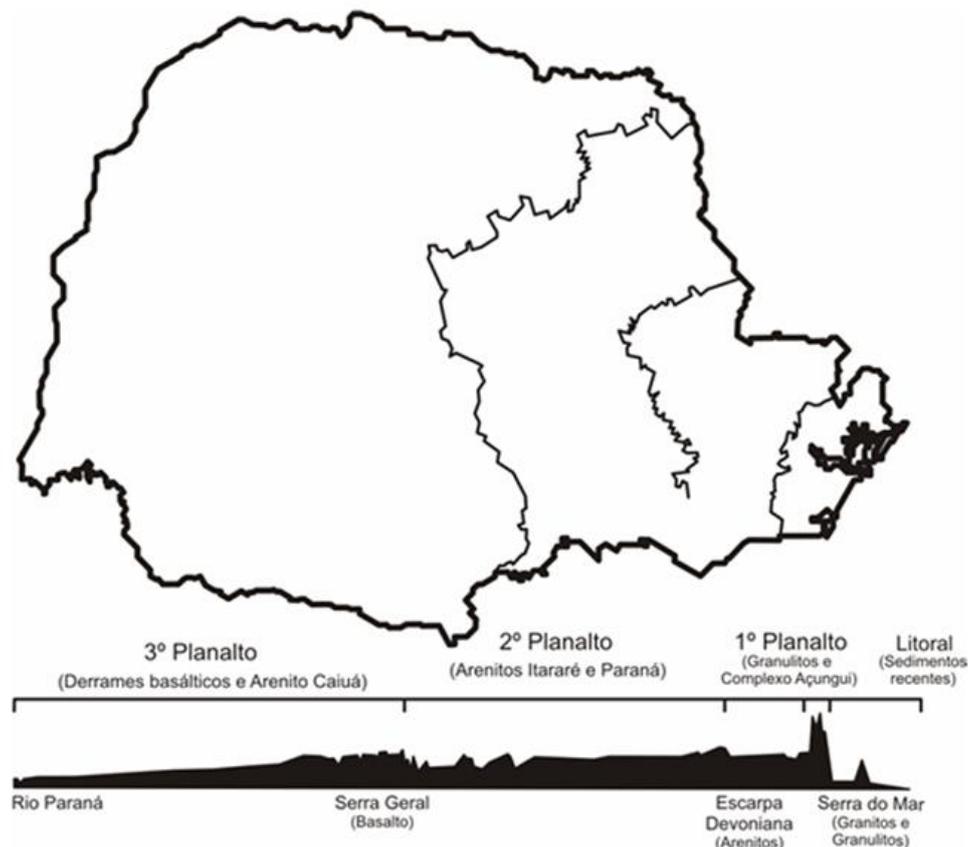
O primeiro degrau, a escarpa devoniana, é formado por sedimentos paleozóicos do período Devoniano (Figura 2). O segundo degrau, a escarpa triássico-jurássica, faz a transição para formações mesozóicas e é uma extensão da Serra Geral de Santa Catarina, sendo conhecida no Paraná como Serra da Boa Esperança. Essa configuração geológica contribui para a riqueza dos ecossistemas e a diversidade de paisagens do estado (Maack 1968). O terceiro degrau, delimitado a leste pela Serra da Boa Esperança, pode ser subdividido em blocos separados pelos grandes rios que o atravessam: Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu. O bloco localizado ao sul, correspondente à bacia do rio Iguaçu, apresenta um declive que vai de 1200 metros acima do nível do mar na região das cidades de Guarapuava e Pinhão, para 550 metros na Serra de São Francisco, descendo abruptamente para menos de 200 metros na borda do Cânion do Paraná (Embrapa, 1984).

O estado do Paraná é dividido em cinco grandes regiões de paisagem natural, devido à presença das escarpas e da Serra do Mar (Maack, 1968). Essas regiões são: (1) Litoral, (2) Serra do Mar, (3) Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba, (4) Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa e (5) Terceiro Planalto, Planalto de Trapp ou de Guarapuava.

De acordo com o Atlas Geomorfológico do estado do Paraná, a área de estudo (unidade de conservação), está situada na subunidade do Planalto de Palmas/Guarapuava, que faz parte do Terceiro Planalto Paranaense (ICMBio, 2012). Essa região é caracterizada por sua topografia elevada e rica diversidade de ecossistemas, desempenhando um papel importante na conservação da biodiversidade local. O Terceiro Planalto é conhecido por suas

formações vegetais, como florestas e campos, além de sua relevância hídrica e paisagística (Figura 2).

Figura 2. Perfil do Paraná das feições geológicas e unidades de relevo

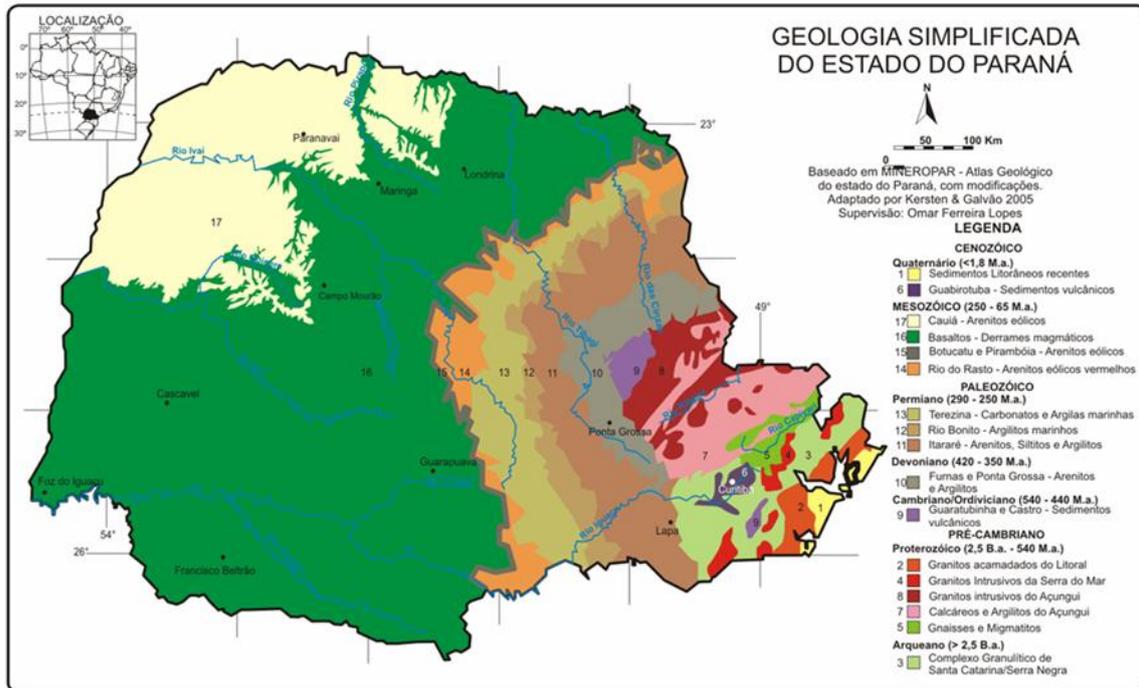


Fonte: Kersten, R. 2006 (perfil baseado em Maack 1950, mapa baseado em fontes diversas)

O Refúgio da Vida Silvestre dos Campos de Palmas (REVIS dos Campos de Palmas) está assentado sobre os basaltos da Grupo Serra Geral, um dos mais importantes grupos geológicos da Bacia Sedimentar do Paraná (ICMBio, 2012).

Essa bacia, ocupa uma área significativa dos estados do Paraná, Santa Catarina e outras regiões do Brasil, é uma bacia sedimentar intracratônica situada sobre a Plataforma Sul-Americana. Sua formação teve início no período Devoniano, há cerca de 400 milhões de anos, e se prolongou até o Cretáceo. Ao longo desse extenso intervalo de tempo, ocorreu a deposição e o acúmulo de sedimentos e lavas basálticas, gerando uma sequência de camadas geológicas que podem alcançar mais de 5.000 metros de espessura nas áreas mais profundas (Figura 3) (ICMBio, 2012).

Figura 3 Mapa Geológico do Estado do Paraná.

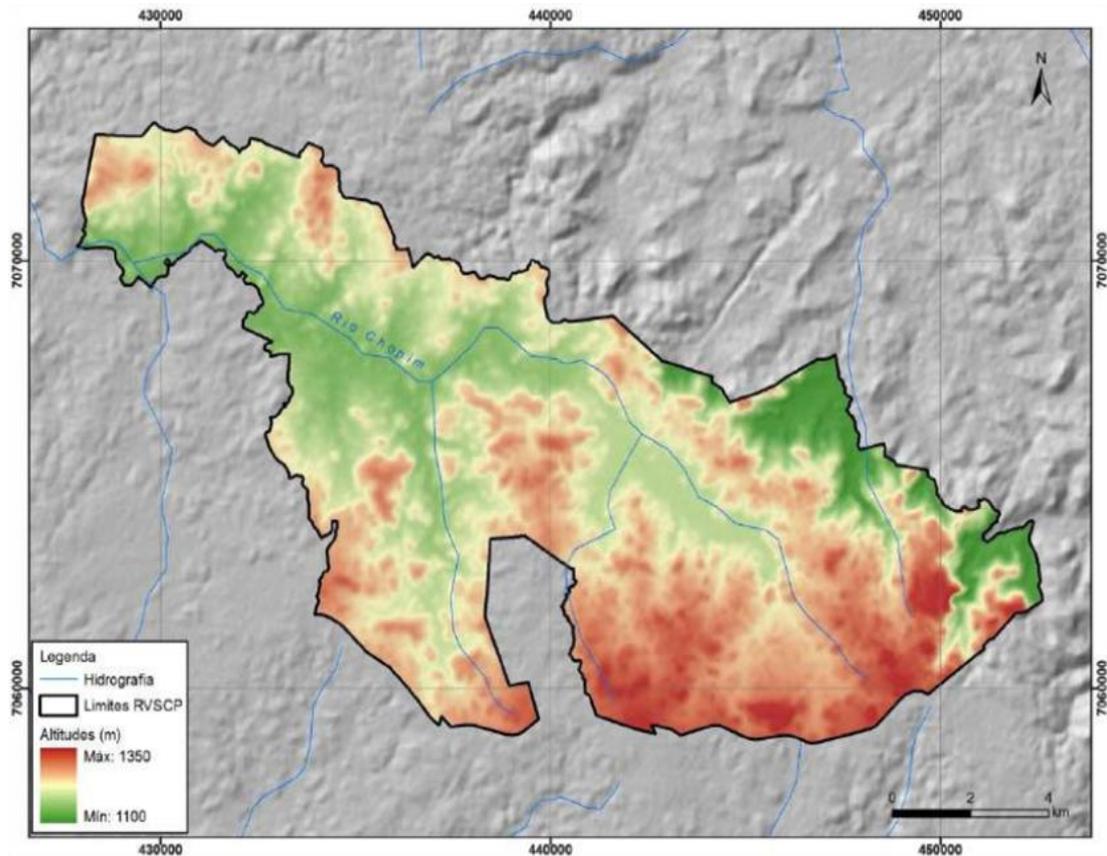


Fonte: adaptado por Kersten, R., 2006.

O REVIS dos Campos de Palmas apresenta características morfométricas e pedológicas que influenciam diretamente sua hidrografia e ecossistemas. As altitudes máximas na área chegam a 1.350 metros, concentrando-se nas regiões sul e sudeste (Figura 4).

As áreas mais baixas estão situadas nas regiões nordeste e centro-oste do refúgio. Indicando uma variação do relevo relevante para a dinâmica ecológicas e hidrográfica (ICMBio, 2012).

Figura 4 Altimetria e rede hidrográfica



Fonte: Plano de manejo REVIS dos Campos de Palmas, (2012)

Os solos predominantes no REVIS Campos de Palmas são: Cambissolos e Neossolos Litólicos (ICMBio, 2012). Essas classes de solo se caracterizam por serem pouco desenvolvidas. No caso de Neossolos Litólicos, o contato lítico (rocha matriz) é encontrado próximo a superfície, o que resulta em solos rasos e limitados em sua capacidade de suporte. A presença de afloramentos rochosos é comum (Figura 5), reforçando a ideia de solos incipientes e de baixa profundidade.

