

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
ENGENHARIA AMBIENTAL

GILIANE GESSICA RASBOLD

**RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DE UM DEPÓSITO
SEDIMENTAR EM TURVO – PARANÁ, UTILIZANDO FITÓLITOS,
ANÁLISES ISOTÓPICAS ($\delta^{13}\text{C}$) E DATAÇÕES ABSOLUTAS ^{14}C**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

GILIANE GESSICA RASBOLD

**RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DE UM DEPÓSITO
SEDIMENTAR EM TURVO – PARANÁ, UTILIZANDO FITÓLITOS,
ANÁLISES ISOTÓPICAS ($\delta^{13}\text{C}$) E DATAÇÕES ABSOLUTAS ^{14}C**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental, da Coordenação de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Marcelo Galeazzi Caxambu

Co-orientador: Dr. Mauro Parolin

CAMPO MOURÃO

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação de Engenharia Ambiental - COEAM
Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DE UM DEPÓSITO SEDIMENTAR EM TURVO – PARANÁ, UTILIZANDO FITÓLITOS, ANÁLISES ISOTÓPICAS ($\delta^{13}\text{C}$) E DATAÇÕES ABSOLUTAS ^{14}C

por

GILIANE GESSICA RASBOLD

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 10 de setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

ORIENTADOR: MARCELO GALEAZZI CAXAMBU

CO-ORIENTADOR: MAURO PAROLIN

MEMBRO 1: MARIA CLEIDE BALDO

MEMBRO 2: EDIVANDO VITOR DO COUTO

AGRADECIMENTOS

São muitos a quem agradecer neste momento, pois este trabalho de conclusão de curso, não é um fruto somente destes cinco anos de Engenharia Ambiental, nem dos quatro anos de trabalho no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Lepafe), mas é direta/indiretamente um fruto dos exemplos e ensinamentos que trago em minha bagagem até aqui...

Agradeço aos professores do ensino básico, fundamental e médio, que foram os responsáveis pelo alicerce, a base de tudo.

A Glades Edir Grudtner, pelo exemplo de profissionalismo, polidez, ética e integridade, por ter acreditado que eu era merecedora de sua confiança e por ter me inspirado a seguir essa profissão.

Aos meus queridos amigos e colegas de laboratório, João Claudio Alcantara dos Santos, Leandro Luz, Janaina Pereira da Silva, Mayra Stevanato, Dandara Carlessi, Deyvis Willian Silva, Elaine Kalinoski, que me acompanharam ao longo desses quatro anos de trabalho, idas a campo, análises de microscopia, ou mesmo conversas entre meio a um café.

Ao meu querido amigo Renato Lada Guerreiro, por sempre estar disposto a me ajudar, dedicar um tempo para explicações, desabafos e conversas.

A Mayara dos Reis Monteiro, por compartilhar dos mesmos anseios e dúvidas ao longo de nossas análises e também pela amizade dentro e fora do Laboratório.

Ao João Karlos Locastro, que me acompanhou desde o início nessa trajetória, que por vezes foi difícil, mas nós conseguimos meu amigo!

A Luciana Iwakura com quem sempre compartilhei de ansiedades e estudos.

A Karla Bornhausen, Juliana Tiemi Tanaka e Mateus Xavier meus queridos amigos.

Agradeço a todos os professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Campo Mourão, pelas aulas, trabalhos, projetos, provas, idas a campo e conversas, pois se hoje sou uma engenheira, grande parte disso devo a vocês.

Ao coordenador do curso de Engenharia Ambiental, professor Eudes José Arantes, que sempre colaborou de forma gentil, não medindo esforços para sanar dúvidas.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Apoio Técnico para o Fortalecimento da Paleontologia Nacional (processo 371044/2012-0) e pelo apoio financeiro (processo 472496/2011-5) utilizado ao longo desta pesquisa.

Ao meu Co-orientador Mauro Parolin, a quem devo meu entusiasmo ao mundo da microscopia, de paleoambientes e por que não dizer aos fitólitos, **professor**, quando digo que eu agradeço todos os dias pelo meu orientador, pode acreditar que não é uma expressão, sou extremamente grata por todos os ensinamentos passados até o momento e aqueles que ainda estão por vir, agradeço por cada correção, por me fazer entender que sempre pode ser melhor.

Ao meu Orientador Marcelo Galeazzi Caxambu, por toda paciência e disponibilidade dedicada ao longo dessa pesquisa e de tantas outras.

Ao Carlos Francisco Silva Junior, agradeço a você meu amor, toda a dedicação, carinho, afeto e companheirismo ao longo desta trajetória.

A Karen Cristina Silva e Maria das Graças Coelho, por todo afeto e confiança.

Agradeço em especial a minha mãe, Oresta T. G. Rasbold, que sempre foi o pilar fundamental da minha vida, aquela que destino meu amor incondicional.

Ao meu querido irmão Jean Carlos Rasbold, com quem compartilho minha vida.

E por fim ao meu amado pai Gilberto Rasbold, que infelizmente não pode estar participando deste momento, mas foi meu principal incentivador, agradeço por ter me ensinado a ser forte, honesta, digna e determinada. Dedico a ele não somente essa vitória, mas todas as que ainda estão por vir...

“O que agora está provado foi uma vez apenas imaginado.”
Willian Blake

RESUMO

RASBOLD, Giliane G. **Reconstrução paleoambiental de um depósito sedimentar em Turvo – Paraná, utilizando fitólitos, análises isotópicas ($\delta^{13}\text{C}$) e datações absolutas ^{14}C** . 2013. 57p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

A pesquisa consiste na análise de um testemunho sedimentar (44 cm), recuperado próximo a área urbana de Turvo-Paraná, em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, foi realizada a análise da assembleia de fitólitos a cada 2 cm (22 amostras), para tanto as amostras foram submetidas à aquecimento com Hidróxido de Potássio - KOH (10%) e posteriormente foi feita a separação por densidade utilizando Cloreto de Zinco ($2,2\text{g}/\text{cm}^3$), foram utilizados 50 μl de material para a montagem das lâminas com Entellan®. Houve a quantificação de 200 fitólitos identificáveis por sequencia, também foi realizado a estimativa de concentrações de fitólitos. A partir da contagem, foram calculados os índices de adaptação a aridez (Iph), índice climático (Ic) e índice de umidade (Iu), esses índices são calculados com base nas relações dos fitólitos de diferentes subfamílias de Poaceae. Foram realizadas datações ^{14}C em duas profundidades, à 44 cm a datação atingiu 14.553 Cal anos AP e a 22 cm 6.090 Cal anos AP., a realização das análises dos sinais isotópicos mostram que o testemunho varia de -19,0‰ da base até -21,5‰ aos 10 cm, mostrando uma mudança pouco significativa e de maneira gradativa ao longo do perfil. Foi possível estabelecer a presença de duas fases quanto às mudanças das condições climáticas para o depósito sedimentar, a Fase I inicia-se em 14.553 Cal anos AP (44 cm) até os 24 cm, anterior à 6.090 Cal. anos AP, em ambiente com predomínio de condições climáticas mais secas, evidenciadas pelo índice de adaptação a aridez elevado, índice de umidade baixo e fitólitos indicativos de stress hídrico, a Fase II é caracterizada por um aumento gradativo da umidade, índice de adaptação a aridez baixa e por um enriquecimento do sinal isotópico, caracterizando um clima mais úmido e/ou alta umidade disponível no solo. As interpretações corroboram estudos realizados no estado do Paraná, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

Palavras-chave: Turfeira. Opala biogênica. Assembleias.

ABSTRACT

RASBOLD, Giliane G. **Paleoenvironmental reconstruction of a sedimentary deposit in Turvo – Paraná, using phytoliths, isotopic analyzes ($\delta^{13}\text{C}$) and absolute dating ^{14}C** . 2013. 57p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

The research is the analysis of a testimony sediment (44 cm), recovered close to the urban area of Turvo-Paraná, in a remnant of Araucaria Forest, analysis was performed of the assembly of phytoliths every 2 cm (22 samples), for both samples were subjected to heating with potassium hydroxide - KOH (10%) and was subsequently made by density separation using zinc chloride (2.2 g/cm^3), were used 50 l of material for mounting the blades with Entellan ®. There quantification of 200 phytoliths identifiable by sequence, was also performed, to estimate concentrations of phytoliths. From the score, we calculated the rates of adaptation to aridity (Iph), climatic index (Ic) and moisture content (Iu), these indices are calculated based on the relationships of phytoliths from different subfamilies of Poaceae. ^{14}C datings were performed at two different depths, to 44 cm dating reached 14,553 Cal yr BP and 22 cm 6090 Cal yr BP. The analyzes of the isotopic signals show that the testimony varies from -19.0‰ to -21 base 5 cm to 10‰ showing insignificant change in a gradual way and along the profile. It was possible to establish the presence of two phases as to changing climatic conditions for the sedimentary deposit, Phase I starts at 14,553 Cal yr BP (44 cm) up to 24 cm, prior to 6090 Cal. years BP, in an environment with predominance of drier climatic conditions, as evidenced by high rate of adaptation to aridity, low moisture content and low phytoliths indicative of water stress, Phase II is characterized by a gradual increase in humidity, low adaptation aridity index and a isotopic enrichment, featuring a wetter climate and/or high moisture available in the soil. Interpretations corroborate studies in the state of Paraná, Mato Grosso do Sul and Minas Gerais.

Keywords: Peat. Biogenic opal. Assemblies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 QUATERNÁRIO	11
2.2 FITÓLITOS	13
2.3 PALEOAMBIENTES	19
2.4 CICLOS FOTOSSINTÉTICOS E DADOS ISOTÓPICOS	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	26
3.1.1 Bacia hidrográfica	26
3.1.2 Clima	27
3.1.3 Vegetação	28
3.1.4 Geologia e pedologia	29
3.2 COLETA	30
3.3 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 FASE I	37
4.2 FASE II	38
5. CONCLUSÃO	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
ANEXO A	53

1 INTRODUÇÃO

O entendimento de condições ambientais pretéritas é de extrema importância para a correlação com os acontecimentos ambientais atuais e futuros, porém não há registros instrumentais documentados, que remetem as condições paleoambientais, sendo assim usam-se como fonte de interpretação os dados *proxy*¹, com potencial de fornecer provas ou mesmo indícios de mudanças ambientais.

Neste contexto, encontram-se os fitólitos, considerado um dos registros fósseis mais duráveis, por serem precipitações de opala biogênica produzidas pelas plantas. Os fitólitos recuperados de testemunhos geológicos auxiliam o trabalho de reconstituição vegetacional das sequencias/intervalos analisados. Ressalta-se que diferentemente de outros registros *proxy* como, por exemplo, os grãos de pólen, que necessitam de condições anóxicas para se preservarem, os fitólitos são extremamente resistentes, diante deste fato, vem sendo muito usados em estudos arqueológicos e de caráter paleoambiental.

Tendo em vista: a) a possibilidade de reconstituição paleoambiental usando os fitólitos; b) a existência de um testemunho de sondagem com sedimento turfoso no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Lepafe) coletado em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista próximo a área urbana do município de Turvo – Paraná; c) recursos financeiros (CNPq processo 472.496/2011-5) que permitiram a datação por carbono 14 e análises isotópicas dos valores $\delta^{13}\text{C}$ (determinação de plantas com características C3 e C4); e d) o reduzido número de especialistas em fitólitos. O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo realizar a reconstrução paleoambiental tendo por base, a análise das assembléias de fitólitos existentes no sedimento turfoso, as análises isotópicas e datações ^{14}C .

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUATERNÁRIO

Van Couvering (1997) trata o Quaternário como sendo o último capítulo da história da Terra (Tabela 1). A maioria dos processos geológicos existentes durante o Quaternário (últimos 1,8 Ma) é ainda ativo hoje e continuará durante os próximos milhões de anos, determinando assim a importância do estudo destes processos (KELLER, 1988).

Tabela 1. Climas nas eras geológicas.

Era	Período	Época	Idade 10 ³ anos	Clima	
Cenozóica	Quaternário	Holoceno	10	Interglacial – calor e umidade	
		Pleistoceno	1600	Grande glaciação	
	Terciário	Plioceno	5300	Temperatura em forte declínio	
		Mioceno	23000	Temperatura amena e sub úmido	
		Oligoceno	36500	Aridez e pequena glaciação	
		Eoceno	53000	Temperaturas elevadas	
Mesozóica	Cretáceo	Superior	95000	Aumento da temperatura	
		Inferior	135000	Pequena glaciação – clima frio	
	Jurássico	Superior	152000	Temperatura amena e baixa umidade	
		Médio	180000	Chuvas abundantes	
		Inferior	205000	Clima quente e úmido	
	Triássico	Superior	230000	Clima quente e desértico	
		Médio	240000	Aumento da temperatura e umidade	
		Inferior	250000	Clima glacial seco	
	Paleozóica	Permiano	Superior	260000	Grande glaciação
			Inferior	290000	Clima frio e seco
Carbonífero		Superior	325000	Queda de temperatura e umidade	
		Inferior	355000	Estação única, quente e úmida	
Devoniano		Superior	375000	Aumento da umidade com chuvas	
		Médio	390000	Clima desértico com ventos fortes	
Siluriano		Inferior	410000	Ressecamento e aridez	
		Superior	428000	Quente e úmido	
Ordoviciano		Inferior	438000	Umidade e chuvas abundantes	
		Superior	455000	Grande aquecimento térmico	
Cambriano		Inferior	510000	Glaciação	
		Superior	525000	Temperatura em declínio	
Proterozóica	Neo	Superior	1000000	Muito quente, úmido e nublado	
	Meso	Médio	1600000	Dias curtos e fortes tempestades	
	Paleo	Inferior	2500000	Atmosfera primitiva	
Arqueano			4600000	Formação do planeta	

Fonte: Salgado-Laboriau (1994), adaptado de Calder (1983).

Registros indicam pelo menos dezesseis glaciações durante o período do Quaternário, com duração aproximada de 100.000 anos, intercaladas por períodos interglaciais, com duração aproximada de 20.000 anos, esses intervalos parecem estar relacionados às variáveis de Milankovitch (SALGADO-LABOURIAU, 1994). No entanto não foi possível, até o momento, encontrar evidências geológicas de todas as glaciações, pois muitas vezes uma glaciação se sobrepõe à outra, tornando o seu reconhecimento bastante difícil (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

As cinco glaciações identificadas geologicamente e geomorfologicamente nos continentes tem nomes diferentes de acordo com a região onde foram descritas (Tabela 2), a mais recente (*Würn-Wiscosiana*) começou há cerca de 100.000 anos e terminou a ~12.000 anos atrás, tendo efeitos sobre a superfície dos continentes e sobre o nível do mar (SALGADO-LABOURIAU, 1994)

Ab'Saber (1951) relata que desde o Mesozoico até o Holoceno (iniciou-se há cerca de 10 mil anos, fim do estágio glacial *Würm*), está ocorrendo uma evolução progressiva no clima de grandes porções do território brasileiro, indicio de condições tropicais áridas para condições tropicais úmidas. Nesse sentido, o período resultante do aumento da taxa geral de calor global, ao término do último período glacial, onde houve uma rápida ascensão geral dos níveis dos mares, foi designado como *optimum climático* (6.000-8.000 anos?) (AB'SABER, 1980).