O REVIS abrange três importantes sub-bacias hidrográficas: os rios Chopim, Iratim e Jangada, todos afluentes da margem esquerda do Rio Iguaçu. Essas sub-bacias são fundamentais para a manutenção dos ecossistemas locais e contribuem para a rica diversidade biológica da região (ICMBio. 2012).

Figura 5 Afloramento rochoso, REVIS dos Campos de Palmas.



Foto: Murara, (2021)

Uma característica marcante dos Campos de Palmas, é a ocorrência de extensas áreas de banhado (Figura 6). Essas áreas alagadas são indicativas de solos rasos e permeáveis, permitindo o afloramento da água subsuperficial. Por isso, são consideradas ecossistemas sensíveis, sendo essenciais para a regulação do regime hídrico local e preservação da biodiversidade. A fragilidade dessas áreas requer uma atenção especial em relação a atividades antrópicas, visando evitar a degradação dos recursos hídricos e dos ecossistemas associados (ICMBio, 2012).

Figura 6 Área alagada, REVIS dos Campos de Palmas.



Foto: Murara, (2021)

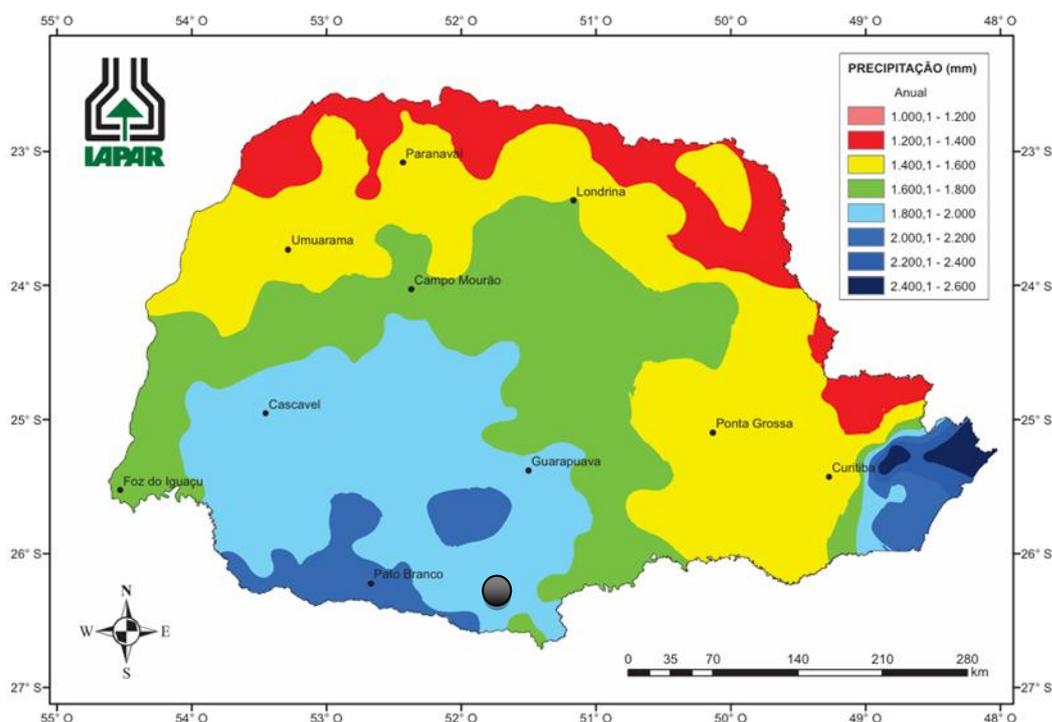
A área do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas e entorno estão localizados em uma das regiões mais frias do estado do Paraná. As temperaturas médias anuais variam entre 15º e 16ºC, caracterizando um clima mais ameno em comparação com outras regiões o estado (ICMBio, 2012).

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região é caracterizada como Cfb – um clima temperado chuvoso e moderadamente quente. Essa classificação indica um clima úmido durante todas as estações do ano, com verões de temperatura moderadamente quentes. Esse tipo climático é típico de áreas com significativas variação sazonal e alta umidade relativa, fatores que influenciam diretamente a vegetação e as dinâmicas ambientais locais, (ICMBio, 2012).

A precipitação média anual na região do REVIS dos Campos de Palmas (Figura 6) varia entre 1.800 a 2.000 mm (SIMEPAR, 2012). Esse volume de chuva é significativo e, combinado com as temperaturas amenas, contribuem para a manutenção dos Campos Naturais e dos banhados que caracterizam o refúgio. Esses fatores climáticos são determinantes na formação e conservação da vegetação local, influenciando também as dinâmicas dos

solões e a hidrografia da área. Essas condições climáticas tornam a região uma área de grande interesse para estudos ecológicos e climáticos, reforçando a importância do monitoramento contínuo e da preservação do ambiente local, (ICMBio, 2012).

Figura 7 Precipitação média anual no Estado do Paraná



(IAPAR, 2019) o ponto está marcando o local do REVIS.

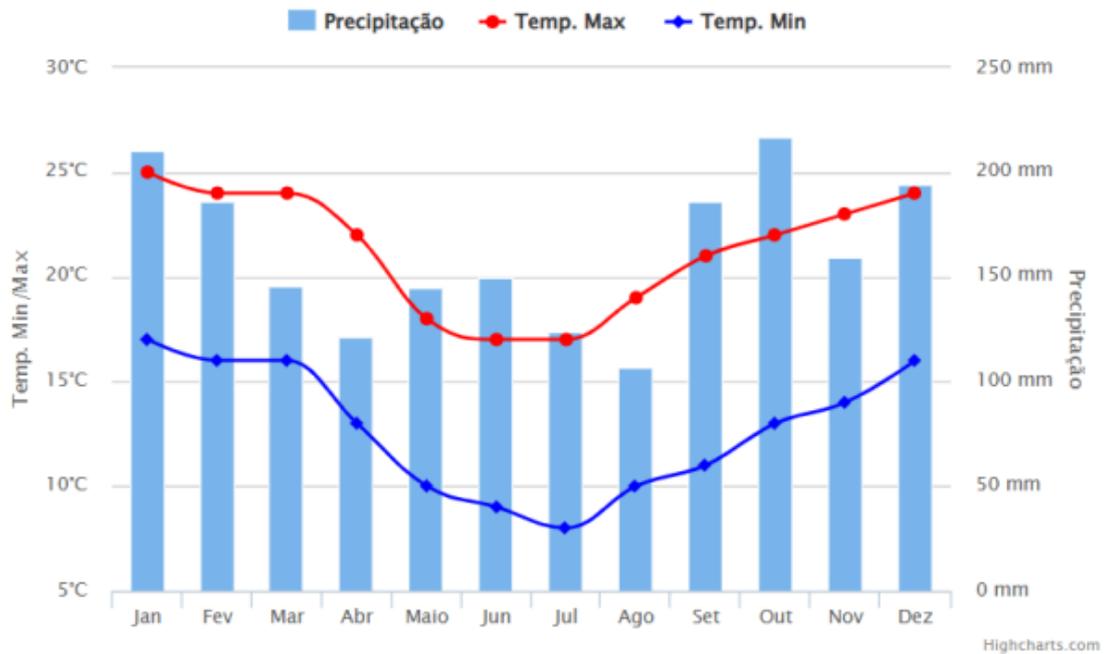
A análise dos padrões sazonais fornece informações valiosas sobre a variabilidade climática da região, sendo assim, o climograma de Palmas (figura 8) e o climograma de General Carneiro (figura 9) ilustram a variação anual da precipitação pluviométrica e das temperaturas fornecendo importantes informações sobre seu comportamento climático.

As médias climatológicas, obtidas a partir de uma série histórica de 30 anos, permitem identificar padrões sazonais bem definidos, como os períodos de maiores registros de precipitação pluvial na primavera-verão e menor registros no outono-inverno.

Esse padrão é acompanhado pela variação de temperatura e suas sazonalidades, de modo que caracteriza a região de estudo com primavera e

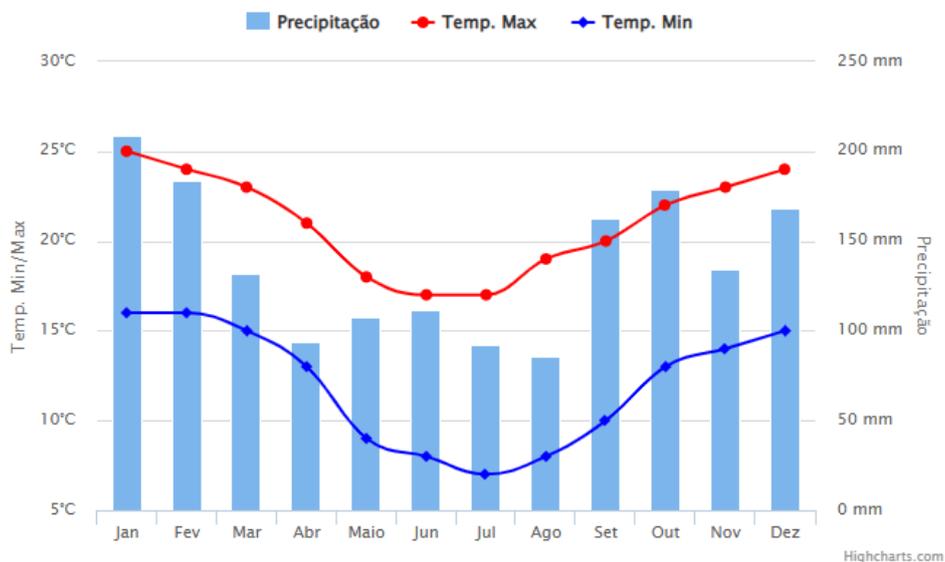
verão como chuvosos e os período de outono e inverno com menores registros de chuvas e diminuição das temperaturas.

Figura 8 Climograma de Palmas.



Fonte: CLIMATEMPO 2023

Figura 9 Climograma de General Carneiro.



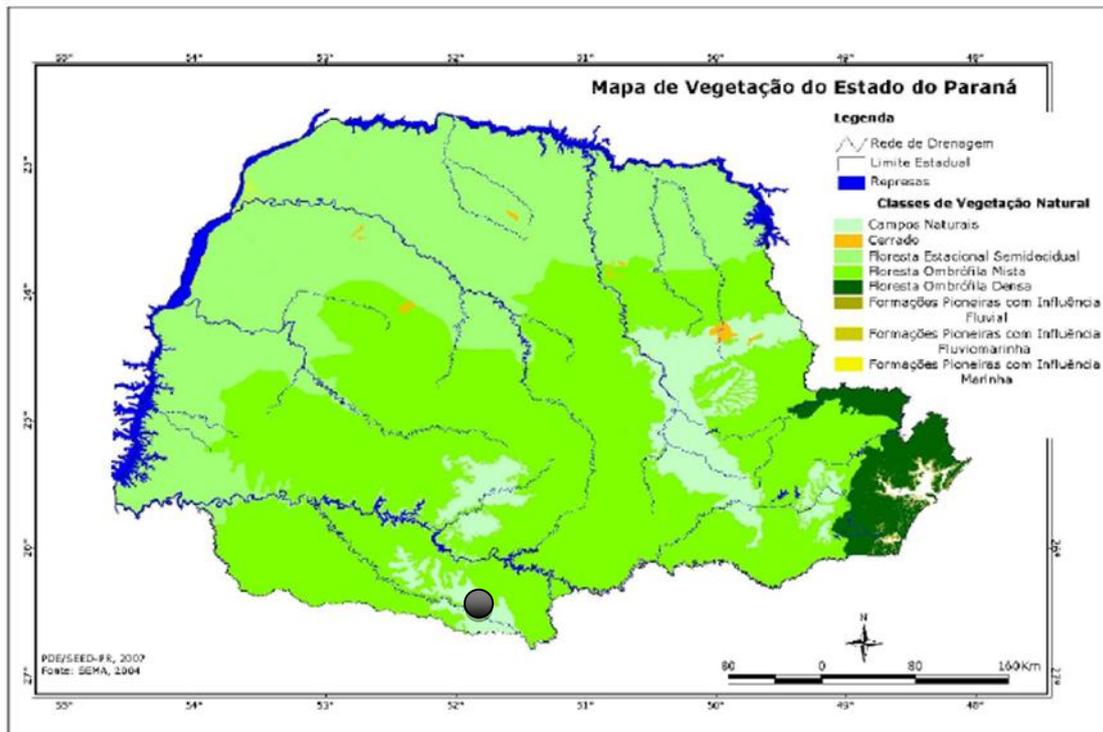
Fonte: CLIMATEMPO, 2023

A Unidade de Conservação (UC) Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas está inserida no Bioma Mata Atlântica, cuja vegetação principal é

composta por Campos Planálticos, intercalados por fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (figura 10).