Tabela 2. Principais glaciações do Quaternário.

NOME		Período
Europa	EUA	(em milhares de anos)
Donau	-	1.600
Günz	Nebraskan	600-500
Mindel	Kansan	480-440
Riss	Illioian	230-190
Würn	Wisconsin	115-12

Fonte Salgado-Laboriau (1994)

No trabalho *Equatorial Atlantic deep-sea arkosics and sand ice-age aridity in tropical South America* os autores buscaram realizar uma interpretação paleoclimática integrada, esquematizando em dois pequenos mapas, as prováveis correntes frias dos períodos glaciais e interglaciais. Definindo uma primeira tentativa de explicação global dos sistemas de aridez, para a América do Sul, vista como um

todo (Figura 1). Postulando os dois esquemas de predominância de condições climáticas mais secas e frias nos períodos glaciais, mais quentes e úmidos nos períodos interglaciais, válidos para uma grande parte do espaço geográfico sul-americano (DAMUTH e FAIRBRIDGE, 1970).

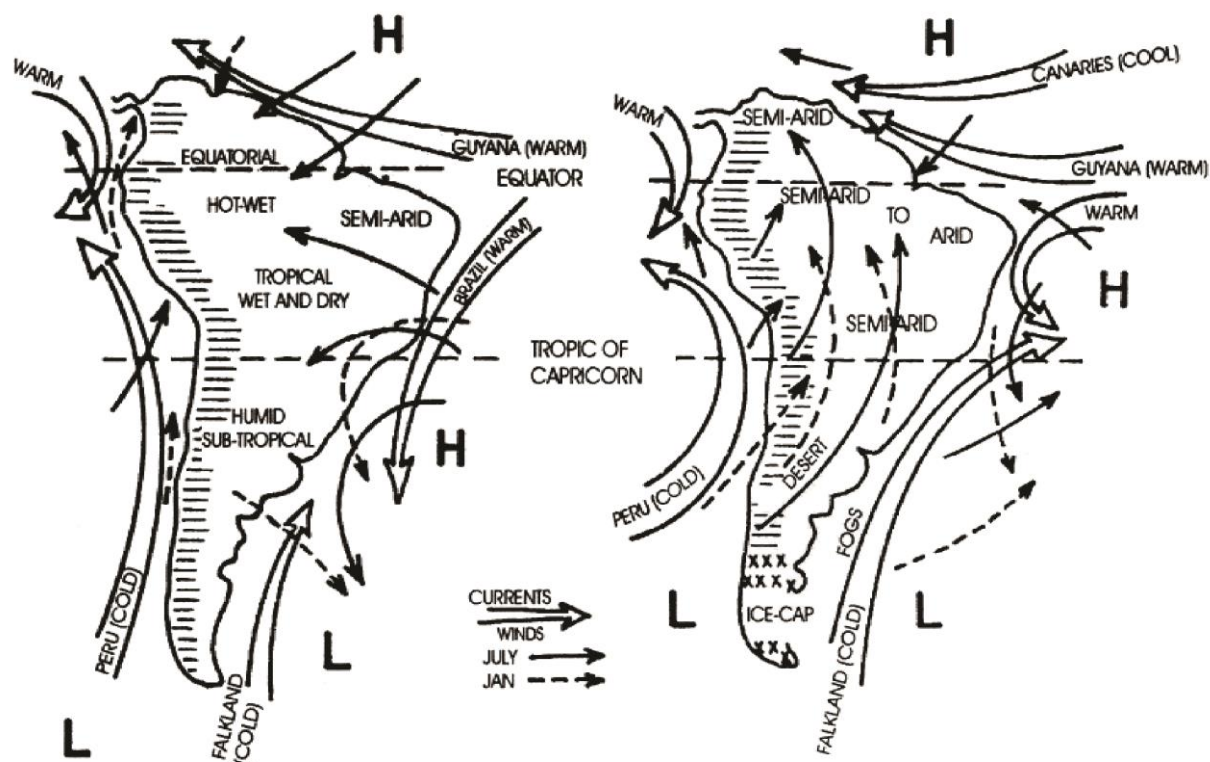


Figura 1. Mapas da América do Sul demonstrando os mecanismos climáticos e as diferenças paleoclimáticas básicas, entre a situação interglacial atual (esquerda) e a possível situação glacial do último período seco pleistocênico (direita).
 Fonte: Damuth e Fairbridge (1970).

Como exposto acima, durante o período do Quaternário, houve diversas mudanças que afetou direta e/ou indiretamente o Brasil, no entanto, Suguio, (1999) relata que a geologia do Quaternário permaneceu praticamente ignorada por uma grande maioria de geólogos brasileiros durante um longo tempo, apenas a cerca de 30 anos atrás esse tipo de pesquisa foi intensificado, realizadas principalmente por Aziz Nacib Ab'Saber (1924 -2012) e João José Bigarella (1923). Tal fato coincide com a criação da Comissão Técnica-Científica do Quaternário em 1971 dentro da SBG (Sociedade Brasileira de Geologia), substituída em 1984 pela ABEQUA (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário).

2.2 FITÓLITOS

Os fitólitos podem ser definidos como corpos micrométricos de opala biogênica que se precipitam nos tecidos vegetais, tendo como funções, a resistência estrutural das paredes celulares, resistência a ação de fungos patogênicos e criação de barreiras mecânicas à herbívora, sendo substância com força suficiente para criar abrasão no esmalte dentário de grandes herbívoros (BAKER et al., 1959; BARBONI et al., 1999; EPSTEIN, 1999). O ácido monossilícico é o principal responsável pela formação de fitólitos nos vegetais. Segundo Piperno (1988), este ácido é absorvido pelas raízes e acaba se mineralizando nas paredes celulares, no lúmen celular, e nos espaços intercelulares.

Rovner (1988) denomina essas partículas de silicofitólitos, definindo-os como precipitações de opala biogênica resultantes de processos físicos e biológicos que acontecem em algumas espécies, se encontrando em meio aos tecidos das plantas e dentro de algumas células. Mulholland (1989) relata que os fitólitos podem ocorrer em todas as estruturas da planta (folha, caule, raiz e inflorescência), Piperno (1988) relata que nos frutos e sementes eles também podem ser encontrados.

Os fitólitos foram descobertos em 1835, tornaram-se objeto de extensa pesquisa por alemães no início deste século (Piperno, 1991), desde então foi enorme o número de pesquisas realizadas, como pode ser observado na extensa lista de publicações elaborada por Zucol et al. (1999) e atualizada em Zucol et al. (2008).

A produção de conhecimento sobre os fitólitos no Brasil, quando comparada a outros países, ainda é muito baixa. As primeiras pesquisas realizadas em território brasileiro datam da década de 1960 com os trabalhos de Sendulsky e Labouriau (1966), Cavalcante (1968), Campos e Labouriau (1969), mais recentemente com os trabalhos de Piperno e Becker (1996), Alexandre et al. (1999), Calegari (2008), Medeanic et al. (2007; 2008), Santos et al. (2010), Rasbold et al. (2011); Coe et al. (2012), Raitz, (2012) entre outros.

Estudos que visam à caracterização de assembléias de fitólitos em plantas vêm sendo realizados por Twiss et al. (1969), Mulholland (1989), Twiss (1992) e Piperno (2006).

Embora possam ser encontrados fitólitos que são característicos de gêneros ou de família específica, ocorre que alguns morfotipos não tem significado taxonômico, ou seja, pode ocorrer a diferenciação da assembleia de fitólitos em

partes diferentes de uma planta, tal como acontece com a produção, à morfologia de muitas classes de fitólitos é independente do tipo de ambiente que suporte o crescimento da planta. Nas estruturas vegetativas de algumas plantas, especialmente gramíneas, uma infinidade de formas é produzida dentro da mesma espécie, taxonomias e complicadores necessitando de avaliações multivariadas das assembléias para identificação correta (PIPERNO, 1988; PIPERNO, 1991), tal fato remete-se a redundância e multiplicidade.

Segundo Madella (2007), as partículas de opala biogênica são liberadas no solo após a morte do vegetal, podendo constituir-se em importante ferramenta (*proxy*), auxiliando na reconstrução do sistema vegetacional vigente em cada trecho de solo. Ressalte-se que diferentemente de outros registros *proxy*, como por exemplo, os grãos de pólen, que necessitam de condições anóxicas para se preservarem, os fitólitos são extremamente resistentes e são muito usados em estudos arqueológicos e de caráter paleoambiental.

Piperno (1991) relata sobre a técnica de utilização de fitólitos em estudos de paleovegetação e alguns dos aspectos que devem ser analisados e ponderados durante a execução das interpretações, tais como: a relação quantitativa entre o número e tipos de plantas da vegetação e medidas de diversidade e abundância de fitólitos, calculados a partir de uma matriz de solo (por exemplo, as *Arecaceae* contribuem em média 70% dos fitólitos em frações finas de silte de solos sob floresta onde compreendem apenas 0,8% das árvores em pé e/ou de cobertura arbustiva) e existência de uma relação estreita entre vegetação e o registro de fitólito que produz, de modo que tipos vegetacionais específicos podem ser identificados em uma seqüência arqueológica ou formações vegetais em uma seqüência geológica.

É necessária também a observação do ambiente a ser estudado, pois existem espécies que não produzem fitólitos, ou seja, o estudo de fitólitos deve ser realizado em conjunto com outras técnicas paleobotânicas, entretanto apesar das lacunas e ambiguidades introduzidas pela produção diferencial, especificidade taxonômica, e preservação, perfis de solo com preservação de fitólitos demonstram características necessárias para a reconstrução válida de vegetação, pois frequentemente a deposição é *in situ* (geralmente não são levados por vento) e tem um alto poder de preservação no solo. Piperno (1991) complementa ainda que, um dos melhores métodos de controle para a minimização de erros e maior segurança

nas análises, é a realização de intensivos estudos regionais de fitólitos em plantas modernas e em solos em conjunto com os objetivos arqueológicos/geológicos de pesquisa.

Piperno (1991) informa que o estudo de fitólitos em Poaceae permite a distinção de subfamílias, na palinologia, tal distinção na maioria das vezes não é possível. Piperno (2006) traz a classificação das morfologias de fitólitos de acordo com as subfamílias de Poaceae (Figura 2), tais trabalhos podem ser utilizados como complemento aos estudos de Twiss (1992) e Bremond et al. (2008), que determinaram e utilizaram alguns índices que visam traçar características de vegetação e densidade de cobertura de árvores, estes índices utilizam os tipos de fitólitos com importância taxonômica relevante, os principais são índice climático e índice de adaptação a aridez.

O índice climático (Ic) é a porcentagem de fitólitos curtos (*short-cells*) produzidos por Pooideae dividindo à soma dos fitólitos produzidos (*short-cells*) por Pooideae, Chloridoideae e Panicoideae (TWISS, 1992; BREMOND, 2008). A equação (1) ilustra a forma de utilização deste índice.

$$Ic (\%) = \frac{Pooideae}{Pooideae + Chloridoideae + Panicoideae} \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

O índice de adaptação a aridez (Iph) é a porcentagem de tipos fitólito de Chloridoideae dividindo à soma dos tipos de fitólitos de Panicoideae e Chloridoideae, que é demonstrada na equação (2) (DIÉSTER-HAASS et al. 1973).

$$Iph (\%) = \frac{Chloridoideae}{Chloridoideae + Panicoideae} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

A tabela 3 apresenta os morfotipos característicos das subfamílias de Poaceae (TWISS, 2001; PIPERNO, 1988; PIPERNO, 2006; COE, 2009) e os principais morfotipos de fitólitos característicos de dicotiledôneas.

Tendo por objetivo uniformizar e harmonizar a denominação e a descrição dos fitólitos Madella et al. (2005) criaram o *International Code for Phytolith Nomenclature 1.0* (ICPN 1.0), este código facilita a comparação dos tipos e das análises de fitólitos (COE, 2009).

Tabela 3. Morfotipos de fitólitos característicos das famílias Poaceae, Cyperaceae e dicotiledôneas.

FAMÍLIAS	MORFOTIPOS	
Panicoideae	Produzem sobretudo fitólitos do tipo <i>bilobate cross</i>	
Chloridoideae	Produzem fitólitos de tipo <i>saddle</i>	
POACEAE	Pooideae	Fitólitos de tipos <i>rondele trapeziform short cell</i>
	Arundinoideae	Produzem também fitólitos de tipos <i>rondele, bilobate, polylobate cross</i>
	Bambusoideae	Produzem também fitólitos de tipos <i>bilobate, polylobate cross</i>
	Arecaceae e Bromeliaceae	Morfotipo <i>Globular echinate (crenatespherical)</i>
Cyperaceae	Produzem o morfotipo <i>Cone-shape (conical)</i>	
Pinaceae	Morfotipo <i>Spherical with sockets (spiny body, spiked)</i>	
Araucariaceae	Produzem o <i>Cratershape</i>	

A figura 3 apresenta algumas morfologias de fitólitos consideradas diagnóstico e não-representativas do ponto de vista taxonômico.