Esses campos são caracterizados pelo predomínio de gramíneas e plantas rasteiras, que definem a fitofisionomia local (Figura 11). A presença de capões de Floresta Ombrófila Mista sugere um mosaico vegetacional, onde campos abertos alternam-se com áreas florestadas (ICMBio, 2012).

Figura 10 Mapa de vegetação do Estado do Paraná.



Fonte: Atlas do Paraná, (2007), o ponto está marcando o local do REVIS.

Figura 11 Fisionomia Capo formando mosaicos com os capões e florestas.



Fonte: Murara, 2021

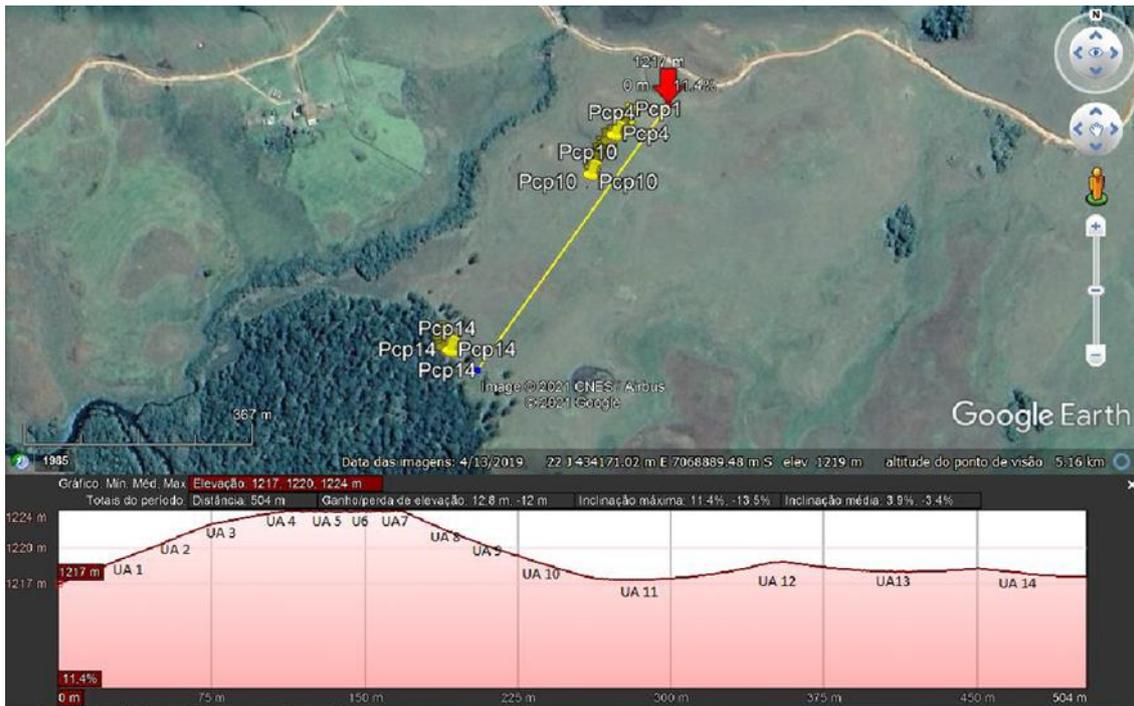
As famílias botânicas que se destacam, atualmente, em termos de número de espécies são: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Cyperaceae e Apiaceae, além de outras famílias com menor número de espécies (Campestrini, 2014). Essas famílias, com destaque para as gramíneas (Poaceae), são características de ambientes campestres e representam uma parte significativa da biodiversidade dos Campos Planálticos (Campestrini, 2014).

Estudos realizados na região apontam para um total de 234 gêneros foram encontrados, os principais foram *Baccharis*, *Paspalum*, *Rhynchospora*, *Eleocharis* e *Mimosa*. Ainda, as famílias com maior número de gêneros foram Asteraceae (44), Poaceae (33), Fabaceae (18), Cyperaceae (10) e Rubiaceae (7) (Campestrini, 2014).

Valerius (2021) avaliou a relação entre o relevo e espécies vegetais de um gradiente topográfico (figura 12) recoberto por vegetação campestre em área pertencente ao Refúgio de Vida Silvestre dos campos de Palmas. Por meio da análise de catorze parcelas ao longo do gradiente topográfico, distribuídas em Topo, Meia Encosta e Baixada do Relevo, foi realizado levantamento florístico de modo que as parcelas Topo e Meia Encosta

apresentaram maior representatividade e riqueza de espécies. As espécies por família mais representativas foram: Asteraceae (16) e Poaceae (31). As parcelas situadas na Baixada de Relevo apresentaram poucas espécies indicando que o número de espécies exclusivas nessa posição do relevo foi inferior em relação ao Topo e Meia Encosta (Valerius, 2021).

Figura 12 Gradiente topográfico estudado



Fonte: Valerius, (2021)

Nas parcelas situadas no Topo do Relevo foram encontradas 16 espécies exclusivas, ou seja, espécies observadas somente nessa posição do relevo. Ao todo foram contabilizadas 38 espécies nas parcelas de Topo. Isso se deve, à maior estabilidade do relevo na posição mais alta, propiciando a formação de solos mais profundos. Em relevos planos, pode haver solos rasos quando a região é muito seca, e a quantidade de chuvas não é o bastante para a formação de um solo profundo. Também podem ocorrer solos rasos em regiões planas, em climas muito chuvosos, quando os solos são formados a partir de rochas muito resistentes ao intemperismo. Em áreas de relevo plano há melhor acesso ao sol, o que pode proporcionar o aparecimento de espécies botânicas específicas. As famílias botânicas mais representativas encontradas no Topo foram Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae (Valerius, 2021).

Já na posição de Meia Encosta foram encontradas um total de 50 espécies, sendo 16 espécies exclusivas nessa posição do relevo. São áreas declivosas, onde uma grande quantidade da água escorre pela superfície, provocando processos erosivos e prejudicando a formação do solo, sendo estas áreas ocupadas por solos rasos. Geralmente está associada a solos bem drenados e em superfícies planas elevadas. Apresentam espécies seletivas e muito sensíveis às mudanças nas características dos solos, formando agrupamentos vegetais típicos nas diferentes zonas. A vegetação é caracterizada por uma cobertura herbácea contínua, composta principalmente por espécies gramíneas e que podem estar dispersas por subarbustos isolados ou em pequenos agrupamentos (ICMBio, 2012). Entre as famílias botânicas mais significativas encontradas foram, Convolvulaceae, Melastomataceae e Oxalidaceae (Valerius, 2021).

Oliveira (2024) conduziu um estudo sobre a chuva polínica presente nas amostras de superfície do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas, por meio de amostras de solo coletadas em diferentes tipos de cobertura vegetal, distribuídas em cinco pontos estratégicos da Unidade de Conservação. As coletas ocorreram campo localizado em alta vertente; área de transição entre campo e floresta; interior da floresta; borda de uma lagoa; e um campo situado em baixa vertente. A análise dessas amostras teve como foco identificar grãos de pólen e esporos depositados no solo pela atmosfera local, avaliando tanto os tipos predominantes quanto sua representatividade no ambiente (Oliveira, 2024).

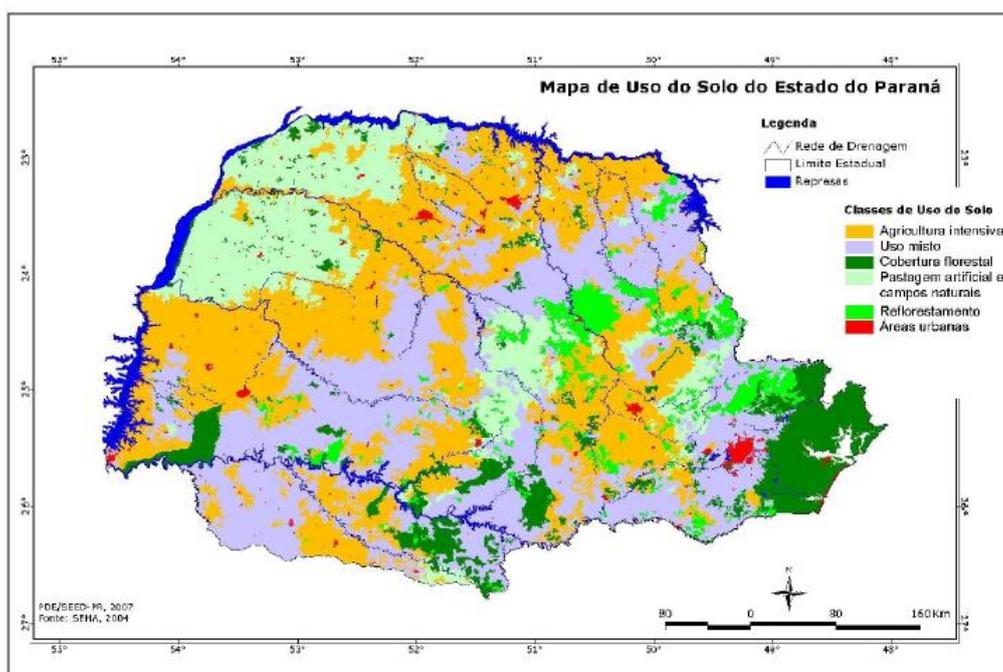
Os resultados indicaram a presença, ainda que em menor proporção, de espécies de *Araucaria angustifolia* e *Ilex paraguariensis* características da Floresta Ombrófila Mista, com maior predominância de táxons típicos de áreas campestres grão de pólen do gênero *Baccharis* aparecerem nas cinco amostras, este gênero pertence à família Asteraceae, constituída por ervas, subarbustos, arbustos e menos frequentemente árvores ou lianas; são comuns nos campos sulinos, sendo *Baccharis* e *Senecio* os gêneros mais comuns das formações abertas.

Sendo assim esses dados estão alinhados com os trabalhos de Campestrini (2014) e Valerius (2021) que apresentaram a predominância padrão de grãos de pólen pertencente à família Poaceae, principal vegetação de áreas campestres.

A flora dos Campos Planálticos é notável pela presença de endemismos e de espécies ameaçadas de extinção. A conservação de áreas naturais para diferentes usos, como agricultura, pecuária e silvicultura, tem pressionado essas espécies, o que reflete uma situação semelhante à observada nos Campos do Pampa (Boldrini et al., 2009), no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

No estado do Paraná, a intensa ocupação do solo (figura 13) resultou na redução significativa da cobertura vegetal original, restando apenas áreas preservadas em parques ou em faixas associadas a cursos de água, como as matas ciliares. Esse processo de transformação acelerada da paisagem foi impulsionado pela colonização, pela construção de rodovias e ferrovias, e, sobretudo, pelo avanço das atividades agrícolas (Atlas do Paraná, 2007).

Figura 13 Mapa de Usos do Solo do Estado do Paraná.



Fonte: ATLAS DO PARANÁ, 2007

A substituição dos ecossistemas naturais por atividades antrópicas leva à redução da diversidade de espécies, ressaltando a importância da preservação dos Campos Naturais (Boldrini *et al.*, 2009).

3. Revisão da Literatura

3.1 Palinologia em estudos paleoambientais

A Palinologia é a “ciência que estuda grãos de pólen e esporos”, conforme definição de (Salgado-Labouriau, 2001) por isso abrange múltiplas áreas de estudo devido à grande variedade de características morfológicas presentes nos grãos de pólen”, o que permite a identificação de famílias, gêneros e espécies (Plá Junior et al., 2006).

O desenvolvimento da Palinologia e suas aplicações além da estratigrafia no início do século XX pode ser atribuído a Lennart Von Post geólogo, que foi o primeiro a reconhecer que a variação dos grãos de pólen na composição dos depósitos de carvão era uma função da vegetação e das mudanças climáticas. Lennart Von Post realizou este trabalho no sul da Suécia para demonstrar a importância do pólen fóssil como ferramenta para interpretar a história do clima e da vegetação. Este trabalho mostrou que através de levantamentos de turfeiras é possível coletar amostras em diferentes profundidades e, após tratamentos químicos adequados, identificar e contar grãos de pólen para reconstruir a flora e assim o clima da área estudada (Salgado-Labouriau, 1961).

A Palinologia de sedimentos é uma ferramenta muito importante nesta pesquisa porque permite o estudo de organismos indicadores paleoambientais. Isto porque o pólen e os esporos apresentam uma morfologia associada à espécie de origem, nomeadamente uma parede celular resistente (exina), que além de ser produzida em grandes quantidades permite que as partículas sejam preservadas no sedimento, permitindo análises quantitativas. Essas características fornecem a base para a paleopalínologia. Portanto, grãos de pólen e esporos da vegetação de uma área específica, à medida que se dispersam na atmosfera e caem no ambiente apropriado, registram mudanças correspondentes na vegetação ao longo de séculos e milênios, refletindo o ambiente e o clima (Spalding, 2011).

Portanto, alguns ambientes são mais adequados para a preservação de palinómorfs. No entanto, ao fazer interpretações sobre associações de pólenes fósseis, é importante ter conhecimento da natureza do local de deposição, uma vez que o tipo de sedimento afeta a forma como é preservado e transportado.

Os principais ambientes deposicionais que podem ser considerados adequados para trabalhos em palinologia de quaternário são marinho, lacustre, fluvial e turfoso (Bauermann et al., 2002).

3.2 Período Quaternário

O Quaternário é formado por dois períodos de tamanho desigual. O mais antigo, chamado Pleistoceno teve início há 2,58 milhões de anos e vem em seguida ao Plioceno (figura 14). E o Holoceno o período mais recente que abrange os últimos 11,7 mil anos de história da Terra (Gibbard et al., 2010). Sendo o período geológico mais recente e mais curto da história da Terra (últimos 2,58 milhões de anos) (Gibbard et al., 2010).

Figura 14 Quaternário e suas subdivisões.

Período	Época	Idade	Idade numérica da base do período (Ma)
Quaternário	Holoceno	<i>Meghalayan/Superior/Final</i>	0.0042
		<i>Northgrippian/Médio</i>	0.0082
		<i>Greenlandian/Inferior/Inicial</i>	0.0117
	Pleistoceno	<i>Stage 4</i>	0.129
		<i>Chibanian</i>	0.774
		<i>Calabrian</i>	1.80
		<i>Gelasian</i>	2.58

Fonte: Elaborado por Graef (2020) com base em Cohen et al., 2020.

O Quaternário, por ser o período mais recente, contém o maior número de informações paleoambientais e torna-se o foco das investigações paleoambientais devido ao fato de estar intimamente relacionado com a história de ocupação humana. Por consequência, é caracterizado pela gênese dos impactos ambientais advindos de suas ações sobre o meio (Domingos, 2014).

Portanto, entender os ecossistemas do passado por meio de estudos estratigráficos dos palinomorfos (grãos de pólen e esporos) em sedimentos pode ajudar a compreender a evolução ecológica de uma área e como ela pode ter mudado (Vidotto, 2008).

As mudanças climáticas quaternárias causaram modificações importantes

na dinâmica da superfície terrestre. Os primeiros estudos sobre as mudanças climáticas no mundo ocorreram há mais de um século (Suguio, 2010), sobre as glaciações nos Alpes (Penck e Brucner, 1909), no qual os autores descreveram e interpretaram aspectos geomorfológicos e estratigráficos sobre os sedimentos glaciais e dos paleossolos intercalados.

No século XX, outros vários pesquisadores da Escandinávia, Sécia e da Finlândia realizaram estudos acerca do Quaternário (Suguio, 2010). Aspectos sedimentológicos e palinológicos foram aplicados nas pesquisas sobre flutuações dos paleoclimas e dos paleoníveis marinhos, que impulsionaram os estudos do Quaternário na região (Suguio, 2010).

Nos Estados Unidos da América, destaca-se entre outros G. K. Gilbert, que investigou vários tópicos do Quaternário e, em 1890, estudou deltas lacustres, os quais em sua homenagem, são denominados também deltas tipo Gilbert (Suguio, 2010).

No Brasil destaca-se o trabalho pioneiro de Branner (1904) que publicou o estudo mais completo sobre as rochas praias (beach-rocks) do litoral do Nordeste brasileiro (Suguio, 2010).

O estudo das variações vegetacionais e climáticas ocorridas no Quaternário tardio no Brasil é essencial para entender as dinâmicas ambientais ao longo do tempo, especialmente devido à biodiversidade única da região. A análise palinológica combinada com datações radiocarbônicas, trouxe avanços significativos nas últimas décadas (Souza et al., 2005).

Todas essas oscilações climáticas ocorridas no Quaternário alteraram o balanço dos processos pedológicos e morfogenéticos, uma vez que se refletiram na acentuação ou recuo de adições, transformações, translocações e perdas de matéria e energia nos sistemas. As glaciações do Quaternário representam eventos climáticos de grande impacto, influenciando profundamente os ecossistemas e a geografia do planeta.

Esses períodos de glaciação, alternados com intervalos interglaciais, foram determinados por fatores astronômicos descritos pelos ciclos de Milankovitch quais sejam: a obliquidade da eclíptica, precessão dos equinócios e excentricidade da órbita terrestre (Salgado-Labouriau, 1994).

Os conhecimentos adquiridos sobre o período do Quaternário revelam que o globo passou por grandes transformações, ora apresentando climas mais

quentes, ora climas frios, com amplitudes variadas, conferindo à climatologia quaternária um caráter oscilatório evidenciado por numerosas flutuações climáticas (Costa Júnior, 2008).

Trabalhos mais atuais publicados no Brasil e no exterior (Colinvaux et al., 1996; Behling, 1995; Behling, 1997; Behling e Lichte, 1997; Ledru et al., 1998; Parizzi, Salgado-Labouriau e Kohler, 1998; Behling, 2003; Nunes et al., 2012), mostram que o globo passou por essas grandes modificações modelando a parte terrestre, dos solos, do regime hídrico, da flora e da fauna, por isso, para compreender melhor a parte dos solos e da evolução da paisagem, deve-se considerar que as paisagens regionais e locais foram produzidas, dentre outros fatores, pela interação entre processos paleoclimáticos e tectônicos (Nunes, Boas e Silva, 2012).

Portanto, essas mudanças climáticas foram identificadas devido a integração de análises palinológicas às análises estratigráficas, importantes ferramentas para reconstruir a história da vegetação e do ambiente numa determinada região. Várias localidades do sul do Brasil foram estudadas por meio de tais análises.

3.3 Paleoclimatologia no Sul do Brasil

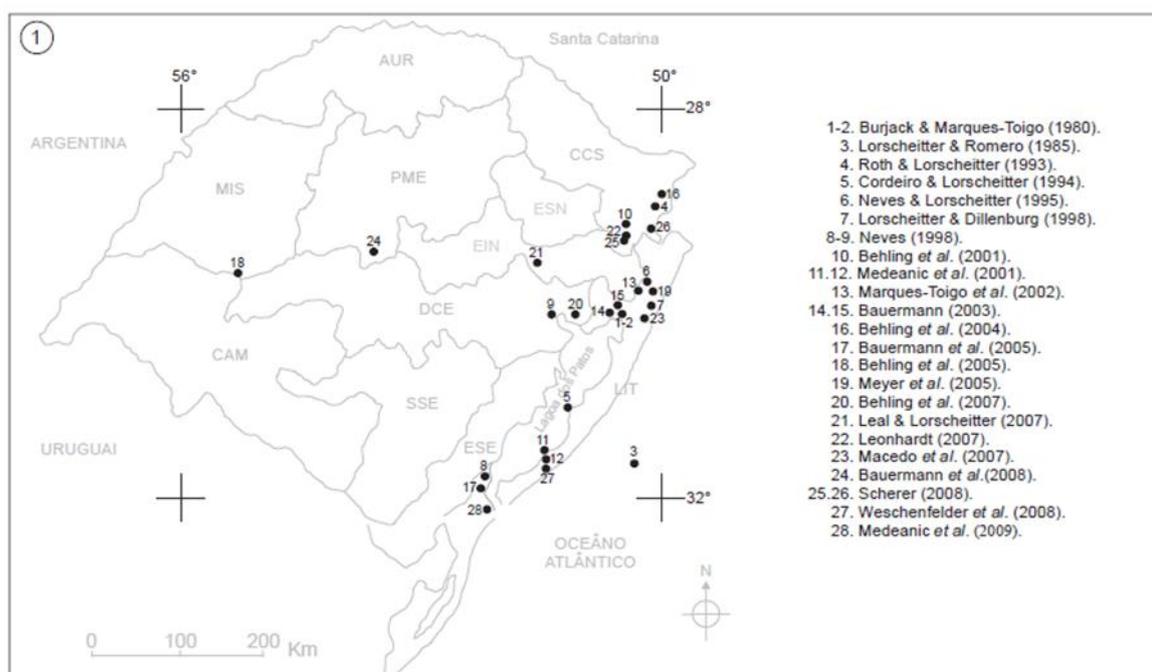
No Brasil, estudos sobre as dinâmicas vegetacionais e os paleoclimas relacionados, com base em análises palinológicas de depósitos quaternários, tiveram um grande progresso desde a década de 1990.

O estado do Rio Grande do Sul foi o pioneiro nos estudos de Palinologia de Quaternário no Sul do Brasil (Garcia et al., 2024). Bauermann et al. (2009) e Macedo et al. (2010) em seus trabalhos de síntese sobre o tema no estado do Rio Grande do Sul analisaram 25 estudos (figura 15). A maior parte foi desenvolvida na planície costeira ou na região do planalto sob influência do sistema atmosférico atlântico. Esses trabalhos que permitem traçar quadro de evolução paleoambiental dos últimos 40 mil até o presente.

Behling et al. (2004) realizaram análises palinológicas em sedimentos quaternários provenientes de uma turfeira localizada em Cambará do Sul, no Planalto Sul-Riograndense. O nível mais antigo desses sedimentos foi datado em 42.840 anos AP. Durante o Pleistoceno, a vegetação campestre predominava amplamente, com raros registros de grãos de pólen de árvores

típicas da Floresta com Araucária, o que indica condições climáticas frias e secas. Na transição entre o Pleistoceno e o Holoceno, os pesquisadores também observaram o predomínio da vegetação campestre. No entanto, os dados polínicos sugerem um clima mais quente e seco nesse período, possibilitando a migração gradual de elementos da floresta de araucária através dos vales. Já no Holoceno tardio, a partir de aproximadamente 3.500 anos AP, tornou-se mais evidente a expansão das espécies florestais na região (Behlin et al., 2004).

Figura 15 Trabalhos sobre a palinologia do quaternário no Rio Grande do Sul.