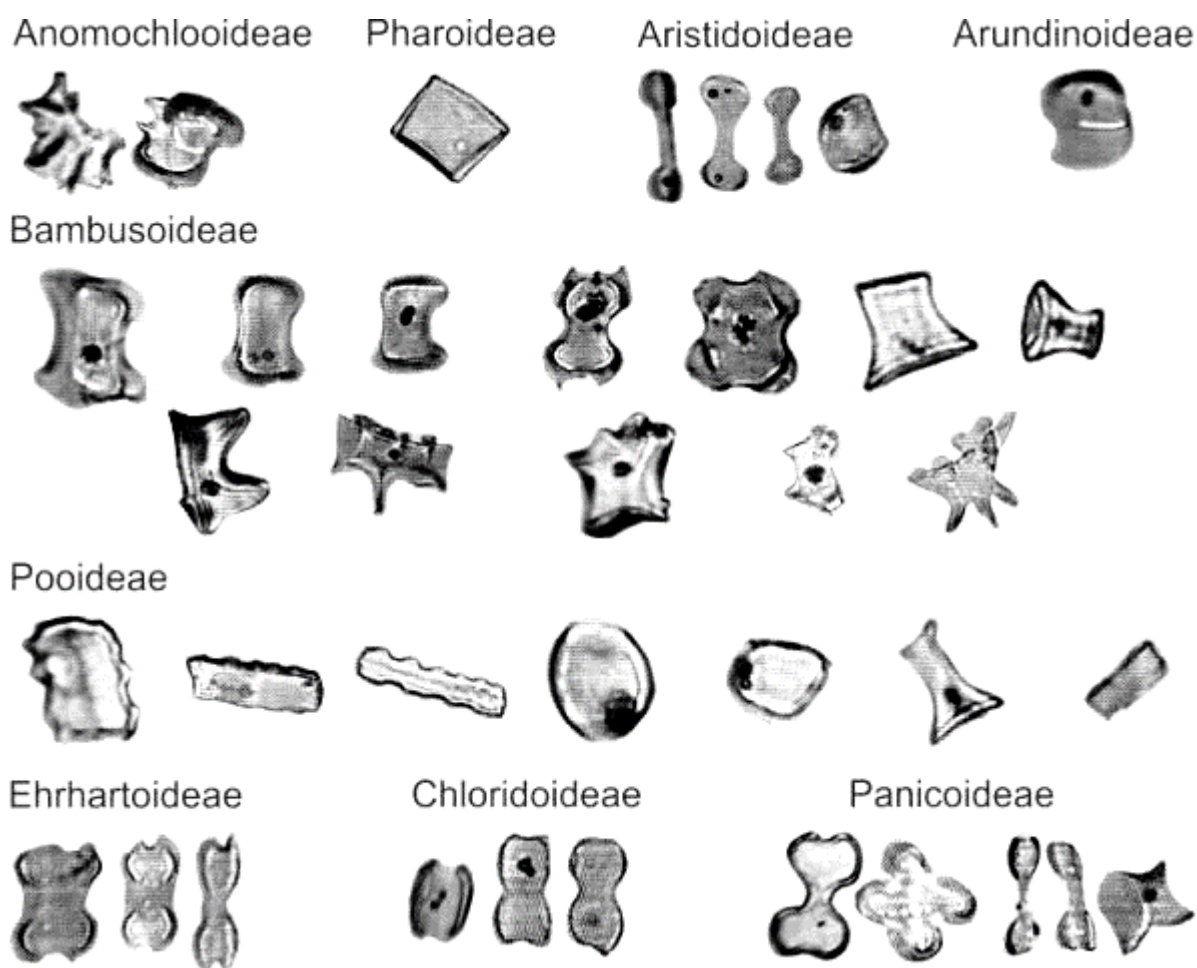


Figura 2. Classificação das morfologias de fitólitos de acordo com as subfamílias de Poaceae. Fonte: Adaptado de Piperno (2006).

Bilobate	Poaceae, sobretudo Panicoideae alta C4, algumas Panicoideae C3, Chloridoideae, Arundinoideae e Bambusoideae.	
Cross	Poaceae, sobretudo Panicoideae alta C4.	
Saddle	Poaceae, sobretudo Chloridoideae baixas C4; algumas Bambusoideae C3 e Arundinoideae C3.	
Rondel	Poaceae, sobretudo Pooideae C3, também Bambusoideae	
Elongate echinate	Gramíneas, células longas de todas as gramíneas	
Elongate psilate	Gramíneas, células longas de todas as gramíneas	
Cylindrical polylobate	Gramíneas, predominantemente Panicoideae (C4 e C3)	
Acicular hair cell	Gramíneas, Arecaceae e outras plantas	
Cuneiform bulliform cell	Gramíneas (células buliformes de todas as epidermes)	
Parallelepipedall bulliform cell	Gramíneas (células buliformes de todas as epidermes)	
Cone-shape	Cyperaceae	
Globular echinate	Arecaceae e Bromeliaceae	

Figura 3. Formas de fitólitos consideradas diagnóstico e não-representativas do ponto de vista taxonômico.

2.3 PALEOAMBIENTES

As mudanças paleoclimáticas e paleoambientais são fundamentais no gerenciamento regional uma vez que fornece dados para estabelecer, com maior segurança, a previsão do comportamento climático a médio (década) e longo (séculos) prazos. Até o momento (2013) não se tem dados sobre as condições paleoambientais no município de Turvo, assim, a realização deste trabalho deverá fornecer subsídios para a correlação e integração dos dados paleoclimáticos com outros estabelecidos para o Paraná e para o Brasil.

A determinação das variáveis paleoclimática e paleoambiental é, dessa forma, produto de uma concepção multidisciplinar e exigem uma equipe formada por pesquisadores de diferentes especialidades e nesse contexto ambientes lacustres e turfeiras, dadas suas condições de ativa sedimentação e de raros eventos erosivos, são os ambientes continentais mais propícios aos estudos paleoambientais (SUGUIO, 1999). Por outro lado, os dados *proxy* devem vir acompanhados de informações cronológicas. Dentre os métodos cronológicos mais utilizados no Brasil em estudos dessa natureza estão os denominados de datação absoluta que incluem o ^{14}C , ^{210}Pb e os luminescentes (*Optically Stimulated Luminescence* - OSL e *Thermoluminescence* - TL).

Diante do exposto a proposta busca correlacionar dados paleoclimáticos, utilizando os fitólitos como ferramenta *proxy*, no entanto esse tipo de pesquisa é recente no Brasil, os primeiros trabalhos são da década de 1990, desde então poucas publicações foram registradas, algumas estão dispostas no quadro 1.

Piperno e Becker (1996)	Vegetational history of a site in the central Amazon basin derived from phytolith and charcoal records from natural soils	O trabalho consistiu em uma análise, das assembleias de fitólitos contidas em um perfil sedimentar de 60 cm de profundidade, retirado de uma reserva, localizada a 90 km a norte de Manaus-AM, foram datadas 15 amostras ao longo do testemunho, a base foi datada em 1.800 ± 60 anos AP. Os fitólitos e registros de carvão sugerem o dinamismo da florística e perturbação por fogo durante o Holoceno, no entanto, ressaltam que devem ser realizadas pesquisas mais aprofundadas.
Alexandre et al.	Late Holocene phytolith and	A pesquisa foi desenvolvida em Salitre, Minas, onde foi coletado um testemunho de 2,3 m em uma área de

(1999)	carbon-isotope record from a latosol at Salitre, South-Central Brazil	mancha florestal, cercada por cerrado, deste perfil quinze amostras foram analisadas, os autores identificaram cinco zonas de interpretações e os dados referentes às datações, foram retiradas do trabalho de Vernet et al. (1994). Os resultados apontam para a expansão de árvores entre 4.000-3.000 anos AP.
Borba-Roschel et al. (2006)	Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in the Brazilian cerrado	Foram analisadas 11 amostras de turfa (10-130 cm) de um testemunho retirado de Uberaba-MG, em uma área pertencente ao bioma Cerrado, mais especificamente campos de várzea. O trabalho apresenta uma comparação entre a sequência de assembleias fitólitos extraídos da turfa e assembleias de fitólitos extraídos das folhas das principais plantas de campos hidromórficos. A datação da base do material já havia sido realizada no trabalho de Kirman et al. (2002), apresentando 27.500±900 anos AP. Duas possíveis interpretações foram obtidas: Houve a diminuição da amplitude de hidratação do solo em direção a base dos sedimentos, ou houve a dissolução dos morfotipos de Cyperaceae (devido ao seu pequeno tamanho) ao longo do testemunho. Autores ressaltam que são necessárias mais investigações sobre a concentração de fitólitos e as características do solo para avaliar as hipóteses.
Calegari (2008)	Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte A húmico em Latossolos	Em sua tese de doutorado Calegari estudou as variáveis ambientais que teriam influenciado na gênese do horizonte A húmico de 21 Latossolos (regiões sul, sudeste e nordeste), investigando a morfologia, textura, geoquímica, geomorfologia e as evidências paleoambientais. Realizou também a comparação entre três métodos de extração de fitólitos em solo (Digestão ácida, Citrato-ditionito-bicarboato de sódio e acetato-ditionito de sódio) de um perfil de um Latossolo vermelho-amarelo localizado em Machado-MG. Houve por fim, a análise da assembleia de fitólitos de três perfis de Latossolos localizados em Guarapuava-PR, Salinas e Machado-MG. As interpretações tiveram aporte de análises isotópicas e datações absolutas. Os Fitólitos indicaram para o Holoceno médio-inferior

		climas mais secos; para o Holoceno superior, clima mais úmido e mais quente (regiões Sudeste e Nordeste) e mais úmido e frio (região Sul).
Coe (2009)	Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios / Cabo Frio, RJ, durante o Quaternário	<p>Em sua tese de doutorado, Coe realizou a interpretação das assembleias de fitólitos de quatro perfis de solo, recuperados da região do Rio de Janeiro</p> <p>O primeiro é denominado como Barracuda e compreende uma área de floresta xeromórfica, o solo é caracterizado como Cambissolo háplico. Os sinais isotópicos variam de -26 e -22‰. As datações e correlações ao longo das profundidades foram às seguintes: 5 cm - 745 Cal anos AP.; 70cm - 5.215 Cal anos AP.; 90cm - 4.520 Cal anos AP.; 130cm - 4.535 Cal anos AP. (período de maior densidade arbórea); 160cm - 9.400 Cal anos AP.; 195cm - 13.000 Cal anos AP., (vegetação era menos arbórea que atualmente).</p> <p>O segundo é denominado como Canto e está em área de floresta xeromórfica e Latossolo amarelo. As datações seguem: 7,5 cm – 510 Cal anos AP.; 37,5 cm – 1.525 Cal anos AP.; 77 cm – 2.760 Cal anos AP.; 125,5 cm – 8.170 Cal anos AP.; 170 cm – 6.210 Cal anos AP.</p> <p>O terceiro é denominado como Forno e está em uma área de floresta seca e Cambissolo háplico e tem datações aos 96,5 cm – 5.585 Cal anos AP.; 130 cm – 7.425 Cal. anos AP.</p> <p>Nos três perfis, os resultados apontam uma descontinuidade no desenvolvimento do solo</p> <p>O quarto perfil é denominado Tucuns, está em uma floresta xeromórfica mais seca e Argissolo amarelo, tem datação de 5.800 Cal anos AP a 101 cm de profundidade (menores valores de densidade arbórea).</p> <p>As interpretações foram complementadas por análises pedológicas, micromorfológicas e de lignias, aliadas as assembleias modernas de fitólitos das quatro áreas analisadas.</p>
Coe et al. (2012)	Reconstituições da vegetação e inferências de	Amostras de diferentes horizontes de perfis de solo e horizontes superficiais de quatro tipos atuais de cobertura vegetal (que serviram como assembleias

	<p>paleoclimas através da utilização dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono exemplos de estudos no Brasil.</p>	<p>modernas de referência), das regiões litorâneas do estado do Rio de Janeiro, sob vegetação xeromórfica foram coletadas,</p> <p>Região de Cabo Frio/Búzios aos 160cm foi datada em 13.000 Cal. anos AP. os fitólitos mostraram que a vegetação foi sempre de tipo pouco arbórea (floresta xeromórfica).</p> <p>Bacia do rio São João aos 60 cm foi datada em 8.000 Cal anos AP.</p> <p>Região do Espinhaço Meridional, em Minas Gerais foi datada 7.500 Cal anos AP, aos 100 cm. Não foi realizada uma contagem detalhada dos fitólitos</p> <p>Foram realizadas análises de $\delta^{13}\text{C}$, ^{14}C, análises pedológicas e micromorfológicas.</p>
<p>Monteiro et al. (2011)</p>	<p>Primeiras considerações paleoambientais com análise de fitólitos em sedimentos turfosos nos Campos Gerais no estado do Paraná</p>	<p>A área analisada refere-se um afloramento de material turfoso próxima a cidade de Ponta Grossa (margem esquerda do rio Das Mortes) em contato abrupto com a Formação Furnas e encoberto por colúvio proveniente da Formação Ponta Grossa. Foram analisadas as assembleias de fitólitos, realizadas análises isotópicas e datações por ^{14}C de três sequências.</p> <p>Os valores isotópicos variaram de -18,7‰ para -16,8‰ e as datações seguem:</p> <p>150-146 cm, datado de 3.220 anos AP.</p> <p>134-131cm, datado de 2.770 anos AP.</p> <p>90-87cm, datado de 1.340 anos AP.</p> <p>Os fitólitos demonstram que a área estudada apresenta cobertura de gramíneas desde 3.220 anos AP.</p>
<p>Parolin et al. (2011)</p>	<p>Reconstituição paleoambiental utilizando isótopos estáveis do C e N e fitólitos em turfeira na região de Campo Mourão/PR Brasil.</p>	<p>Turfeira na região de Campo Mourão/PR, 8 amostras $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, razão C/N A datação ^{14}C na base do testemunho foi de 24.830 \pm 70 anos AP.</p> <p>150-110cm $\delta^{13}\text{C}$ -15‰; 110-80cm $\delta^{13}\text{C}$ -15 e -17‰; 80-75cm $\delta^{13}\text{C}$ -16‰; 75-35cm $\delta^{13}\text{C}$ 18‰; 35-15cm $\delta^{13}\text{C}$ -15‰; 15-0cm $\delta^{13}\text{C}$ -18‰;</p> <p>As interpretações indicaram a existência de uma vegetação predominantemente arbustiva, com baixa densidade arbórea na região de Campo Mourão, que foi associada a presença predominante de um clima mais seco que o atual durante os últimos ~25.000 anos.</p>

<p>Monteiro (2012)</p>	<p>Paleoambientes indicados através da análise de fitólitos em sedimentos turfosos nos Campos Gerais do estado do Paraná</p>	<p>Monteiro em seu trabalho de Conclusão de Curso analisou um perfil sedimentar referente a um afloramento de material turfoso próxima a cidade de Ponta Grossa (margem esquerda do rio Das Mortes) em contato abrupto com a Formação Furnas e encoberto por colúvio proveniente da Formação Ponta Grossa. Foram analisadas as assembleias de fitólitos de 39 amostras (117 cm) retiradas em intervalos de 3 cm. Foram realizadas análises isotópicas e datações por ^{14}C de três sequências. Os valores isotópicos variaram de $-18,7\text{‰}$ para $-16,8\text{‰}$ e as datações seguem: 150-146 cm, datado em 3.220 anos AP. 134-131 cm, datado em 2.770 anos AP. 90-87 cm, datado em 1.340 anos AP. caracterizada como uma fase mais quente e úmida com o aparecimento de fitólitos de <i>Araucaria</i>. A autora caracterizou quatro fases de acordo com os intervalos de maiores semelhanças paleoclimáticas.</p>
<p>Alcantara-Santos (2013)</p>	<p>Paleogeografia e paleoambientes do baixo curso do rio Ivaí- PR</p>	<p>Alcantara-Santos em sua dissertação de mestrado, analisou um perfil de solo da Formação Caiuá denominado de Trincheira Reserva (TR) 250cm, e, sedimentos do Terraço Ivaí (TI) 290 cm na região de Douradina-PR. Foram obtidos 250 cm de trincheira com as seguintes datações e interpretações: condições ligeiramente mais secas que a atual, no entanto, sob domínio de floresta e plantas C_3 foram observadas aos 210-220 cm (10.195 anos Cal. AP ^{13}C) e a 5.963 anos Cal. AP ^{13}C (140-150 cm) o clima era mais úmido e semelhante ao atual. Os sedimentos do Terraço Ivaí demonstram que houve uma fase de canal ativo há 19900 ± 2820 (280 cm) e ocorreu uma fase de abandono de canal aos 13.250 ± 1890 (100 cm).</p>

Quadro 1. Trabalhos realizados no Brasil que utilizaram fitólitos como ferramenta proxy.