Fonte: Macedo, 2009

Behling et al. (2005) realizaram um estudo em um depósito turfáceo na região da Campanha, no Rio Grande do Sul, localizado em São Francisco de Assis, com uma datação basal de 20.814 ± 211 anos AP. Os resultados indicaram um clima frio e seco no final do Pleistoceno, seguido por condições quentes e secas na transição para o Holoceno. Aproximadamente em 5.170 anos AP, ocorreu uma mudança climática para condições mais úmidas, evidenciada pela expansão das florestas de galeria na região (Macedo, 2009).

Bauermann et al. (2008) investigaram um depósito turfáceo localizado em São Martinho da Serra, no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, cuja datação basal foi de 3.231 ± 42 anos AP. As análises palinológicas realizadas

na área indicaram que as formações florestais da região provavelmente se concentravam ao longo dos cursos d'água, formando matas de galeria, ou em áreas úmidas das baixadas, compondo pequenas manchas florestais. A expansão e diversificação dos elementos florestais, associadas a um aumento na umidade, foram registradas principalmente após cerca de 1.574 ± 42 anos AP (Macedo, 2009).

Já no estado de Santa Catarina, as pesquisas de Palinologia do Quaternário demonstram uma maior concentração espacial na planície litorânea, abrangendo o litoral sul, o litoral norte, o norte do estado, a região da Serra do Tabuleiro e a borda do Planalto (Graeff, 2021). No entanto, os estudos realizados na região oeste do estado ainda são escassos e recentes (Figura 16).

Figura 16 Sítios Paleopalínológicos no Estado de SC.



Fonte: Graeff, 2021

Estudos realizados no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, leste de Santa Catarina (Jeske-Pieruschka et al., 2013), no Planalto dos Campos Gerais em Lages (Perin, 2019), na Floresta Nacional de Chapecó (Eidt, 2019) e no

Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (Lima, 2010), estabelece cenários paleoambientais com predomínio de vegetação composta por táxons campestres (variando entre cerca de 80% na transição do Pleistocenos e 60 % na transição ao Holoceno Médio). Neste mesmo período é identificada a contração dos Campos e a expansão das áreas florestais (Graeff, 2021).

Nas áreas do Morro da Igreja e Serra do Rio do Rastro, o domínio da vegetação campestre continuou até cerca de 1.000 anos AP. E na Serra da Boa Vista houve uma expansão de elementos da Floresta, seguida por florestas de Araucárias do Holoceno inicial. Nas planícies costeiras, a vegetação do Pleistoceno Superior é dominada por Myrtaceae, que foram substituídas por táxons tropicais no Holoceno (Behling, 1995).

Também no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (Lima, 2010) observou-se uma expansão da área florestal durante o Holoceno médio de menos de 20% no início para mais de 70% na transição para o Holoceno superior) e uma retração da área de campo (aumentando de 90% no início para cerca de 30% na transição para o Holoceno superior), devido à redução das famílias, Asteraceae, e Apiaceae aos campos, e ao aumento do género *Weinmannia*, representando os táxons florestais.

No município de Campo Alegre (Lima, 2010) a expansão das florestas e a redução dos campos, que ainda assim é a formação mais comum na área. Uma característica significativa da expansão florestal é a redução dos campos resultante do aumento do número de Melastomataceae e da diminuição do número da família Poaceae.

No estado do Paraná (Behling, 1997) estudos na Serra dos Campos Gerais (Bertoldo, 2010) identifica registros paleoambientais no município de Pato Branco (SW PR). Na Serra dos Campos Gerais (PR), levantamentos palinológicos revelaram que no período entre 12.480 e 9.660 anos AP, a vegetação campestre dominou, com possíveis manchas dispersas de floresta tropical Atlântica e Araucárias nos vales, indicando climas mais secos e 3 a 5°C mais frio que o presente. Entre 9.660 e 2.580 anos A. P, os registros indicam o domínio dos campos nas montanhas e a expansão das árvores da floresta tropical úmida nos vales, indicando um clima mais quente e possivelmente um aumento da precipitação anual. No Holoceno Superior (2.580 a 1.530 anos A.P) a expansão da Floresta com Araucária foi associada a uma possível

mudança para um clima úmido mais persistente com a estação seca mais curta. A expansão mais significativa da Florestas com Araucária, formando um mosaico de campos e ilhas florestais nas montanhas, ocorreu apenas nos últimos 1.500 anos A.P., indicando um clima com alta precipitação, sem uma estação seca anual significativa (Behling, 1997).

Além disso, com base nos resultados obtidos por Bertoldo (2010), constatou-se que as regiões sudoeste e sul do estado do Paraná preservam registros paleoambientais, sendo que neste estudo esses registros datam do final do pleistoceno. O registro palinológico sugere que a vegetação campestre provavelmente ocupou a área e região de estudo durante o final do pleistoceno, inferindo um clima relativamente mais seco do que durante o holoceno. Durante o Holoceno, a existência das florestas nunca foi interrompida, aparecendo ora mais abertas e ora mais fechadas, diferente da maioria dos resultados de outros estudos que mostram a presença de campos no final do Último Máximo Glacial (UMG) e durante o Holoceno.

Portanto pode-se observar que há muito que se avançar ainda nesses estudos dessa região e é importante destacar ainda que não há nenhum trabalho de Palinologia do Quaternário no REVIS dos Campos de Palmas.

4. Materiais e métodos

4.1 Coleta de dados

A primeira etapa da pesquisa envolveu a coleta de dados que dariam suporte a revisão da literatura. Optou-se pela busca bibliométrica da produção científica sobre estudos paleoclimáticos que utilizaram da palinologia como ferramenta de análise no estado do Paraná. Foram consultadas as bases de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). Utilizando os filtros: “Dissertação” e “Tese” no BDTD e “Artigos” para o CAFe.

Para o levantamento realizou-se busca com as combinações de termos de pesquisa, em inglês, espanhol e português e a delimitação temporal abrangendo o limite máximo dos bancos de dados sendo o período de 1889 a 2023 para o BDTD e período de 1997 a 2023 para a CAFe. A consulta envolveu as palavras paleoclimatologia, paleovegetação, palinologia e estado do Paraná.

4.2 Coleta das amostras

A segunda etapa da coleta de dados, o testemunho propriamente dito, envolveu uma etapa de gabinete, anterior a realização do trabalho de campo. Inicialmente, com auxílio de imagens do Google Earth, foram identificados três possíveis locais de testemunhos de sondagem. Por fim, a seleção da área de coleta (um único ponto) (figura 17) foi definida em campo com intuito de validar os locais pré-selecionados a priori.

Figura 17: Mapa do Local onde está inserido o Testemunho



Fonte: Google Earth (2025)

Para atender aos objetivos desta pesquisa, foi realizado um trabalho de campo no Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (REVIS dos Campos de Palmas) localizado no município de Palmas, Paraná, Brasil. A coleta do testemunho sedimentar ocorreu em uma área de turfeira (Figura 18), utilizando um coletor do tipo Russian.

Figura 18: Vista parcial da turfeira



Fonte: Murara, 2021

O amostrador *Russian* (Figura 19), um aparelho coletor que é composto por uma cápsula tubular de 50 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro (Figura 20). O testemunho coletado apresentou 5 amostras totalizando 255 cm de profundidade (Figura 19).

Figura 19 Ponto de Coleta da amostra com o coletor Russian



Fonte: Murara, 2021

Figura 20 Imagem do testemunho coletado em local da turfeira



Fonte: Murara, 2021

Figura 21: Datações radiocarbônicas e idades calibradas usadas para o controle cronológico do testemunho do REVIS dos Campos de Palmas.

Código do laboratório	Profundidade (cm)	Material	Idade ¹⁴ C BP	C idade (C BP)
252947	RCP01 172 cm .22mgC	Sedimento	11055 ±45	12.939
252948	RCP01 255 cm .17mgC	Sedimento	14150 ±90	17.183

Fonte: Autora, 2024)

4.3 Processamento químico

Os testemunhos foram analisados por meio de técnicas palinológicas descrita por Faegri e Iversen (1975). De modo resumido a técnica consiste no processamento químico das amostras, montagem de lâminas, análise quantitativa e análise qualitativa.

O processamento químico ocorreu por meio da retirada de cerca de 0,5 cm³ de subamostra dos testemunhos. Essas subamostras foram inseridas em tubos Falcon (Figura 22), que por sua vez foram identificados já que as subamostras, foram coletadas a cada 4 cm nos testemunhos.

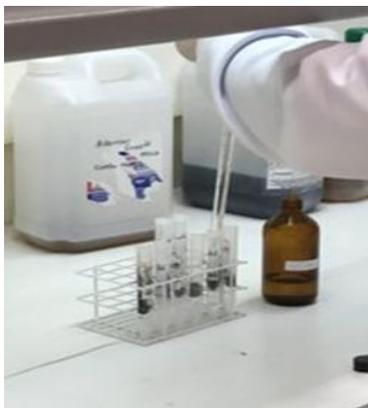
Esta etapa do processamento químico é responsável pela destruição da intina (parte interna da parede do grão de pólen) e do conteúdo do grão de pólen, é realizado um tratamento com ácidos e bases (Figura 21) para remover substâncias como sílica, ácidos húmicos, matéria orgânica, carbonatos que podem estar presentes nos sedimentos, e em seguida é utilizada a água destilada e o equipamento da centrífuga.

Figura 22: Amostras no tubo Falcon



Fonte: (Murara, 2021)

Figura 23: Tratamento das amostras com ácidos para as análises palinológicas



Fonte: (Murara, 2021)

4.4 Análise quantitativa e qualitativa

Com as amostras processadas, seguiu-se a montagem das lâminas em meio de gelatina glicerinada (Figura 22). As lâminas foram analisadas em microscópio óptico (aumento de 400 e 1000x). Essa etapa caracterizada como qualiquantitativa é realizada por meio da contagem de 300 grãos de pólen em cada lâmina, sendo que os esporos serão contados à parte. Para a etapa qualitativa, a identificação dos palinomorfos foi efetuada por meio da RCPol – Rede de Catálogos Polínicos Online.

Após esta etapa de identificação (qualitativa) os táxons foram agrupados de acordo com suas afinidades ecológicas em hábitat e posterior elaboração do diagrama de porcentagem, elaborado por meio do software TILIA versão 2.0.4.

Figura 24: Montagem das lâminas para as leituras palinológicas



Fonte: (Autora, 2023)

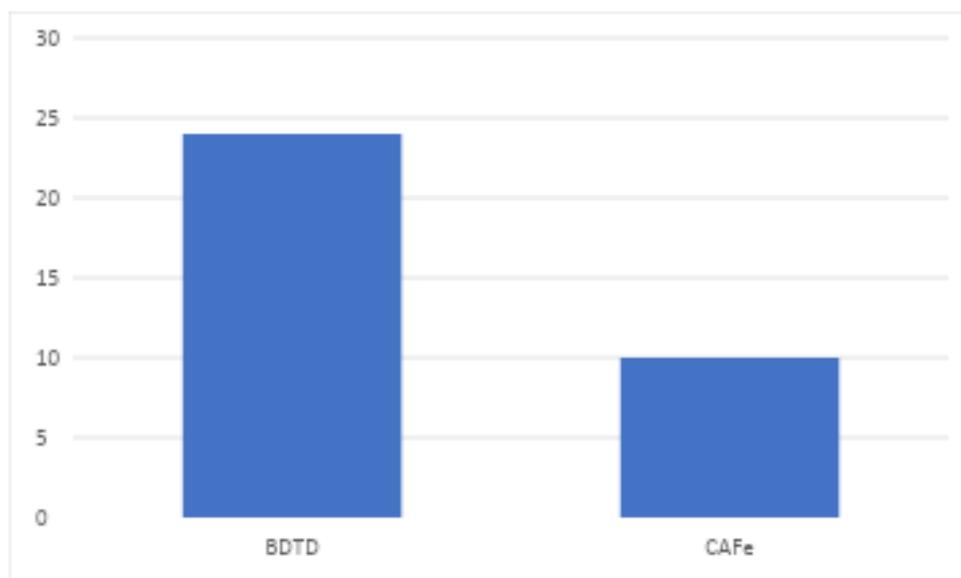
5. Apresentação dos resultados

5.1 Levantamento bibliométrico

O levantamento bibliométrico revelou um total de 24 trabalhos acadêmicos (Figura 25) entre teses e dissertações (BDTD). Já para as fontes de informações do periódico (Figura 25) resultou em 10 artigos (CAFe), de modo que os artigos são muitas vezes produtos das teses e dissertações.

Esses estudos evidenciam a aplicação da palinologia em diferentes contextos, contribuindo para o entendimento da história ambiental e da biodiversidade do estado. Porém chegou-se a esse resultado dos trabalhos mais próximos relacionados somente aos estudos de paleoclimatologia-palinologia a partir da análise de grãos de pólen e esporos.

Figura 25: Produção científica sobre paleoclimatologia-palinologia no Estado do Paraná



Fonte: autora, (2024)

Esse resultado reforça a escassa literatura sobre a temática na área de estudo e no Estado do Paraná, com relação aos estudos de palinologia e paleoclimatologia. Cabe destacar que pesquisas em paleoclimatologia por meio de outros *proxy* existem e não foram aqui contabilizadas, uma vez que utilizam de outros métodos de análise e nosso objetivo era compreender quantitativamente os estudos em palinologia no estado do Paraná.

A pesquisa focou especificamente em estudos de Palinologia no estado do Paraná, dentro do contexto da paleoclimatologia. Isso significa que, embora existam diversos estudos paleoclimáticos na região, apenas aqueles que utilizaram a palinologia como proxy foram contabilizados.

Foram utilizados termos como *palinologia*, *paleoclimatologia*, *Paraná*, *reconstrução paleoambiental* e palavras-chave associadas, com o objetivo de encontrar estudos que relacionassem diretamente a análise de pólen e esporos com mudanças paleoclimáticas.

5.2. Análise palinológica

Embora as amostras tenham sido inicialmente processadas em intervalos de 4 cm, decidiu-se analisá-las em intervalos de 8 cm para obter uma visão mais ampla do testemunho coletado. Essa decisão foi necessária devido à limitação de tempo para realizar a análise quantitativa e qualitativa dos palinomorfos.

Das 65 amostras, 34 foram analisadas em intervalos de 8 cm. Foram montadas e lidas 170 lâminas e 3 amostras foram consideradas estéreis, ou seja, não atingiram a contagem de 300 grãos de pólen.

Os 57 palinomorfos identificados no testemunho foram agrupados conforme suas afinidades ecológicas em Campos, Floresta, Samambaias, Briófitas e Algas. A análise de agrupamento dividiu o registro palinológico do testemunho em 3 fases ambientais: PALMAS I, PALMAS II e PALMAS III (figura 24).

Palmas I (com intervalo de 255 cm até 184 cm; 10 amostras):

Nessa fase (PALMAS I), abrange um recorte temporal de aproximadamente 3.600 anos no qual os táxons campestres apresentam uma expressividade superior aos demais, variando de 95% a 98%. Os grupos taxonômicos mais representativos incluem Poaceae (80,6% a 95%), *Baccharis* (1,3% a 9,7%), *Senecio* (0,3% a 1,6%), Apiaceae (1% a 0,7%), *Plantago* (0,3% a 3,7%), Fabaceae (1% a 5,3%) e Amaranthaceae com menor porcentagem (1% a 0,3%).

Na mesma fase, a Floresta apresenta uma variação de 1,3% a 4,3%, composta por Euphorbiaceae (0,7% a 4,2 %), Myrtaceae (0,3% a 2,7%). Além disso, há outros táxons menos abundantes na amostra, como *Vernonia* 1,6%, e Piperaceae com 0,7% (Figura 24).

As samambaias nesta fase são predominantemente representadas pelos gêneros *Blechnum* (0% a 6,3%), Esporo monolete (0% a 18,2%) e Esporo trilete (0% a 9,1%). As briófitas, são representadas unicamente pelo gênero *Sphagnum*, com uma variação de 37,5% a 9,1% (Figura 25).

Figura 24 Diagrama Palinológico do REVIS Campos de Palmas - Soma

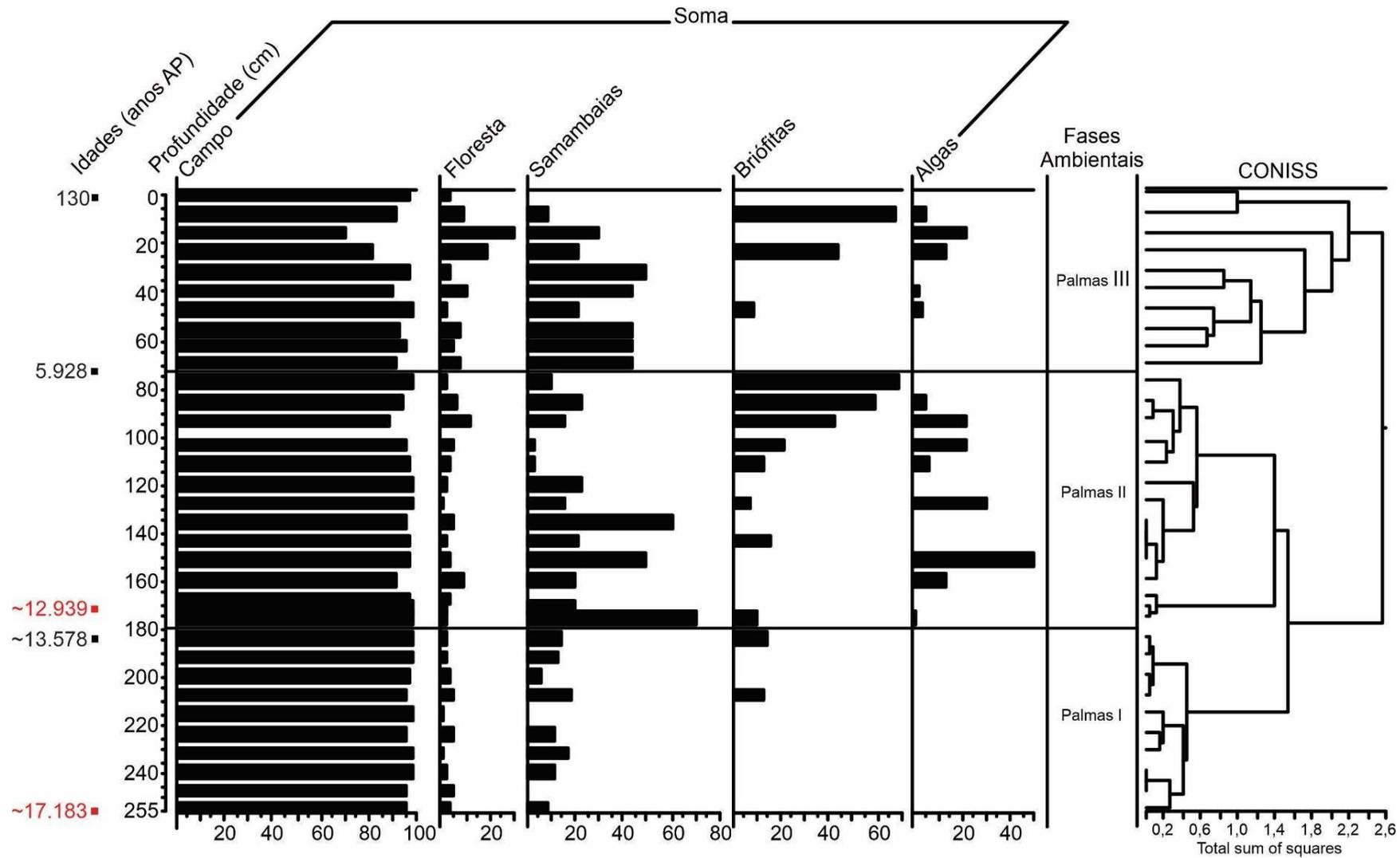


Figura 25: Diagrama Palinológico do REVIS Campos de Palmas – Campo e Floresta

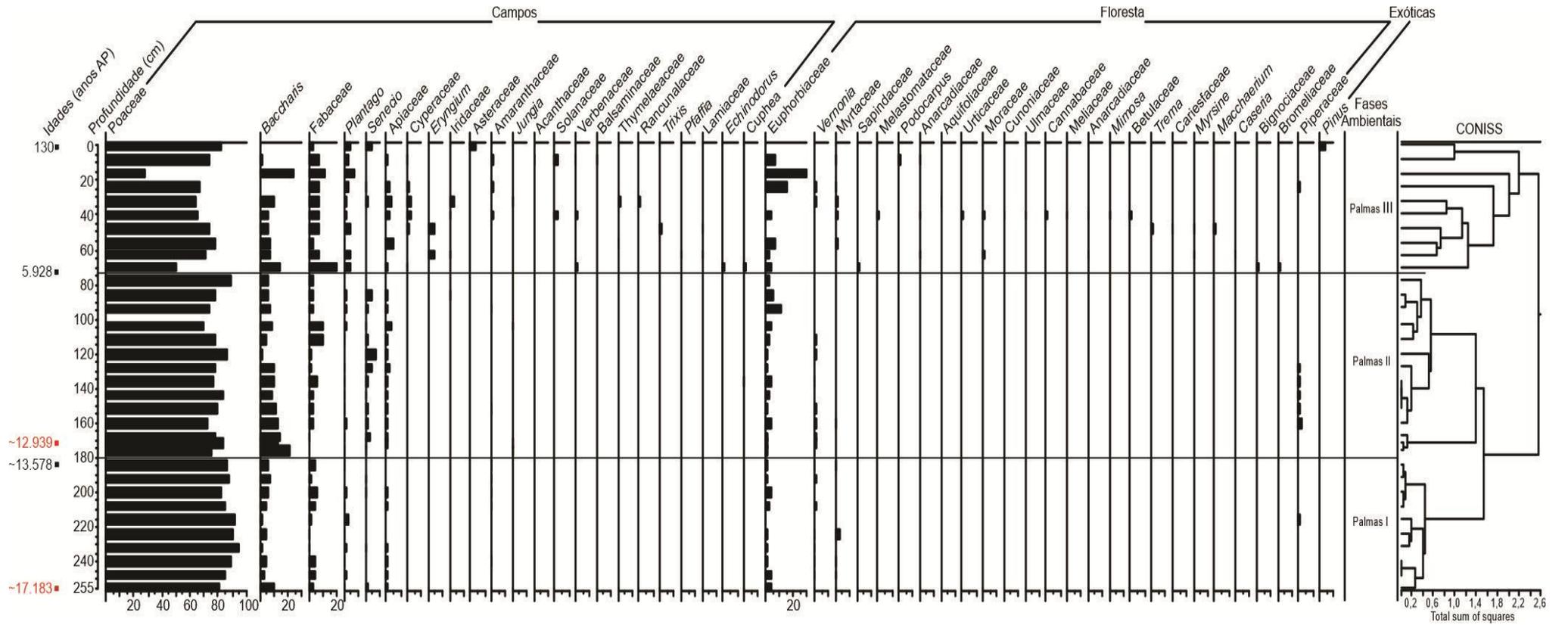
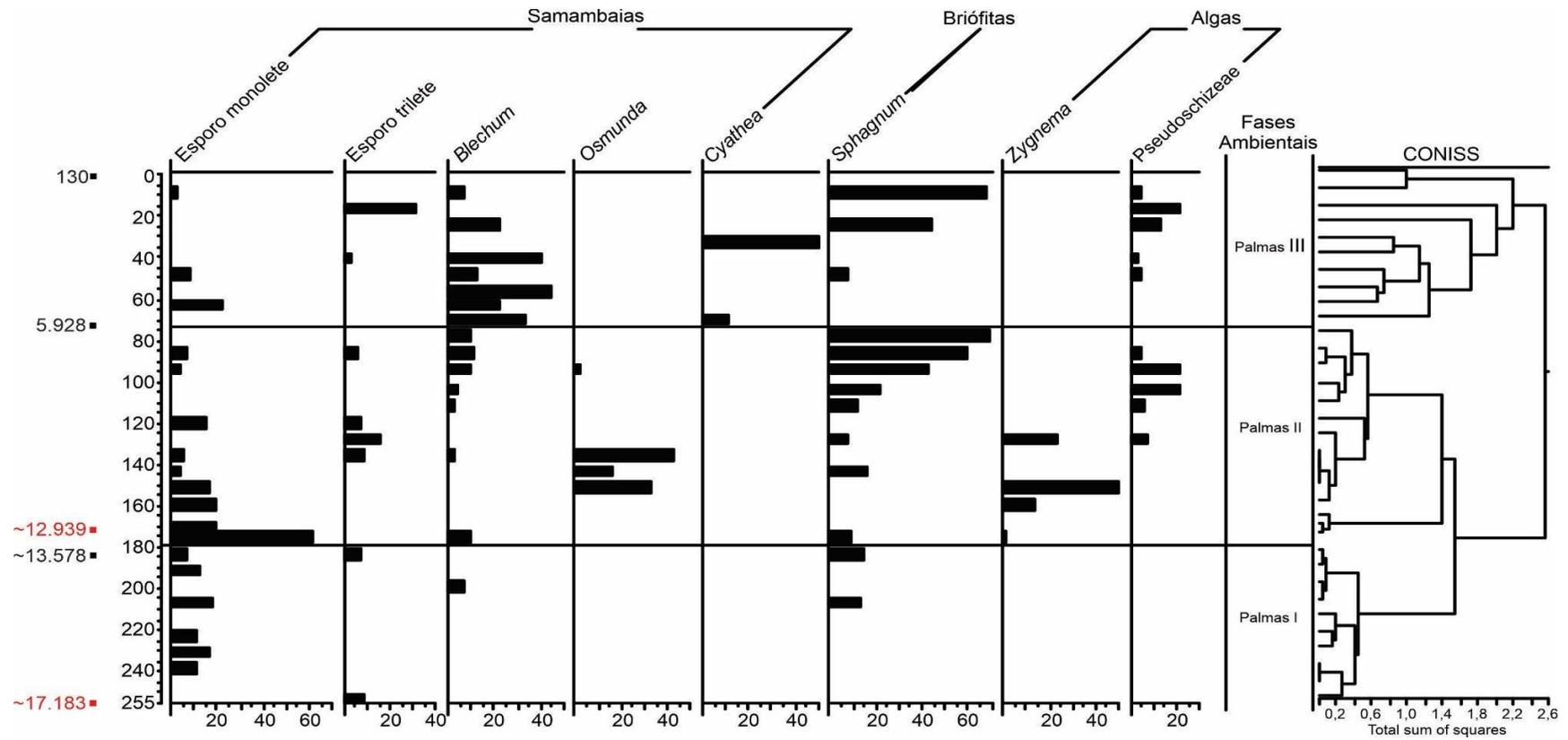