2.4 CICLOS FOTOSSINTÉTICOS E DADOS ISOTÓPICOS

Existem dois tipos de ciclos fotossintéticos realizados pelas plantas, o ciclo fotossintético C3 é representado predominantemente por vegetação arbórea (~85% de todas as espécies de plantas existentes realizam este ciclo fotossintético), plantas do ciclo C3 discriminam mais o ^{13}C durante o processo de fotossíntese que plantas do ciclo C4. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ deste ciclo variam de -22‰ a -32‰, com uma média de -27‰ (Figura 4). As plantas do ciclo C4 representadas predominantemente por gramíneas de origem tropical e subtropical (5% de todas as espécies de plantas). As gramíneas C4 são correlacionadas à ambientes com altas temperaturas e alta luminosidade. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ deste ciclo variam de -17‰ a -9‰, com uma média de -13‰ (Figura 4) (PESSENDA, 2010).

Pessenda et al. (2005) relatam que pode-se utilizar estudos isotópicos em todas as regiões brasileiras, onde ainda haja vegetação nativa e solos relativamente espessos, determinando a cronologia através de datação ^{14}C da MOS (fração humina e/ou fragmentos soterrados de carvão). A utilização das análises de $\delta^{13}\text{C}$ proporciona resultados confiáveis a respeito da troca de plantas C3 e C4. A utilização dos isótopos estáveis do carbono em superfície de solos permite uma calibração para a interpretação dos resultados da dinâmica paleovegetacional.

Vários estudos utilizando as análises isotópicas para a reconstrução paleoambiental foram realizados no Brasil, dentre esses vale destacar os realizados por, Pessenda et al. (2006a), Pessenda et al. (1996b), Pessenda et al (1998a), Pessenda et al (1998b), Gouveia et al. (1999), Pessenda et al. (2001a), Pessenda et al. (2001b).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área pesquisada (Figura 5 e 6) está localizada no município de Turvo, na região centro-sul do estado do Paraná. O estudo refere-se a um depósito sedimentar de característica turfosa.

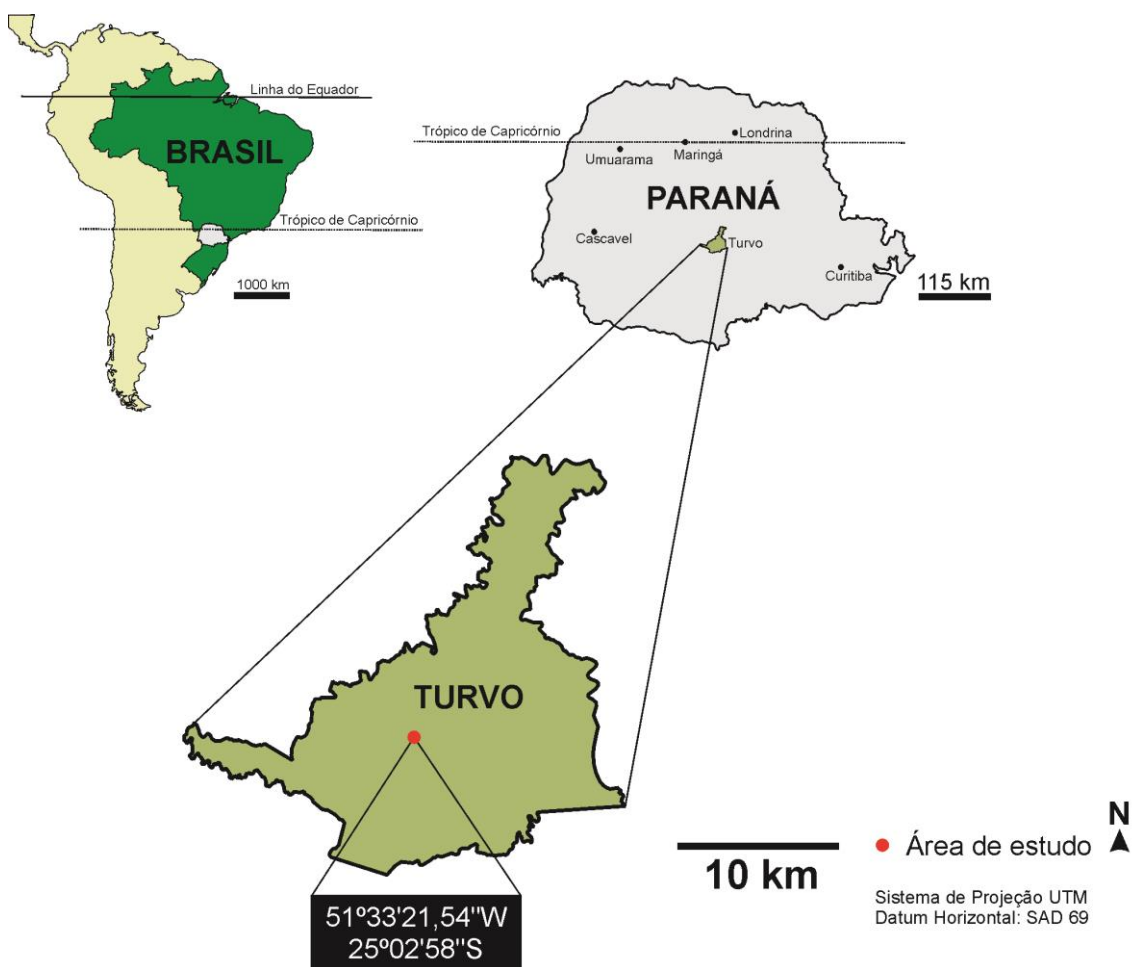


Figura 5. Localização do município de Turvo, Paraná, com destaque a área de estudo.

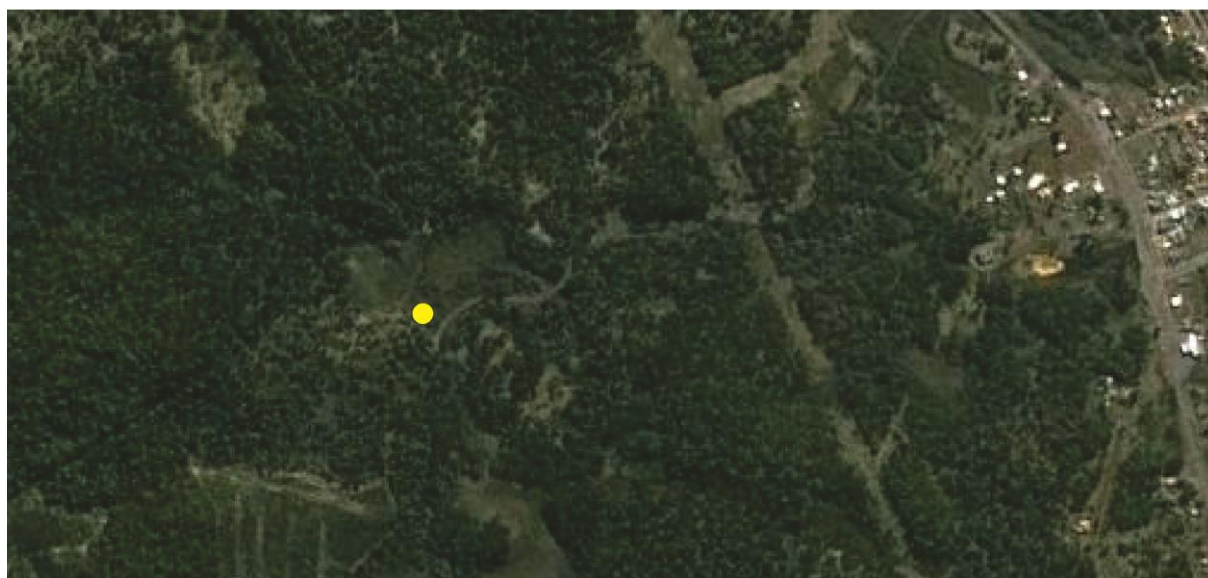


Figura 6. Vista área da área de estudo, com destaque ao local de coleta.
Fonte: Google (2013).

3.1.1 Bacia hidrográfica

O município de Turvo está localizado em sua maior extensão na Bacia Hidrográfica Ivaí (porções norte, sul e leste do município e em menor proporção na Bacia hidrográfica do Piquiri (porção oeste).

3.1.2 Clima

O clima do município de Turvo é caracterizado como Cfb, na classificação de Köppen (1936) adaptada por IAPAR (2011) Cfb é um clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C (mesotérmico), verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida.

3.1.3 Vegetação

Turvo está localizado no Bioma Mata Atlântica, tendo como formações vegetais a Floresta Ombrófila Mista sendo montana à norte e altomontana ao sul em altitudes superiores a 1200 m s.n.m (ITCG, 2009), segundo Roderjan et. al. (2002) a Floresta Ombrófila Mista (Figura 7) contempla a coexistência de representantes das floras tropicais e temperadas, compreendendo as formações florestais típicas e exclusivas dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região Sudeste e em países vizinhos (Paraguai e Argentina).

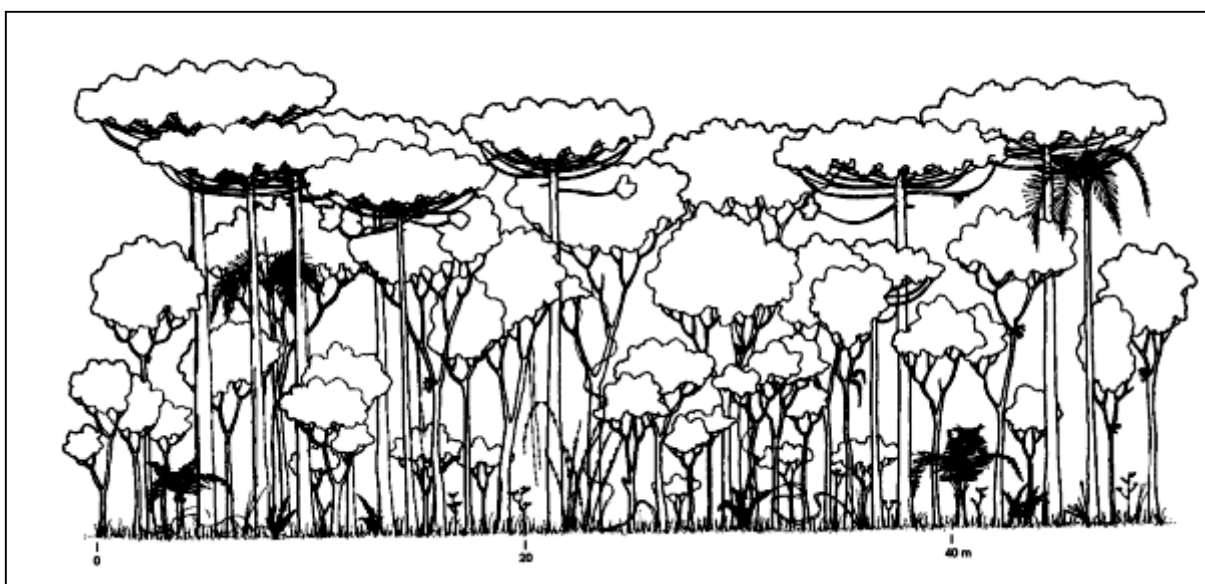


Figura 7. Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Floresta Ombrófila Mista.

Fonte: Roderjan et al. (2002).

Foram realizadas pela equipe do Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – HCF, campanhas entre os anos de 2008-2012, para a coleta de material vegetal na área onde está localizado o depósito sedimentar estudado, desta forma, tem-se um levantamento florístico da área em questão (Anexo A). O levantamento demonstra que a área possui uma vegetação composta de elementos arbóreos característicos da Floresta Ombrófila Mista (Araucariaceae), Poaceae, Cyperaceae e outros elementos arbustivos.

3.1.4 Geologia e pedologia

Bigarella e Parolin (2011) relatam que o terceiro planalto paranaense é a região fisiográfica mais simples devido as suas formas e estruturas, onde predominam rochas vulcânicas do magmatismo Mesozóico e em menor proporção a noroeste Arenitos da Formação Caiuá. Segundo Mineropar (2006), Turvo está localizado sobre o Grupo São Bento na Formação Serra Geral e Formação Botucatu (afloramentos do Arenito Botucatu, caracterizam-se pela estratificação cruzada de grade porte), uma pequena área está sobre o Grupo Passo Dois na Formação Rio do Rastro.

Segundo Embrapa (1999) o município de Turvo apresenta quatro tipos principais de solos, classificados como: Latossolos localizados por toda a extensão do município, Cambissolos distribuídos a sul e sudeste, Argissolos em uma pequena porção a norte e Nitossolos dispostos na área central e em menor proporção a norte.

Segundo Embrapa (1999), os Latossolos compõem solos com horizontes profundos e, geralmente pouco férteis, apresentando horizonte B Latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de energéticas transformações no material constitutivo.

Os Cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente. Os Argissolos são constituídos por material mineral que apresentam horizonte B textural com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A ou E. E por fim, os Nitossolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa estrutura em blocos subangulares ou angulares, ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados (EMBRAPA, 1999).

O depósito turfoso estudado está sobre rocha basáltica e apresenta alto teor de material orgânico, de coloração preta.

3.1.5 Geomorfologia

Turvo está localizado o Planalto de Palmas/Guarapuava, que apresenta uma dissecação baixa, com topos aplainados, vertentes retilíneas e convexas e seus vales em "U", tendo uma altitude mínima de 520m e máxima de 1360 metros (MINEROPAR, 2006). A classe de declividade predominante é menor que 10%.

3.2 COLETA

A coleta do material sedimentar foi realizada em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, próximo à área urbana de Turvo-Paraná, pela equipe do Lepafe durante uma campanha de reconhecimento de áreas com potencial para preservação de bioindicadores, o depósito está localizado nas coordenadas 25°02'58"S e 51°33'21,54"W à 1.044m de altitude, o depósito sedimentar foi sondado através de um tubo de alumínio de 10cm de diâmetro (Figura 8A), resultando em um testemunho de 44 cm de profundidade, contendo material orgânico, que foram retirados a cada 2 cm (22 amostras), secos e armazenados em recipientes identificados, para posterior tratamento laboratorial no Lepafe.

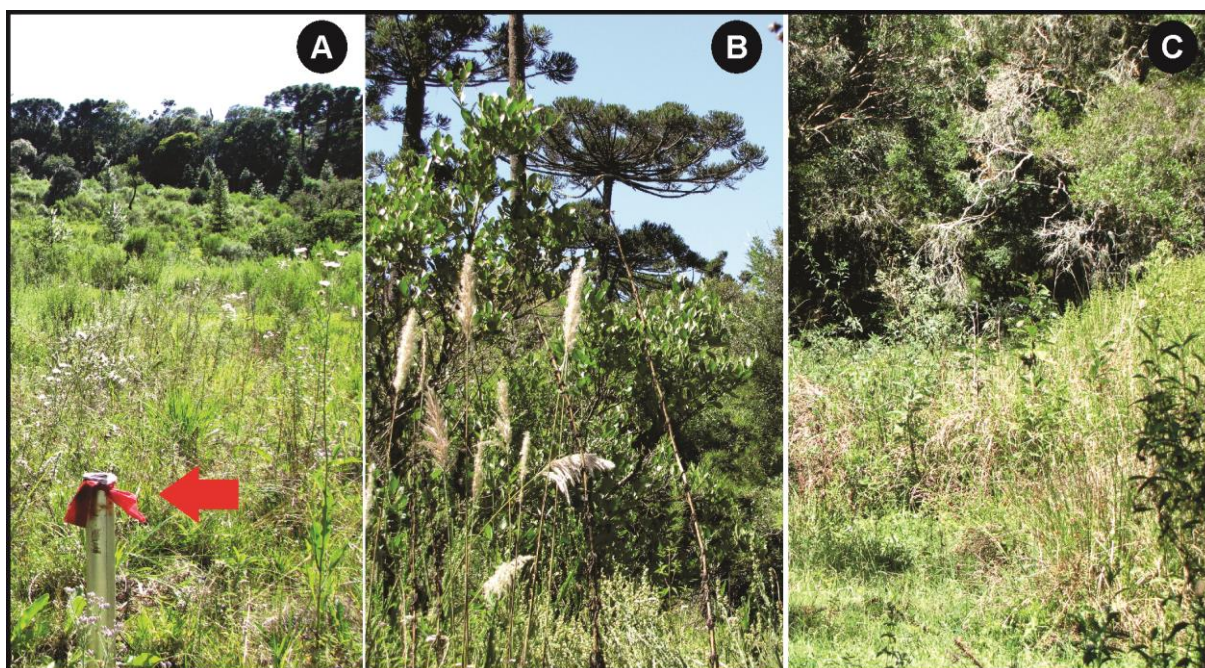


Figura 8. Localização do depósito sedimentar em Turvo, Paraná. A. Tubo de alumínio utilizado para retirar o testemunho sedimentar; B-C. Entorno local de coleta. Foto: Mayara dos Reis Monteiro, (2012).

3.3 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

As amostras sedimentares foram secas em estufa à 70 °C por 24h. Do material coletado, 10 cm³ de duas sequencias distintas foram encaminhadas à datação absoluta ¹⁴C (20-22 cm e 42-44 cm), sendo realizadas também análises isotópicas de outras duas amostras, de 10-22 cm e 32-34 cm (composição isotópica é expressa em por mil (‰) com desvio padrão de ±0.2‰, medido com respeito ao padrão VPDB), ambas análises foram realizadas no *Center for Applied Isotope Studies University of Georgia*. As datações foram calibradas e calculadas as médias aritméticas, com base no software CALIB 6.0® (2013) (Programa de calibração de Radiocarbono), disponível em: <http://calib.qub.ac.uk/calib/calib.html>. As análises dos resultados foram realizadas a partir dos princípios estabelecidos por Boutton (1991).

O tratamento químico das amostras foi realizado seguindo metodologia de Faegri e Iversen (1989): a) separação de 5cm³ do material coletado em béqueres; b) adição de ácido clorídrico (concentração 10%) às amostras, para eliminação de carbonatos; c) fervura das amostras com hidróxido de potássio a 10%; d) adição de solução aquosa de cloreto de zinco de densidade 2,2 g/cm³. As amostras foram centrifugadas entre todas as etapas. Após o tratamento químico, 50µl das amostras foram adicionadas a lâminas e recobertas com Entellan® e lamínula. As lâminas encontram-se depositadas no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão/UEPR – Lepafe (Cód. L. 206; 207; 208. C.19).

Analisaram-se em microscópio óptico em aumento de x640, duas lâminas de cada intervalo, foram contados 200 fitólitos identificáveis/lâmina, quantificando os fitólitos encontrados e classificando-os de acordo com sua morfologia e utilizando como base para a nomenclatura o trabalho de Madella et al. (2005). Paralelamente à contagem dos fitólitos foram feitas microfotografias em aumento de x640 dos fitólitos característicos de cada grupo encontrado.

Foi realizada a estimativa de concentração de fitólitos, para tanto houve a contagem destes, sendo realizadas quatro visadas em cada uma das três lâminas, totalizando 12 visadas por sequencia sedimentar, em aumento de x640.

De posse da quantificação e concentração dos fitólitos e com o auxílio do software Excel® foram calculados os índices, que posteriormente serviram como

base para a interpretação dos resultados. Após as análises os dados foram inseridos no software Tilia® e então gerados os gráficos de quantidade de fitólitos relativos à forma.

Os índices foram calculados da seguinte maneira:

a) Índice climático (Ic%), utilizado e criado por Twiss (1992) e Bremond (2003) está disposto na equação (3) e seus resultados indicam a relação entre gramíneas C3/C4, valores elevados indicam predomínio de gramíneas adaptadas a condições mais frias (>40%), em relação às gramíneas adaptadas a climas mais quentes (Panicoideae e Chloridoideae).

$$Ic (\%) = \frac{Rondel}{Rondel + Saddle + Bilobate + Cross} \times 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

b) O índice de adaptação à aridez (Iph%), instituído por Diéster-Haas et al. (1973) disposto conforme a equação (4), onde valores elevados de Iph indicam condições mais secas, campos dominados por Chloridoideae, valores menores (<30%) indicam uma condição de maior umidade, ou umidade presente no solo.

$$Iph (\%) = \frac{Saddle}{Saddle + Bilobate + Cross} \times 100 \quad \text{Eq. (4)}$$

c) Foi também criado um índice que relaciona os fitólitos característicos de condições de umidade em relação aos fitólitos característicos de stress hídrico que é demonstrado na equação (5), valores elevados para esse índice indicam um predomínio de menor stress hídrico, ou seja, uma condição de maior umidade no ambiente.

$$Iu (\%) = \frac{G. \textit{echinate} + G. \textit{granulate} + G. \textit{psilate} + \textit{Cone-shape}}{G. \textit{echinate} + G. \textit{granulate} + G. \textit{psilate} + \textit{Cone-shape} + \textit{Cuneiform}} \times 100 \quad \text{Eq. (5)}$$

As considerações ambientais basearam-se nos trabalhos de Twiss (1992), Tieszen et al.(1979), Fredlund e Tianszen (1997), Alexandre et al. (1997), Barboni et al. (1999) Calegari (2008) e Coe (2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As datações atingiram na base 12.430 ± 30 anos AP que após calibração foi de ~ 14.553 cal. anos AP (44 cm) e 5.310 ± 30 anos AP próximo ao topo (20 cm), após calibração atingiram ~ 6.090 cal. anos AP (Tabela 4). As idades são indicativas de uma taxa de sedimentação bastante lenta, com aproximadamente 0.003 cm/ano.

Os sinais isotópicos são mais “empobrecidos” à base e mais enriquecidos perto do topo (Tabela 4), o sinal isotópico da base indica uma mistura entre plantas com ciclo fotossintético C3 (possivelmente gramíneas) e C4, podendo inferir uma vegetação mais aberta, já em direção ao topo indica uma vegetação mista com elementos arbóreos, arbustivos e Poaceae. No entanto, a variação foi de 2,5‰, sendo considerada uma mudança que foi ocorrendo paulatinamente, de maneira gradual.

Tabela 4. Dados isotópicos de quatro amostras, de um depósito sedimentar em Turvo, Paraná.

Profundidade (cm)	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$	^{14}C anos AP	^{14}C Cal anos AP
10-12	-21.5	-	-
20-22	-19.0	5.310 ± 30	6.090
32-34	-19.3	-	-
42-44	-19.0	12.430 ± 30	14.553

Foi possível a identificação de 23 morfologias de fitólitos ao longo das 22 amostras, onde houve variação das quantidades dessas morfologias (Tabela 5 e Figura 9). A morfologia com maior predominância foi *elongate psilate*, no entanto ela não possui valor taxonômico, pois é encontrada em diversas famílias botânicas, em diversas quantidades.

As morfologias *bilobate*, *cross*, *sadlle* e *rondel* tem alto valor taxonômico, pois estão associadas a diferentes tipos de subfamílias de Poaceae, podendo então demonstrar a evolução da vegetação ao longo do testemunho. Foi possível realizar os índices (I_{ph}, I_c e I_u) em todas as sequencias, pois as quantidades destas morfologias foram superiores a 5%, sendo os índices aplicados de maneira eficaz.

Morfologias como *cuneiform bulliform* e *parallepipedal bulliform*, já são tratadas na literatura como indicadores de stress hídrico, ou seja, as gramíneas

quando tem seu processo de evapotranspiração potencializado, produzem este tipo de morfologias, ambas estão associadas a este fenômeno e se comportam de maneira similar ao longo das sequencias analisadas.

Tabela 5. Quantificação das morfologias de fitólitos observadas em um depósito sedimentar Turvo, Paraná.

FITÓLITOS	PROFUNDIDADE (cm)																					
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	30-32	32-34	34-36	36-38	38-40	40-42	42-44
Bilobate	29	60	73	70	68	33	60	48	44	37	29	42	32	44	43	37	34	31	37	33	60	25
Cross	0	2	0	1	0	2	2	0	1	2	1	2	0	1	0	1	1	1	1	2	5	2
Sadlle	10	18	26	45	24	10	29	31	19	12	18	27	19	57	103	49	34	18	21	18	84	24
Rondel	6	14	33	52	33	18	31	22	34	20	20	29	21	15	61	22	21	20	24	27	28	9
Cuneiform bulliform	28	12	5	8	12	11	2	6	13	5	10	6	17	8	6	24	52	79	32	34	13	29
Paralelipedal bulliform	39	28	20	11	19	33	9	24	28	8	14	8	15	27	5	29	42	55	36	26	22	38
Blocky	0	0	0	27	0	20	2	2	4	0	4	0	0	0	2	0	6	12	0	0	0	0
Cylindric polylobate	2	7	2	5	4	4	5	10	7	4	13	1	8	7	9	5	7	9	6	2	10	8
Cylindrical sucate traceid	8	7	11	13	11	12	17	12	13	13	9	10	13	2	6	5	4	3	6	10	2	6
Elongate echinate	1	1	0	0	0	1	3	0	2	0	3	0	0	2	1	0	3	6	0	8	1	2
Elongate psilate	243	213	207	132	200	215	209	230	208	265	244	254	257	221	140	215	178	141	206	207	151	184
Elongate dendritic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2	3	0	0
Acicular hair	6	0	5	6	6	16	10	1	7	8	14	0	7	3	4	1	3	4	2	4	3	34
Unciformhair	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
Scutiform hair	3	0	1	3	1	4	0	2	0	2	1	1	2	2	3	3	3	2	0	0	1	5
Brachiform	5	14	3	10	5	4	1	4	6	4	0	4	2	2	1	2	4	5	0	1	0	18
Trapeziform polylobate	4	5	5	11	5	12	11	3	8	1	9	3	5	4	6	3	4	5	9	7	8	9
Trapeziform sinuate	3	0	2	0	1	0	0	2	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	3	3	1
Globular echinate	1	4	1	2	1	0	2	0	1	0	2	2	1	1	1	0	2	3	3	1	2	0
Globular granulate	2	1	1	0	2	0	2	7	0	6	1	3	0	1	2	2	1	1	1	0	4	1
Globular psilate	6	9	3	4	5	2	0	0	0	1	3	2	1	2	2	1	3	4	2	2	0	2
Cone shape	9	13	8	9	10	10	11	3	7	8	5	11	5	4	4	0	2	3	8	12	3	7

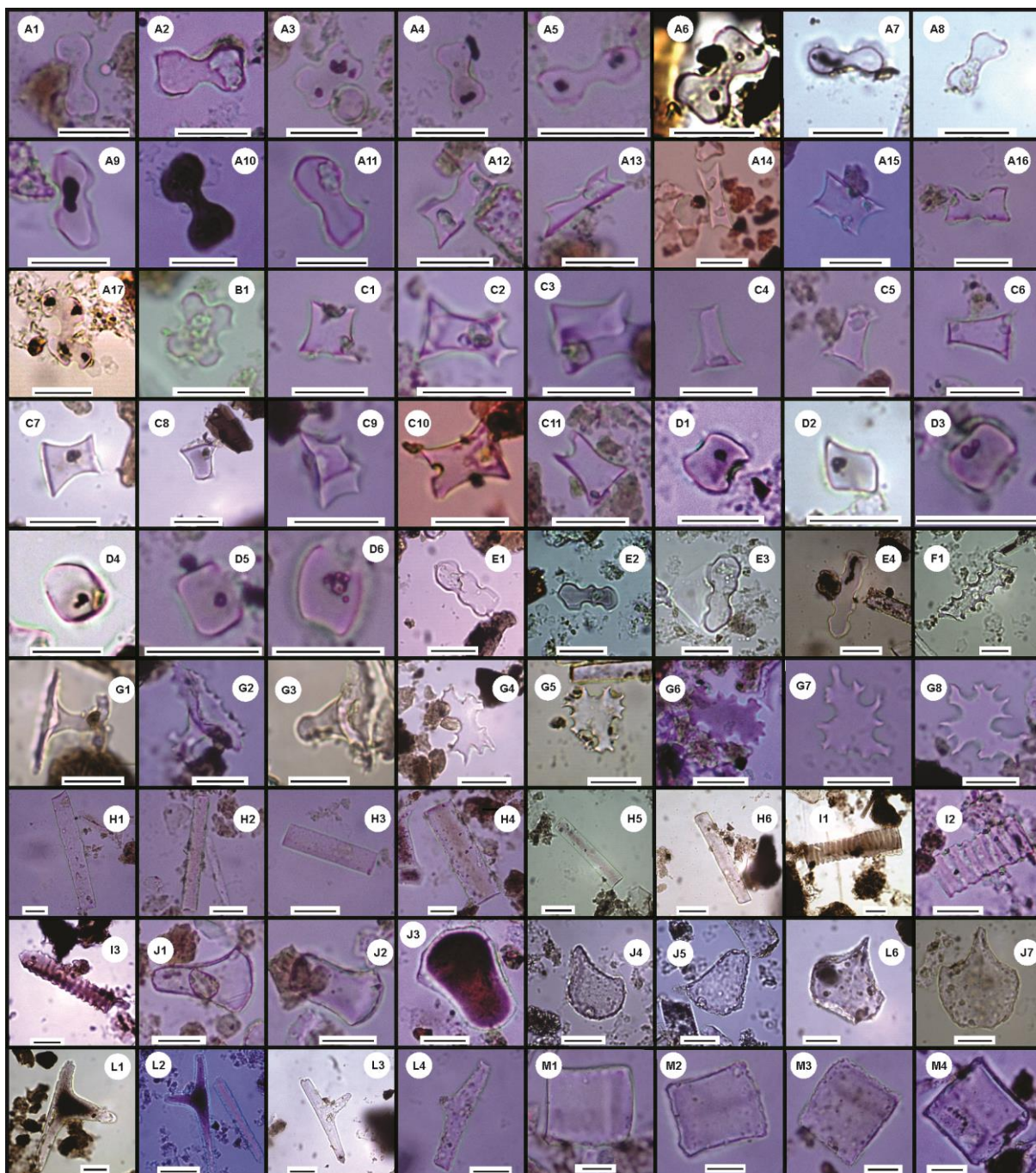


Figura 9. Morfologias de fitólitos observadas em um depósito sedimentar em Turvo, Paraná. A1-A17. *Bilobate*; B1. *Cross*; C1-C11- *Rondel*; D1-D6. *Saddle*; E1-E4. *Cylindric polylobate*; F1. *Elongate echinate*; G1-G8. *Cone-shape*; H1-H6. *Elongate psilate*; I1-I3. *Cylindrical sulcate tracheid*; J1-J7. *Cuneiform bulliform*; L1-L4. *Brachiform*; M1-M4. *Parallepipetal bulliform*. Escala=17µm.