Figura 26: Diagrama Palinológico do REVIS Campos de Palmas - Esporos



Palmas II (com intervalo de 184 cm até 78 cm; 14 amostras):

Na fase (PALMAS II), abrangendo aproximadamente 7.600 anos, predominam os táxons campestres, apresentando uma variação mínima de (98,7% a 88,1%). Os dados de grãos de pólen mostram a seguinte distribuição, a família Poaceae com (79,3% a 70,3%), gênero *Baccharis* (21,6% - 2%), *Senecio* (0,3% - 8,2%), Apiaceae (0,3 - 4,2%, *Plantago* (0,3% - 1,3%), Fabaceae (0,3% - 10%). Grãos de pólen do tipo *Jungia* 0,3% e Iridaceae 0,8% e *Cuphea* com 0,3% (Figura 25).

Nessa fase, a presença de florestas é bastante limitada (Figura 25), com uma variação de 1,3% a 11,9%. Os grãos de pólen florestais são predominantemente representados, majoritariamente, pelas famílias Euphorbiaceae (1,3% - 11,9%), Piperaceae (0,3% - 1,9%), Myrtaceae (0% - 0,3%) e pelo gênero *Vernonia* (0,3% - 1,9%).

Também foram observadas nessa fase porcentagens de samambaias e outros grupos vegetais (Figura 25), do tipo *Blechnum* (2,9% - 10,8%), Esporo monoletete (4% - 20%), Esporo trilete (5,4% - 15 %), *Osmunda* (2% - 42,9%). Briófitas do tipo *Sphagnum* variam de 7,7% a 69%. As algas são representadas pelos tipos *Zygnema* (1,2% - 50%) e *Pseudoschizaea* 5,4% a 22 %. É notável, de acordo com a Figura 26 o aumento da presença de esporos na fase Palmas II em comparação com a fase Palmas I, com destaque para o *Sphagnum* que é mais presente.

Palmas III (com intervalo de 78 cm até 0 cm; 10 amostras):

Na fase ambiental III, com aproximadamente 5.700 anos, observou-se que os Campos obtêm variação de 95,7% a 98,7% (Figura 25). Com maiores porcentagens encontra-se a família Poaceae (80,6% - 95%), *Baccharis* (1,3%- 9,7), *Senecio* (0,3% - 1,6%), Fabaceae (0,3% - 5,3%), Apiaceae (0% - 0,7%), *Plantago* (0% - 1,3%) e Amaranthaceae com 0 a 0,3%.

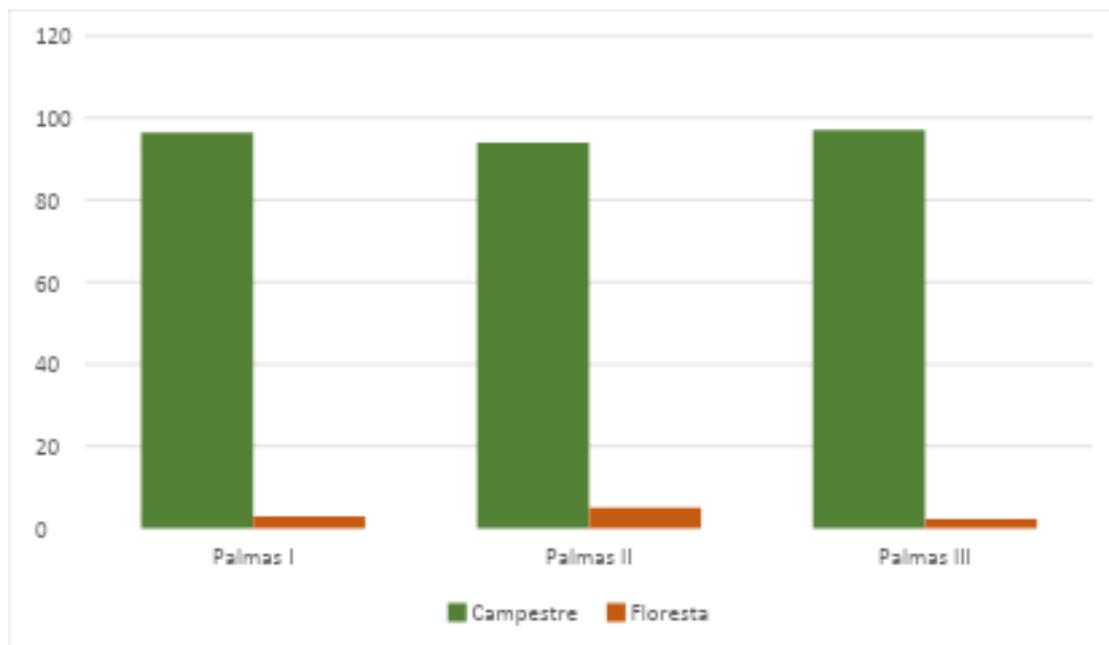
A presença de florestas nessa fase varia de 1,3% a 4,3% (Figura 25). Os grãos de pólen florestais são representados pelas seguintes famílias e gêneros: sendo representada pela família Euphorbiaceae (0,7% - 4,2%), Myrtaceae (0,3 %- 2,7%), *Vernonia* (0% - 1,6%) e pela família Piperaceae com 0,7%.

Na fase ambiental III, observou-se presença de esporos de samambaia, incluindo *Blechnum* (6,3% a 6,3%) esporo monoletete (7,1%- 61%) e esporo

trilete (7,1%-9.1%). Além disso, as briófitas do tipo *Sphagnum* mostraram uma variação de 13,6% a 14,6% (Figura 26), indicando uma forte representação em ambientes úmidos.

Fica evidente o predomínio de *táxons* campestres no diagrama analisado, que apresenta pequenas variações em cada uma das três fases (Figura 26), devido ao incremento dos *táxons* florestais.

Figura 26 Porcentagem de táxons em cada fase ambiental, REVIS Campos de Palmas



6. Discussão dos resultados

Do fim do Pleistoceno ao Tardiglacial (~17.183 a ~13.578 anos AP, fase PALMAS I)

O fim do Pleistoceno na região é caracterizado por uma paisagem com predomínio da vegetação campestre. Na Fase PALMAS I (~17.183 a ~13.578 anos AP) embora regionalmente o que se evidencia é a predominância do Campo Seco, essencialmente constituído por Poaceae e *Baccharis*. Neste período também são identificados táxons correspondentes ao Campo Úmido, principalmente as samambaias pelos gêneros *Blechnum*, Esporo monolete, Esporo trilete e as briófitas, representadas unicamente pelo gênero *Sphagnum*. Essa composição indica um ambiente de temperaturas mais frias, coerente com as condições climáticas do período de transição entre o Pleistoceno e o Holoceno.

Durante o Pleistoceno, elementos indicativos da presença de floresta, como as famílias Euphorbiaceae, Myrtaceae e o gênero *Vernonia*, aparecem em baixas porcentagens no registro palinológico. Esse padrão sugere que as formações florestais estavam limitadas a áreas restritas, como pequenos fragmentos em vales profundos, onde as condições de retenção de umidade eram suficientes para sustentar espécies arbóreas, mesmo em um ambiente predominantemente campestre (Jeske-Pieruschka et al., 2013).

As evidências paleoecológicas de locais atualmente cobertos com Floresta com Araucária, indicam que a sua expansão a partir de refúgios em vales profundos e corredores ripários sobre os Campos do sul do Brasil tem sido um processo relativamente recente que iniciou no Holoceno em torno de 4.000 anos A.P. e que se acelerou em torno de 1.000 anos A.P., como demonstram os estudos de (Behling, 2002; Pillar, 2003).

A análise paleoecológica da primeira subfase do registro revela um clima mais frio que o atual, predominância de Campos, e condições de umidade local que permitiam a manutenção de lâminas d'água. Na borda do Planalto das Araucárias, também registra o predomínio da vegetação campestre, tanto na Serra da Boa Vista quanto no Morro da Igreja, ambos locais também sob condições climáticas frias, porém secas (Behling, 1995). O mesmo ocorre na Serra do Tabuleiro, em Santa Catarina, em Cambará do Sul e em São

Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul (Behling et al., 2004; Leonhardt & Lorscheitter, 2010; Jeske-Pieruschka et al., 2013; Behling & Oliveira, 2018). No oeste de Santa Catarina, há registro de dominância na paisagem da vegetação campestre, já com indícios de flutuação da umidade (Eidt, 2019).

Do Tardiglacial ao Ótimo Climático (~13.578 a ~5.928 anos AP, fase PALMAS II)

A Fase PALMAS II (~13.578 a ~5.928 anos AP) é marcada por um aumento da umidade, refletido nas mudanças observadas na composição e distribuição da vegetação e na presença de elementos aquáticos. O aumento da umidade nesta subfase também é sustentado pelo aumento do *Blechnum*, Esporo monolete, Esporo trilete e *Osmunda*. Briófitas do tipo *Sphagnum* variam e as algas são representadas pelos tipos *Zygnema* e *Pseudoschizaea*.