Foi possível através das variações nas quantidades das morfologias e com auxílio dos índices a identificação de duas fases:

4.1 FASE I

A FASE I (Figura 10) segue da base (44 cm) do testemunho à 14.553 Cal anos AP. até a sequência de 24 cm, com uma condição menos úmida que a atual, podendo ser observada pelo aumento na quantidade de fitólitos morfotipo *bulliform* (*cuneiforme parallepipedal*) tendo seu pico de atuação aos 34-36 cm, onde a sua ocorrência chega a 33,6% do total de fitólitos, resultado em um valor de lu% de 12,2%, sendo então a taxa de umidade baixa, ocorrendo um maior stress hídrico.

O lph teve valores elevados, muito maior que 50% (amostras 26-28, 28-30, 30-32 e 40-42 cm) desta forma a adaptação à aridez foi elevada corroborando o índice de umidade baixo. Altos valores de lph sugerem um ambiente com predomínio de Chloridoideae, prevalecendo condições climáticas mais secas (BARBONI et al. 1999).

Desta forma, condições mais secas durante o Pleistoceno Tardio e Holoceno Inferior também são apresentadas em outras pesquisas realizadas no estado do Paraná e em outros próximos, no município de Londrina, Paraná (~277 km de Turvo) houve a interpretação de um clima mais seco entre 11.000-8.000 anos AP (PESSENDA et al. 2004), o mesmo foi observado para o município de Taquarussu, Mato Grosso do Sul para o período de 11.570-9.710 anos AP (PAROLIN et al. 2006) e por Calegari (2008), para o município de Salitre, Minas Gerais.

Embora este trabalho tenha correlação com os expostos acima, destaca-se a divergência encontrada com a pesquisa de Silva (2013), que estudou as assembleias de fitólitos presentes na Turfa Guará (Guarapuava, Paraná) em sua dissertação de mestrado, à ~47 km de Turvo, Paraná. Este autor encontrou na base de seu testemunho 15.648 Cal anos AP. e sinal isotópico de -27‰ (FASE I), a datação possui idade próxima a obtida na base da Turfa Turvo, entretanto o sinal isotópico obtido na Turfa Guará caracteriza plantas C3 (podendo ser gramíneas ou espécies arbóreas), já em Turvo o sinal isotópico de -19‰, caracteriza uma mistura de plantas C3 e C4 (gramíneas). Deste modo o autor caracteriza a Turfa Guará como possível área de Refúgio Florestal (hipóteses descritas por AB'SABER, 1967; 1971; 1977a; 1977b, BIGARELLA, 1964 e por MAACK 2012) tal interpretação é embasada pela baixa deposição de fitólitos e o baixo sinal isotópico. Desta forma é

interessante a visualização de áreas próximas, com a interpretação baseada nos mesmos indicadores ($\delta^{13}\text{C}$ e assembleias de fitólitos), mas que indicam divergência.

A Figura 11A mostra o sinal isotópico em relação a profundidade do depósito sedimentar das duas turfeiras (Guará e Turvo), exemplificando a diferença da taxa de deposição e a Figura 11B demonstra novamente a relação do sinal isotópico, só que agora observando a cronologia de cada depósito, vale destacar que os valores isotópicos obtidos nas bases apresentam-se de forma oposta.

4.2 FASE II

A FASE II (Figura 10) segue dos 24 cm até o topo do testemunho (0cm), onde o ambiente está sob ação do Ótimo Climático (6.090 Cal anos AP. aos 20 cm), com menos incidência de stress hídrico (menor predominância dos morfotipos *bulliform*), ocorre a diminuição do morfotipo *saddle* e aumento gradativo do morfotipo *bilobate*.

O lph diminui para valores <39%, podendo ser associado à ambientes com clima mais úmido e/ou alta umidade disponível no solo (BARBONI et al. 1999). Houve também um aumento gradativo dos morfotipos *globular echinate*, *granulate* e *psilate*, acompanhados do morfotipo *cone-shape* (típico de Cyperaceae) e *puzzle*. Podendo demonstrar que a área estudada tenha se tornado um pouco mais fechada que a fase anterior, podendo ser arborizada. Deste modo o índice de umidade (lu) também tem seus valores aumentados.

Uma fase mais úmida foi também notada para Taquarussu, Mato Grosso do Sul, por Parolin et al. (2006), que interpreta um primeiro evento úmido em 7.500 e 3.500 anos AP. O mesmo foi relatado para o município de Douradina, no Paraná (~300 km de Turvo), através de análises utilizando fitólitos, que evidenciam condições mais úmidas há pelo menos 5.963 anos Cal. AP (ALCANTARA-SANTOS, 2013).

Para os municípios de Salitri (correspondência entre fitólitos e grãos de pólen) e Salinas, Minas Gerais, revelam uma expansão de árvores a partir de 4.350 anos AP. (ALEXANDRE et al., 1999; CALEGARI, 2008). Um ambiente úmido (pantanosos), sob um clima ligeiramente mais seco que o atual, foi interpretado para

o alto Tibagi, Campos Gerais-Paraná (~300 km de Turvo), a partir de 3220 anos AP. (GUERREIRO, 2011).

No trabalho de Silva (2013), onde o autor caracteriza as FASES II e III (desde 4.928 Cal anos AP.), como fases de incremento de carbono, ou seja, sinais isotópicos mais enriquecidos (-19‰) e aumento de umidade em direção ao topo, com configurações vegetacionais bem próximas as atuais (misto entre C3 e C4), apresentando uma abertura na vegetação se comparado com a FASE I, de Refúgio Florestal, as mudanças isotópicas estão dispostas na Figura 11A.

Deste modo, as duas turfeiras indicam condições bem diferentes em sua base, até terem uma composição vegetacional próxima em seus topos, de forma simplificada, a Turfa Guará estava em área com alta densidade arbórea, para uma vegetação mais aberta em direção ao topo, já a Turfa Turvo parte de uma vegetação menos densa em sua base, para condições com mais vegetação e mais umidade no solo, tais diferenças podem ser observadas de maneira clara na figura 12, onde blocodiagramas exemplificam as possíveis mudanças e onde um perfil topográfico traçado entre as duas turfeiras demonstram as características de relevo.

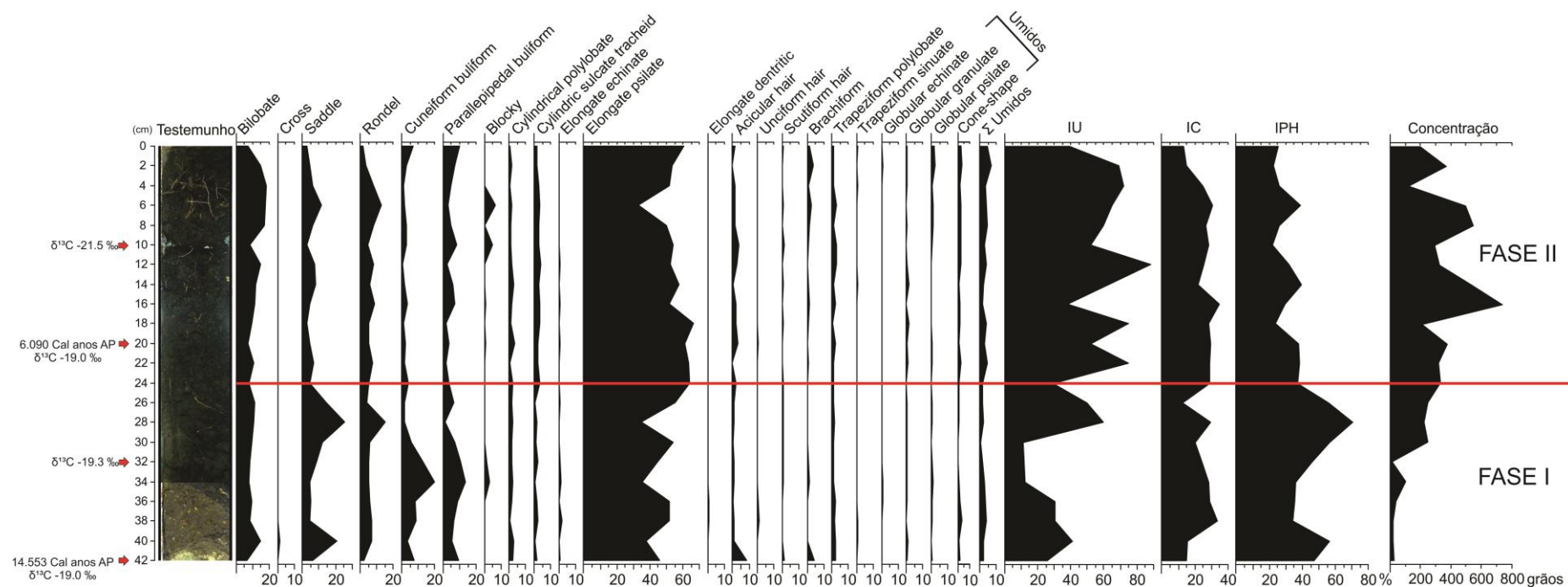


Figura 10. Diagrama das porcentagens de fitólitos observadas nas 22 amostras do depósito sedimentar.

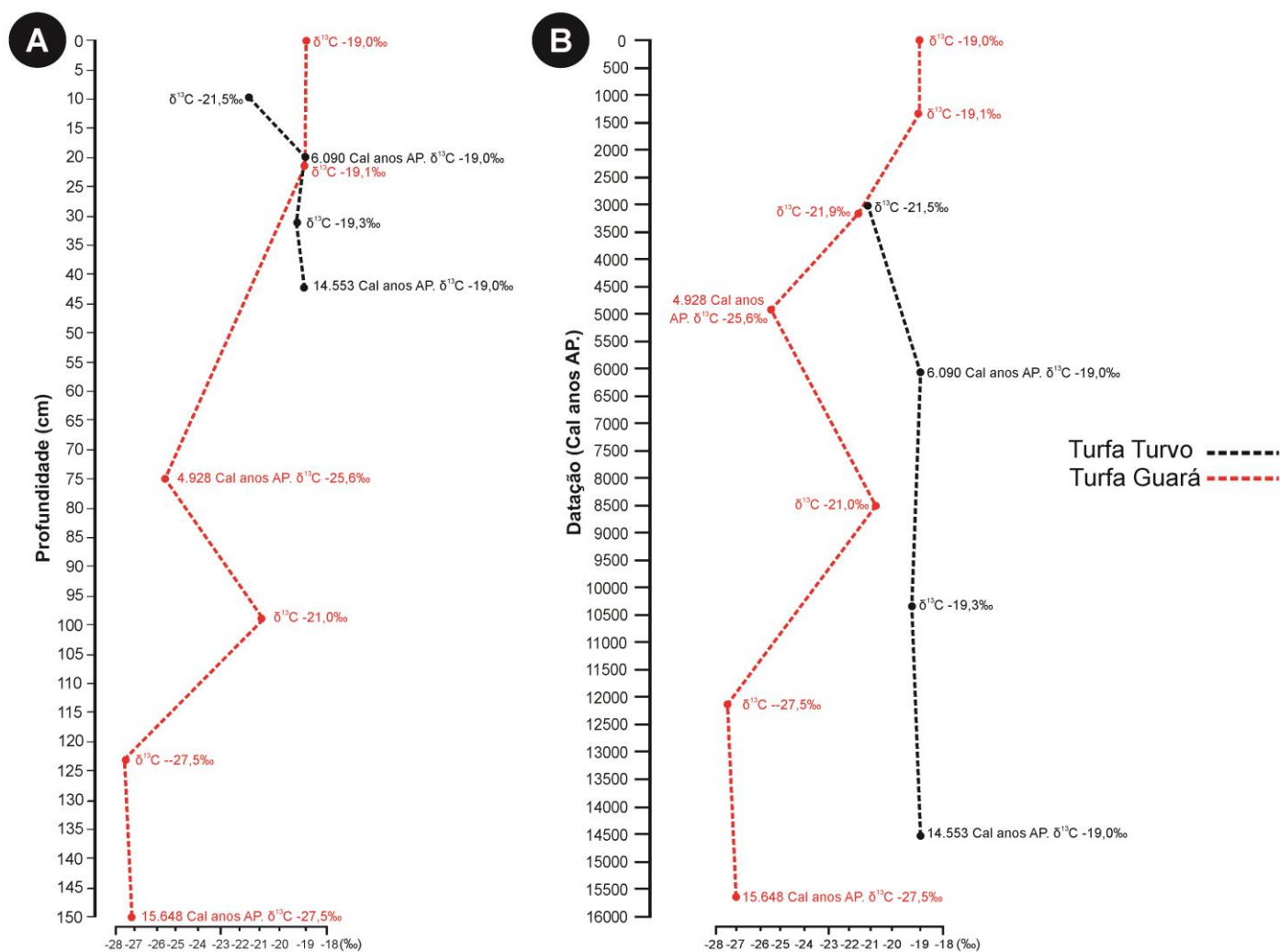


Figura 11. Sinais isotópicos e dataes obtidos em dois depósitos sedimentares, localizados em Turvo e Guarapuava Paraná. A. Relao entre os sinais isotópicos e profundidade dos depósitos; B. Relao entre os sinais isotópicos e a cronologia ^{14}C .

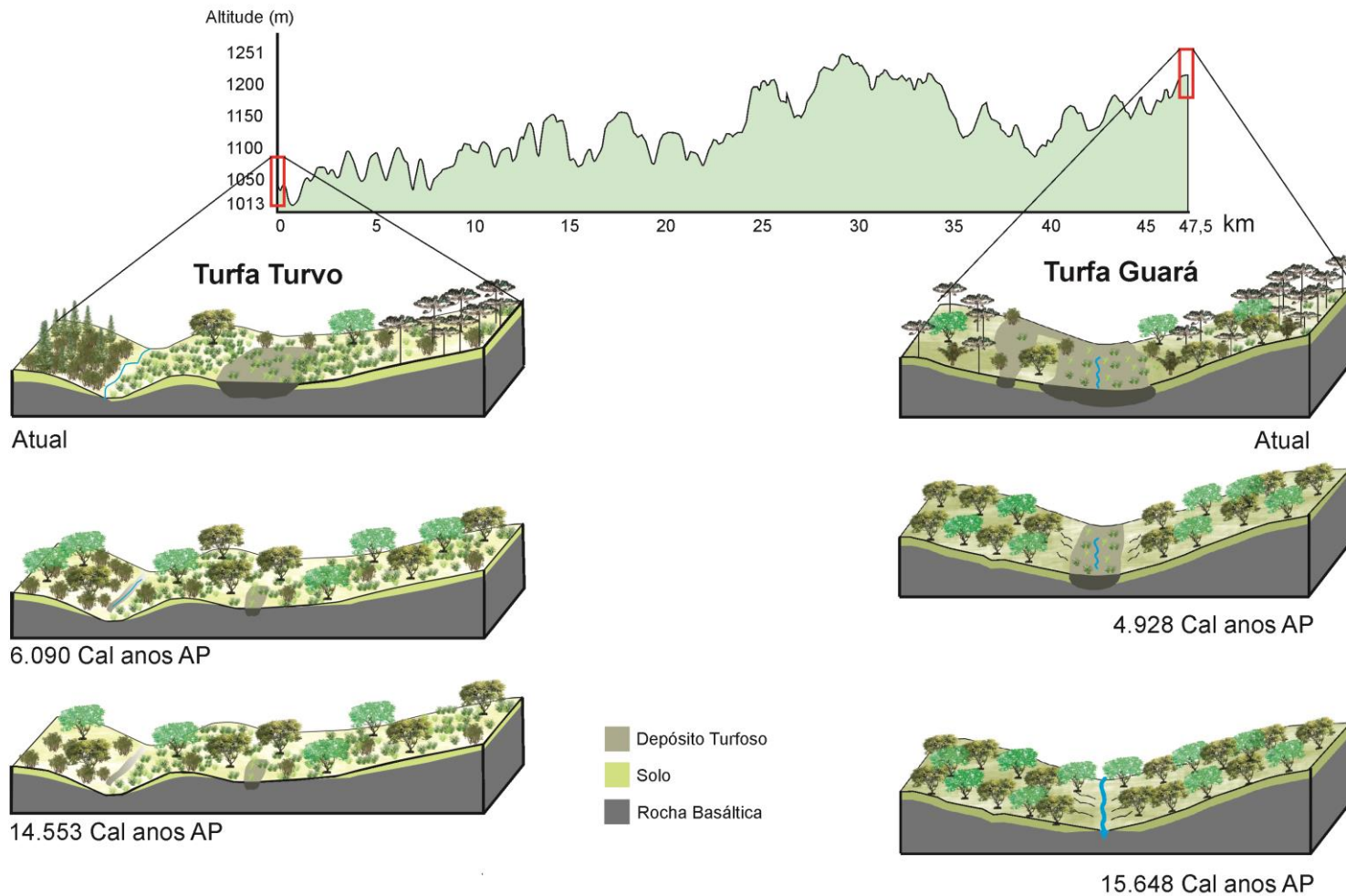


Figura 12. Perfil topográfico e blocodiagramas demonstrando a variação da vegetação que provavelmente ocorreram nas Turfas Guará e Turvo, distantes 47,5 km.

Fonte: Blocodiagrama da Turfa Guará, adaptado de Silva (2013) e perfil Topográfico adaptado de Google (2013).

5 CONCLUSÃO

Os sinais isotópicos são mais empobrecidos à base do depósito sedimentar de Turvo-PR e mais enriquecidos perto do topo, o sinal isotópico da base indica uma mistura entre plantas com ciclo fotossintético C3 e C4, podendo inferir uma vegetação menos fechada, já em direção ao topo indica uma vegetação mista com elementos arbóreos, arbustivos e Poaceae. No entanto, a variação foi de 2,5‰, sendo considerada uma mudança muito sutil.

Foi possível estabelecer a presença de duas fases quanto às mudanças das condições climáticas para o depósito sedimentar localizado em Turvo, Paraná:

A Fase I inicia-se em 14.553 Cal anos AP (44 cm) até os 24 cm, anterior à 6.090 Cal. anos AP, em ambiente com predomínio de condições climáticas mais secas, evidenciadas pelo índice de adaptação a aridez elevado, índice de umidade baixo e fitólitos indicativos de stress hídrico.

A Fase II é caracterizada por um aumento gradativo da umidade, índice de adaptação a aridez baixa e por um enriquecimento do sinal isotópico, caracterizando um clima mais úmido e/ou alta umidade disponível no solo.

As interpretações corroboram estudos realizados no estado do Paraná, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AB'SÁBER, Aziz N. Sucessão de quadros paleogeográficos o Brasil, do Triássico ao Quaternário. **Anuário da Faculdade de Filosofia "Sedes Sapientiae" da Universidade Católica de São Paulo**, São Paulo, v. 8, p. 61-69, 1950-1951.

AB'SÁBER, Aziz N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Revista Orientação**, São Paulo, v.3, p. 45-48, 1967.

AB'SÁBER, Aziz N. **Organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras**. In: Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Editora Edgar Blücher, p.1-14, 1971.

AB'SÁBER, Aziz N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 3, p.1-17, 1977a.

AB'SÁBER, Aziz N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1997b.

AB'SÁBER, Aziz N. Razões da retomada parcial de semiaridez holocênica por ocasião do optimum climático: primeiras ideias. **Inter-Facies**, São José do Rio Preto, São Paulo. n. 8, p. 1-13, 1980.

ALCANTARA-SANTOS, João C. **Paleogeografia e Paleoambientes do baixo curso do rio Ivaí- Pr.** 81f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 2013.

ALEXANDRE, Anne; MEUNIER, Jean-Dominique; MARIOTTI, Andre; SOUBIES, Francois. Late Holocene Phytolith and Carbon-Isotope Record from a Latosol at Salitre, South-Central Brazil. **Quaternary Research**, v.51, p.187-194, 1999.

ALEXANDRE, Anne; MEUNIER, Jean-Dominique; LEZINE, Anelize M.; VINCENS, Alfred; SCHWARTZ, Dominique A. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.136, p. 213-229, 1997.

BAKER, G.; JONES, L. W. P.; WARDROP, I. D. Cause of Wear in Sheep's Teeth. **Nature**, v.184, p.1583-1584, 1959.

BARBONI, Doris; BONNEFILLE, Raymonde; ALEXANDRE, Anne; MEUNIER, Jean-Dominique. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley Ethiopia. **Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, v.152, p.87-100, 1999.

BIGARELLA, João J. Variações Climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n.10, 11, 12, 13, 14 e 15, p.211-231, 1964.

BIGARELLA, João J.; PAROLIN, Mauro. Aspectos Geográfico e Geológicos do estado do Paraná. In: **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas do Estado do Paraná** (PAROLIN, Mauro; VOLKMER-RIBEIRO, Cecília; LEANDRINI, Josimeire A. Orgs). Campo Mourão: Editora da Fecilcam, p. 1-42, 2010

BORBA-ROSCHER, Miriam; ALEXANDRE, Anne; VARAJÃO, Angélica F. D. C.; MEUNIER, Jean-Dominique; VARAJÃO, César A. C.; COLIN, Fabrice. Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in the Brazilian cerrado. **Journal of Geochemical Exploration**. v.88, p. 172–176, 2006.

BOUTTON, Thomas W. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II. Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environmental. In: **Carbon isotope techniques**. (COLEMAN, David C. e FRY, Bryan Eds.). New York: Academic Press, p. 173-185. 1991.

BREMOND, Laurent .**Calibration des fonctions de transfert entre assemblages phytolithiques, structure des végétations et variables bioclimatiques actuelles, pour l'intégration de la dynamique des biomes herbacés dans les modèles de végétation**. 197f. Thèse (Docteur de l'Université de Droit, d'Économie et des Sciences D'Aix-Marseille), Université de Droit, D'Économie et des Sciences D'Aix-Marseille, Année, 2003.

BREMOND, Laurent; ALEXANDRE, Anne; WOOLLER, Matthew J.; HÉLY, Christelle; WILLIAMSON, David; SCHÄFER, Peter A.; MAJULE, Amos; GUIOT, Joël. Phytolith indices as proxies of grass subfamilies on East African tropical mountains. **Global and Planetary Change**, v. 61, p. 209–224, 2008.

CALDER, Nigel. **El libro del Clima**. Madrid: Hermann Blume. 224p. 1983.

CALEGARI, Marcia R. **Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte A húmico em latossolos**. 259 f. Tese (Doutorado em agronomia), Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, 2008.

CALIB. STUIVER, Minze; REIMER, Paula J.; REIMER, Ron. **Radiocarbon Calibration**. Disponível em <<http://calib.qub.ac.uk/calib/calib.html>> Acesso em 15 de julho de 2013.

CAMPOS, Antônio C. de; LABOURIAU, Luiz G. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados. II. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.4, p.143-151, 1969.

CAVALCANTE, Paulo B. Contribuição ao estudo dos corpos silicosos das gramíneas Amazônicas I. Panicoideae (Melinideae, Andropogoneae, e Tripsaceae). **Botânica**, v.80, p.1-11, 1968.

COE, Heloísa H. G. **Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios/Cabo frio, RJ, durante o Quaternário**. 340 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha) Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2009.

COE, Heloisa H. G.; CHUENG, Karina F.; GOMES, Jenifer G. Reconstituições da vegetação e inferências de paleoclimas através da utilização dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono – exemplos de estudos no Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, n.4, p.248 - 261, 2012.

DAMUTH, John E.; FAIRBRIDGE, Rhodes W. Equatorial Atlantic deep-sea arkosic sands and ice-age aridity in tropical South America. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 81, p. 189-206, 1970.

DIESTER-HAASS, Lieselotte; SCHRADER, Hans-J.; THIEDE, Jörn. Sedimentological and paleoclimatological investigations of two pelagic ooze cores off Cape Barbas, North-West Africa. **Meteor Forschungsergebnisse**, v.16, p.19–66, 1973.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EPSTEIN, Emanuel. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.50, p.641–664, 1999.

FAEGRI, Kunt; IVERSEN, Johs. **Textbook of pollen analysis**. 4ed., New York: John Wiley e Sons, p.295, 1989.

FREDLUND, Glen G.; TIESZEN, Larry L. Phytolith and Carbon Isotope Evidence for Late Quaternary Vegetation and Climate Change in the Southern Black Hills, South Dakota. *Quaternary Research*, v. 47, p.206-217, 1997.

GOOGLE. Programa Google-Earth. Disponível em <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/index.html>> Acesso em 01 de agosto de 2013.

GOUVEIA, Susy E. M.; PESSENDA, Luiz C. R.; BOULET, René G. L.; ARAVENA, Ramon; SCHEELYBERT, Rita. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica do solo em estudos de mudança de vegetação e clima no Quaternário e da taxa de formação de solos do estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 71, n.4, p. 969-980, 1999.

GUERREIRO, Renato L. **Paleoambientes Holocênicos da Planície do Alto Tibagi, Campos Gerais, Sudeste do estado do Paraná**. 88f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

IAPAR 2011 – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Sistemas de Classificação Climática de Koppen**. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em 14 de julho de 2013.

ITCG 2009 - INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. **Carta Fitogeográfica**. Disponível em <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/MapaFitogeograficoA3.pdf> Acesso em 14 de julho de 2013.

KELLER, Edward A. **Environmental geology**. 5ed. Columbus: Charles E. Merrill Publish Company, 548p.1988.

KIRMAN, S., MEUNIER, Jean Dominique, ALEXANDRE, Anne, VARAJÃO, Angélica Fortes Drummond Chicarino, COLIN, Fabrice, 2002. **The role of plants in the dynamics of iron crust formation at Uberaba, Minas Gerais, Brazil**. In: world Congress of Soil Science (17), Bangkok, Thailand, v.1, p. 171, 2002.

KÖPPEN, Wladimir. **Das geographischa System der Klimate**. Berlin, p. 44, 1936.

MAACK, Reinhold. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4ed. Rio de Janeiro: Olympio, 350p. 2012.

MADELLA, Marco; ALEXANDRE, Anne; BALL, Terry. International code for phytolith nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, v. 96, n.2, p.253-260, 2005.

MADELLA, Marco. Phytoliths: a terrestrial botanical dataset for palaeoenvironmental reconstructions. **Geophysical Research**, v.9, 060057, 2007.

MEDEANIC, Svetlana; DILLENBURG, Sergio R.; WESCHENFELDER, Jair. Palinomorfos nos sedimentos de fundo de laguna dos Patos, RS: aplicação nas reconstruções paleoambientais. **Gravel**, v.5, n.1, p.89-102, 2007.

MEDEANIC, Svetlana, CORDAZZO, César V., CORRÊA, Iran C. S.; MIRLEAN, Nicolai. Os fitólitos em gramíneas de dunas do extremo Sul do Brasil: variabilidade morfológica e importância nas reconstruções paleoambientais costeiras. **Gravel**, v.6, n.2, p.1-14, 2008.

MINEROPAR 2006. **Atlas geomorfológico do Paraná**. Disponível em <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=133>>. Acesso em 14 de julho de 2013.

MONTEIRO, Mayara dos R. **Paleoclimatologia do Holoceno Médio indicadas por fitólitos nos Campos Gerais**. 60f. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná-câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, 2012.

MONTEIRO, Mayara dos R.; PAROLIN, Mauro; GUERREIRO, Renato L.; STEVAUX, José C.; PEREIRA, Janaina S. R. **Primeiras considerações paleoambientais com análise de fitólitos em sedimentos turfosos nos Campos Gerais do Estado do Paraná**. In: Congresso da associação brasileira de estudos do Quaternário (13) - Encontro do Quaternário Sul-americano (3), Armação dos Búzios – RJ, 2011.

MULHLLONAD, Susan C. Phytolith shape frequencies in North Dakota grasses: a comparison to general patterns. **Journal of Archeological Science**, v.16, p.489-511, 1989.

PAROLIN, Mauro; MEDEANIC, Svetlana; STEVAUX, José C. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v.1, p. 137-148, 2006.

PAROLIN, Mauro; RASBOLD, Giliane G.; PESSEDA, Luiz C. R. **Reconstituição Paleoambiental Utilizando Isótopos Estáveis do C e N e Fitólitos em Turfeira na Região de Campo Mourão/Pr Brasil**. In: Congresso da associação brasileira de estudos do Quaternário (13) - Encontro do Quaternário Sul-americano (3), Armação dos Búzios – RJ, 2011.

PESSEDA, Luiz C.R. Os isótopos estáveis do carbono e os distintos tipos de vegetação. In: STEVAUX, J.C.; PAROLIN, M. Síntese do Período Quaternário do Estado do Paraná. In: **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná** (PAROLIN, Mauro; VOLKMER-RIBEIRO, Cecília; LEANDRINI, Josimeire A. Orgs). Campo Mourão: Editora da Fecilcam, p. 53, 2010.