Apesar do incremento de umidade, houve uma pequena redução das áreas de Floresta, com destaque para a Euphorbiaceae, que apresenta uma tendência de expansão dentro desse grupo. Os esporos das algas encontrados no registro palinológico, como *Zygnema* e *Pseudoschizaea*, sugerem que as condições de umidade durante a Fase PALMAS II eram flutuantes e frequentemente intercaladas por períodos de ressecamento ambiental (Adam & Van Geel, 1978; Scott, 1992).

Ainda para contribuir com essa hipótese, são conhecidos os eventos de precipitação constantes entre 8.500 e 7.400 anos AP, descritos em Ametista do Sul, Rio Grande do Sul (Gadens-Marcon et al., 2014). Esse sinal de aumento da umidade também é registrado a oeste, na borda do Planalto das Araucárias e na Serra do Tabuleiro (Behling, 1995; Behling & Oliveira, 2018; Eidt, 2019).

Do Ótimo Climático até o presente (~5.928 anos AP ao Presente, fase PALMAS III)

A Fase PALMAS III, correspondente ao Holoceno Final (de 5.772 anos AP até o presente). Durante essa fase, houve um aumento progressivo da umidade, devido à presença significativa de esporos de samambaia, incluindo *Blechnum* Esporo monolete e esporo trilete. Além disso, as briófitas do tipo *Sphagnum* mostraram uma forte representação em ambientes úmidos,

favorecendo a expansão das florestas, especialmente da Floresta com Araucária, sobre áreas anteriormente dominadas por vegetação campestre.

Durante a Fase PALMAS III (~5.772 anos AP até o presente), o aumento progressivo da umidade favoreceu não apenas a expansão da Floresta com Araucária, mas também o crescimento das áreas de Campo Úmido, refletindo as condições climáticas locais. Neste período são identificadas leves porcentagens de *Plantago* e Iridaceae. A família Iridaceae, assim como Cyperaceae, são conhecidas por ocorrerem em áreas mais úmidas (Eggers, 2008; Gomes, 2009; Boldrini et al., 2010).

Essa condição de umidade relativamente elevada no período também foi identificada em Lages, sugerindo que os Campos daquele local eram menos diversos (Perin et al., 2021). Behling (1995) também reporta um clima quente e úmido na Serra da Boa Vista, assim como um clima quente e muito úmido com estação seca curta na Serra do Tabuleiro (Behling & Oliveira, 2018).

7. Considerações finais

Durante o período de 17.183 a 13.578 anos AP, a região provavelmente apresentava um clima mais frio e seco, típico do final da última glaciação. À medida que o clima se tornava mais quente e úmido, por volta de ~13.578 anos AP, observou-se o início de condições interglaciais estáveis. Inicialmente, a paisagem era dominada por formações abertas, como campos e vegetação de tipo savana, adaptadas ao clima mais seco e frio. Com o aumento da temperatura e da umidade, ocorreu a expansão da Floresta com Araucária na região, indicando o estabelecimento de um ambiente mais estável e favorável à biodiversidade. Com o aumento da temperatura e da umidade no final do Pleistoceno e durante o Tardiglacial, houve uma série de mudanças climáticas que favoreceram a expansão do crescimento e a criação de ambientes mais desenvolvidos para a biodiversidade. Esse processo foi especialmente significativo para a Floresta com Araucária.

Sendo assim, os dados apresentados sugerem um ecossistema diversificado, com uma rica flora de samambaias e briófitas, além da presença de algas, que contribuem para a complexidade dos ambientes aquáticos e terrestres durante essa fase.

A história paleoambiental aqui contada se assemelha em grande medida àquela ocorrida na Serra dos Campos Gerais (PR), onde levantamentos palinológicos revelaram que no período entre 12.480 e 9.660 anos AP, a vegetação campestre dominou, com possíveis manchas dispersas de floresta tropical Atlântica e Araucárias nos vales, indicando climas mais secos e 3 a 5°C mais frio que o presente (Behling, 1997).

Entre 9.660 e 2.580 anos A. P, os registros indicam o domínio dos campos nas montanhas e a expansão das árvores da floresta tropical úmida nos vales, indicando um clima mais quente e possivelmente um aumento da precipitação anual (Behling, 1997), sendo assim o clima na região tornou-se progressivamente mais quente e úmido, entrando em uma fase interglacial estável. A vegetação de tipo campos sulinos permaneceu relevante, mas áreas de floresta com influência da Mata Atlântica expandiram-se, favorecidas pelo aumento da umidade. Registros palinológicos dessa época mostram um aumento na presença de espécies florestais típicas, indicando maior densidade

arbórea em comparação ao Pleistoceno (Bertoldo, 2010). A interpretação ambiental do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas, no Paraná, no período de ~5.928 anos AP até o presente, engloba eventos marcantes no meio Holoceno e sua transição para o final dessa época.

Esse intervalo é caracterizado por mudanças climáticas regionais, transformações nos ecossistemas e crescente influência humana na paisagem, culminando em uma configuração ambiental mais próxima da atual. Essa mudança no ambiente também foi crucial para o desenvolvimento humano, já que as florestas e os recursos naturais oferecem oportunidades para caça, coleta e, mais tarde, agricultura. A paisagem do REVIS permaneceu composta por campos sulinos e áreas florestais, com a predominância de uma vegetação de transição, característica dos ecótonos entre a Mata Atlântica e os campos gerais.

8. Referências

- BAUERMANN, S. G. et al. Aspectos tafonômicos em Palinologia do Quaternário. Pesquisas Botânica, n. 52, p. 223-239, 2002.
- BEHLING, H. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). Vegetation History and Archeobotany. vol. 4. pg. 127-152, 1995.
- BEHLING, H. *et al.* Late Quaternary *Araucaria* Forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics. Studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology, v.203, p.277-297, 2004.
- BEHLING, H. & LICHTER, M. Evidence of Dry and Cold Climatic Conditions at Glacial Times in Tropical Southeastern Brazil. Quaternary Research, v.48, p.348- 358, 1997.
- BEHLING, H; NEGRELLE, R. R. B. Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary. Quaternary Research, v. 56, p. 383-389, 2001.
- BEHLING, H.; OLIVEIRA, M. A. T. Evidence of a late glacial warming event and early Holocene cooling in the southern Brazilian coastal highlands. Quaternary Research, v. 89, p. 90- 102, 2018.
- BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. P. et al. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente. p. 13-25, 2009.
- BERTOLDO, Édson; Registro paleoambiental em cabeceira de drenagem inscrita no remanescente de superfície aplainada VIII (A.R.I.E. do Buriti - SW PR). / Édson Bertoldo. – Francisco Beltrão, 2010. 79 f.
- BIGARELLA, J. J.; AB´SÁBER, A. N. Palaogeographische und Palaoklimatische Aspekte des Kanazoikums in Sudbrasilien. Ziet. Fur Geomorph., Berlin, v. 8, n. 3, p. 286-312, 1964.
- BOLDRINI, Ilsi. Biodiversidade dos Campos do planalto das araucárias. Brasília: MMA, 2009.240 p.: il. color.; 29 cm. ok
- CAMPESTRINI, Sérgio. Aspectos florísticos, Parâmetros fitossociológicos e ecológicos nos campos de Palmas, sc/pr, Brasil. Florianópolis ,2014. P. 218.
- COSTA JÚNIOR, M. P. Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no Litoral Norte da Bahia – município de Conde. 2008. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- COHEN, K. M. et al. International Chronostratigraphic Chart. 2020. Disponível em: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2020-03.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.
- DOMINGOS, Leandro LUZ; Aspectos Paleoambientais do Quaternário superior na região de campo Mourão, Paraná- Maringá, 2014.

- EIDT, I. L. K. Paisagens, paleoambientes e ocupações humanas do final do Quaternário: palinologia de depósitos aluviais no oeste de Santa Catarina. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2019.
- EMBRAPA, 1984. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Londrina.
- GADENS-MARCON, G. T. et al. Holocene Environmental Climatic Changes Based on Palynofacies and Organic Geochemical Analyses from an Inland Pond at Altitude in Southern Brazil. *American Journal of Climate Change*, v. 3, n. 1, 2014a.
- GADENS-MARCON, G. T. et al. Relation between the sedimentary organic record and the climatic oscillations in the Holocene attested by palynofacies and organic geochemical analyses from a pond of altitude in southern Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, v. 86, n. 3, 2014b.
- GRAEFF, Ademar. Reconstrução Paleoambiental do Meio-Oeste de Santa Catarina, Brasil. Dissertação (Mestrado Ciências Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Chapecó-SC, fevereiro de 2023.
- GIBBARD, P. L.; Head, M. J.; Walker, M. J. C. and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Journal of Quaternary Science*, 2010. Vol. 25 pp. 96–102.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas. Prod. 7-Capítulo I –Contextualização. 03RVS011-Rev01. 2012.
- JESKE-PIERUSCHKA, V. et al. New insights into vegetation, climate and fire history of southern Brazil revealed by a 40,000 years environmental record from the State Park Serra do Tabuleiro. *Veget. Hist. Archeobot.* v. 22, p. 299-314, 2013.
- KERSTEN, Rodrigo de Andrade; Epifitismo vascular na Bacia do alto Iguaçu, Paraná; Tese em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- KINCHTNER, Angélica; Variabilidade da temperatura Atmosférica Superficial no Planalto Meridional – Rio Grandense- 2006.
- LIMA, G. L. Estratigrafia e palinologia e depósitos turfosos e alúvio-colúviais quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina. 251 p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.
- MAACK, Reinhard. Geografia física do Estado do Paraná. 4 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526 P.IL., mapas. Ok
- MACEDO, Renato Backes; Análise palinológica de um testemunho holocênico em Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. / Renato Backes Macedo. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2009.
- NITSCHKE, Pablo Ricardo; et al. – Atlas climático do estado do Paraná [recurso eletrônico Londrina (PR): Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. 210 p.

NUNES, Fábio Carvalho Nunes; BOAS, Geraldo da Silva Vilas; SILVA Enio Fraga da: Mudanças climáticas e seus reflexos na paisagem do quaternário: primeiras reflexões. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 24 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 157).

OLIVEIRA, Camila de; Análise da Chuva Polínica no Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas - Paraná, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Geografia/Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), 2024.

PLÁ JUNIOR, M. A. et al. Grãos de pólen: usos e aplicações. Canoas, Ulbra. 2006. Disponível em: <http://sites.ulbra.br/palinologia/graosdepolem.pdf>. Acesso em: 06 out. 2019.

PILLAR, Valerio de Patta; MÜLLER Sandra Cristina; CASTILHOS, Zélia Maria de Souza; JACQUES, Aino Victor Ávila. Campos Sulinos - Conservação e uso sustentável da biodiversidade. Editores. Brasília: MMA, 2009. 403 p.; il. color. 29 cm.

PERIN, E. B.; PRIMAM, G. L. L.; OLIVEIRA, M. A. T. Palinologia de turfas do alto curso do arroio Cará, Coxilha Rica, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Paleontologia, v. 24, n° 3, p. 265–277, 2021.

SILVA, Deyvis Willian da; Caracterização Paleoclimática do Quaternário tardio em áreas planálticas do estado do Paraná/2018 126F.

SPALDING, Bianca Batista da Costa; Paleoambientes dos últimos 34000 anos no Planalto oriental do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2011.

SALGADO-LABOURIAU, Maria Léa. Palinologia: Fundamentos, técnicas e algumas perspectivas. Outubro-Dezembro de 1961. REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. História ecológica da Terra. 2.ed. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1994. 307 p.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia; SUGUIO, Kenitiro, OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos, OLIVEIRA Paulo Eduardo De. Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2005. 382p.: il; 28

SUGUIO, Kenitiro. Geologia do quaternário e mudanças ambientais- São Paulo: Oficina de textos, 2010.

VALERIUS, V. H. RELAÇÃO RELEVO-VEGETAÇÃO EM UM GRADIENTE TOPOGRÁFICO NO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS. 2021. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2021.

VIDOTTO, Elaine Reconstrução Paleoambiental (vegetação clima) no parque Estadual da Ilha do Cardoso- SP durante o Quaternário tardio. Piracicaba, 2008. 210f.: fig.