PESSEDA, Luiz C. R.; VALENCIA, Edwin P. E.; CAMARGO, Plínio B. de; TELLES, Everaldo de C. C.; MARTINELLI, Luiz A.; CERRI, Carlos C.; ARAVENA, Ramon; ROZANSKI, Kazimierz. Natural radiocarbon measurements in Brazilian soils developed on basic rocks. **Radiocarbon**, Tucson, v. 38, n.2, p. 203-208, 1996a.
PESSEDA, Luiz C. R.; ARAVENA, Ramon; MELFI, Adolpho J.; TELLES, Everaldo de C. C.; BOULET, René G. L.; VALENCIA, Edwin P. E.; TOMAZELLO, Mario. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in Central Brazil. **Radiocarbon**, Tucson, v. 38, n.2, p. 191-201, 1996b.

PESSEDA, Luiz C. R.; GOUVEIA, Susy E. M.; ARAVENA, Ramon; GOMES, Beatriz M. ; BOULET, René G. L.; RIBEIRO, Adauto de S. C-14 dating and stable carbon isotopes of soil organic matter in forest-savanna boundary areas in the southern Brazilian Amazon region. **Radiocarbon**, New Haven, v. 40, n.2, p. 1013-1022, 1998a.

PESSENDA, Luiz C. R.; GOMES, Beatriz M.; ARAVENA, Ramon; RIBEIRO, Adauto de S.; BOULET, René G. L.; GOUVEIA, Susy E. M. The carbon isotope record in soils along a forest-cerrado ecosystem transect: implications for vegetation changes in the Rondônia state, southwestern Brazilian Amazon region. **The Holocene**, London, v. 8, n.5, p. 599-603, 1998b.

PESSENDA, Luiz C. R.; GOUVEIA, Susy E. M.; ARAVENA, Ramon. Radiocarbon dating of total soil organic matter and humin fraction and its comparison with C-14 ages of fossil charcoal. **Radiocarbon**, Tucson, v. 43, n.2, p. 561-567, 2001a.

PESSENDA, Luiz C. R.; BOULET, René G. L.; ARAVENA, Ramon; ROSOLEN, V.; GOUVEIA, Susy E. M.; RIBEIRO, Adauto de S.; LAMOTTE, Mathieu B. J. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest transition zone, Brazilian Amazon region. **The Holocene**, London, v. 11, n.2, p. 250-254, 2001b.

PESSENDA, Luiz C. R.; RIBEIRO, Adauto de S.; GOUVEIA, Susy E. M.; ARAVENA, Ramon ; BOULET, Rene ; BENDASSOLLI, José A. Vegetation dynamics during the late Pleistocene in the Barreirinhas region, Maranhão State, northeastern Brazil, based on carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, v.62, 183-193, 2004.

PESSENDA, Luiz C. R.; GOUVEIA, Susy E. M.; FREITAS, Hermes A. de; RIBEIRO, Adauto de S.; ARAVENA, Ramon; BENDASSOLLI, José A.; LEDRU, Marie-Pierre; SIEFEDDINE, Abdel F.; SCHEEL-YBERT, Rita. Isótopos do carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In: **Quaternário do Brasil**. 2ed. (SOUZA, Celia R. de G.; SUGUIU, Kenitiro; OLIVEIRA, Antonio M.dos S.; OLIVEIRA, Paulo E. de Eds). Ribeirão Preto: Editora Holos, p. 75-90, 2005.

PIPERNO, Dolores R. **A phytolith analysis: an archaeological and geological perspective**. London: Academic Press, 280 p., 1988.

PIPERNO, Dolores R. The Status of Phytolith Analysis in the American Tropics. **Journal of World Prehistory**, v.5, n.2, p.155-191, 1991.

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

PIPERNO, Dolores R. **Phytoliths**: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists. Oxford: Alta Mira Press, 238 p., 2006.

RAITZ, Edenilson. **Coleção de referência de silicofitólitos da flora do sudoeste do Paraná: subsídios para estudos paleoambientais**. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, 2012.

RASBOLD, Giliane G.; MONTEIRO, Mayara. R.; PAROLIN, Mauro; CAXAMBU, Marcelo G.; PESSEDA, Luiz C. R. Caracterização dos tipos morfológicos de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (Arecaceae). **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v.66, n.2, p.265-270, 2011.

RODERJAN, Carlos V.; GALVÃO, Franklin, KUNIYOSHI, Yoshiko S.; HATSCHBACH, Gert G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciência & Ambiente**. Santa Maria, v.1, n.24, p.75-92, 2002.

ROVNER, Irwin. Macro and micro-ecological reconstruction using plant opal phytolith data from archaeological sediments. **Geoarchaeology**, v.3, n.2, p.155-163, 1988.

SALGADO-LABOURIAU, Maria L. **História ecológica da terra**. 2ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 307p., 1994

SANTOS, Guaciara M.; ALEXANDRE, Anne; COE, Heloisa H. G.; REYERSON, Paul; SOUTHON, R; CARVALHO, Cacilda N. de. The phytolith 14C puzzle: a tale of background determinations and accuracy tests. **Radiocarbon**, v.52, p.113-128, 2010.

SENDULSKY, Tatiana S.; LABOURIAU, Luiz F. G. Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados. I. In: Simpósio Sobre o Cerrado. 2. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, p. 159-170, 1966.

SILVA, Deyvis W. da. **Caracterização Paleoambiental da região de Guarapuava-PR, a partir de sedimento de turfa**: um estudo de caso. 90f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, 2013.

SUGUIU, Kenitiro. Recent progress in Quaternary geology of Brazil. **Episodes**, São Paulo, v. 22, n.3, p. 2217-220, 1999.

TIESZEN, Larry L.; HEIN, David; QVORTRUP, Soyo; TROUGHTON, Jeanny; IMBAMBA, Stven. Use of the ^{13}C values to determine vegetation selectivity in East African herbivores. **Oecologia**, Berlin, v. 37, p. 351-359, 1979.

TWISS, Page C.; SUESS, Erwi; SMITH, R. M. Morphological classification of grass phytoliths. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.33, p.109-115, 1969.

TWISS, Page C. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. In **Phytolith systematics**. Emerging issues. (RAPP, George Jr.; MULHOLLAND, Susan C. Eds.). New York and London: Plenum Press. n.1, p.113-128, 1992.

TWISS, Page C. A cormudgeon's view of Grass phytolithology. In: **Phytoliths: applications in earth sciences and human history** (MEUNIER, Jean-Dominique; COLIN, Fabrice Eds.). Amsterdam: Balkema, p.7-25, 2001.

VERNET, J. L.; WENGLER, L.; SOLARI, M.-E.; CECCANTINI, Gregório C. T.; FOURNIER, Marc; LEDRU, Marie-Pierre; SOUBIES, François. Feux, climats et végétations au Brésil central durant l'Holocène: Les données d'un profil de sol à charbons de bois (Salitre, Minas Gerais). *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2. Sciences de la terre et des planètes*. v. 319, n. 11, p.1391–1397, 1994.

VAN COUVERING, Jhon A. Preface: the new Pleistocene. The Pleistocene boundary and the beginning of the Quaternary. In: **World and Regional Geology** (VAN COUVERING, Jhon A. Ed.). Cambridge: University Press, 296p., 1997.

ZUCOL, Alejandro F., DE POMAR, Bertoldi H., OSTERRIETH, Margarita; BREA, Mariana. Bibliografía sobre análisis fitolíticos. **GEFACS**, v.1, 1999.

ZUCOL, Alejandro F.; BREA, Mariana; PASSEGGI, Esteban. Los Estudios Fitolíticos en América del Sur, una Visión Retrospectiva. In: **Matices Interdisciplinarios en Estudios Fitolíticos y de Otros Microfósiles** (KORSTANGE, Alejandra; BABOT, Patricia Eds.). Oxford: BAR International, p.3-21, 2008.

ANEXO A

Tabela com as espécies coletadas nas proximidades da área de estudo, durante os anos de 2008-2012.

Data da coleta	Familia	Espécie	N° Tombo
25/IX/2009	Acanthaceae	<i>Justicia carnea</i> Lindl.	202
15/V/2009	Acanthaceae	<i>Ruellia angustiflora</i> (Nees) Lindau ex Rambo	7947
25/IX/2009	Adoxaceae	<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schtdl.	199
10/VII/2010	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria caryophyllaea</i> Jacq.	920
00/XII/2000	Amaranthaceae	<i>Chamissoa acuminata</i> Mart.	7405
06/VIII/2009	Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	70
26/I/2011	Apocynaceae	<i>Araujia sericifera</i> Brot.	9353
00/XII/2000	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	7431
06/VI/2009	Apocynaceae	<i>Orthosia urceolata</i> E. Fourn.	72
27/II/2009	Apocynaceae	<i>Oxypetalum pannosum</i> Decne.	7609
10/X/2009	Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil.	359
10/X/2009	Aquifoliaceae	<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	340
00/XII/2000	Araceae	<i>Astenostigma tweedianum</i> Schott	7450
00/XII/2000	Araceae	<i>Philodendron appendiculatum</i> M. A. Nadruz Coelho &	7477
00/XII/2000	Araceae	<i>Philodendron ochrostemon</i> Schott	7466
15/V/2009	Araliaceae	<i>Hydrocotyle leucocephala</i> Cham. & Schtdl.	7956
15/V/2009	Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze	7946
26/I/2011	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	9357
26/I/2011	Arecaceae	<i>Trithrinax brasiliensis</i> Mart.	9352
06/VIII/2009	Aspleniaceae	<i>Asplenium clausenii</i> Hieron	76
00/XII/2000	Aspleniaceae	<i>Asplenium gastonis</i> Fée	7471
00/XII/2000	Aspleniaceae	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	7447
27/II/2009	Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) O Kuntze	7693
27/II/2009	Asteraceae	<i>Achyrocline satuireioides</i> (Lam.) DC.	7671
27/II/2009	Asteraceae	<i>Austroeupatorium laetevirens</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Robinson	95
27/II/2009	Asteraceae	<i>Baccharis anomala</i> DC.	7674
06/VIII/2009	Asteraceae	<i>Baccharis polycephala</i> (Sch. Bip.) G.M. Barroso	77
16/IV/2009	Asteraceae	<i>Baccharis sagittalis</i> (Less.) DC.	7007
00/XII/2000	Asteraceae	<i>Baccharis semiserrata</i> DC.	7469
25/IX/2009	Asteraceae	<i>Baccharis vincifolia</i> Baker	195
27/II/2009	Asteraceae	<i>Baccharis vulneraria</i> Baker	7606
00/XII/2000	Asteraceae	<i>Calyptocarpus biaristatus</i> (DC.) H. Rob.	7476
27/II/2009	Asteraceae	<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M. King & H. Robinson	7706
16/IV/2009	Asteraceae	<i>Chromolaena pedunculosa</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Robinson	85
10/X/2009	Asteraceae	<i>Chrysanthemum paludosum</i> Poir.	345
27/II/2009	Asteraceae	<i>Chrysolaena platensis</i> (Spr.) H. Rob.	7600
00/XII/2000	Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore	7409

00/XII/2000	Asteraceae	<i>Grazielia serrata</i> (Spreng) R.M. King & H. Robinson	7470
16/IV/2009	Asteraceae	<i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M. King & H. Robinson	7002
00/XII/2000	Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	7410
27/II/2009	Asteraceae	<i>Leptostelma maximum</i> D.Don	7690
27/II/2009	Asteraceae	<i>Leptostelma tweediei</i> (Hook. & Arn.) D.J.N.Hind & Nesom	677
27/II/2009	Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	7692
08/XII/2008	Asteraceae	<i>Mutisia campanulata</i> Less.	7458
25/IX/2009	Asteraceae	<i>Mutisia speciosa</i> Aiton ex Hook.	8188
27/II/2009	Asteraceae	<i>Noticastrum calvatum</i> (Baker) Cuatrec.	7688
27/II/2009	Asteraceae	<i>Pseudognaphalium cheiranthifolium</i> (Lam.) Hilliard & Burt	7682
25/IX/2009	Asteraceae	<i>Senecio bonariensis</i> Hook. & Am.	8198
25/IX/2009	Asteraceae	<i>Senecio juergensii</i> Mattf.	8201
27/II/2009	Asteraceae	<i>Smallanthus connatus</i> (Spreng) H. Rob.	7681
27/II/2009	Asteraceae	<i>Urolepis hecatantha</i> (DC.) R.M. King & H. Robinson	7690
25/IX/2009	Asteraceae	<i>Vernonanthura discolor</i> (Less.) H. Robinson	8203
25/IX/2009	Asteraceae	<i>Vernonanthura montevidensis</i> (Spreng.) H. Robinson	8189
16/IV/2009	Asteraceae	<i>Xanthium cavanillesii</i> Schuw	7899
08/XII/2008	Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	7464
08/IV/2010	Begoniaceae	<i>Begonia fischeri</i> Schrank	8638
15/V/2009	Begoniaceae	<i>Begonia fruticosa</i> (Klotzsch) A.DC.	7949
25/IX/2009	Berberidaceae	<i>Berberis laurina</i> Billb.	8196
08/XII/2008	Blechnaceae	<i>Blechnum austrobrasilianum</i> de la Sota	7462
08/XII/2008	Boraginaceae	<i>Varronia axillaris</i> (I.M.Johnst.) Borhidi	7459
08/IV/2010	Boraginaceae	<i>Varronia polycephala</i> Lam.	8644
25/IX/2009	Bromeliaceae	<i>Aechmea recurvata</i> (Klotzsch) L.B. Smith.	8185
15/VII/2009	Bromeliaceae	<i>Billbergia nutans</i> H. Wendl. ex Regel	8018
13/XI/2009	Bromeliaceae	<i>Tillandsia stricta</i> Solander	8392
25/IX/2009	Bromeliaceae	<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	8193
08/XII/2008	Bromeliaceae	<i>Vriesea platynema</i> Gaudich.	7468
15/VII/2009	Bromeliaceae	<i>Wittrockia cyathiformis</i> (Vell.) Leme	8020
15/VII/2009	Cactaceae	<i>Lepismium houletianum</i> (Lem.) Barthlott	8012
06/VIII/2009	Cactaceae	<i>Rhipsalis campos-portoana</i> Loefgr.	8075
15/VII/2009	Cactaceae	<i>Schlumbergera gaertneri</i> (Regel) A. Calvente	8019
08/XII/2008	Campanulaceae	<i>Lobelia hassleri</i> Zahlbr.	7444
15/V/2009	Campanulaceae	<i>Lobelia reniformis</i> Cham.	7964
08/XII/2008	Campanulaceae	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) DC.	7460
13/XI/2009	Canellaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	8391
27/II/2009	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	7655
13/XI/2009	Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	8399
06/VIII/2009	Caprifoliaceae	<i>Valeriana scandens</i> L.	8078
13/XI/2009	Caryophyllaceae	<i>Cerastium rivulare</i> Cambess.	8407
08/IV/2010	Caryophyllaceae	<i>Paronychia communis</i> Cambess.	8633

27/II/2009	Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	7652
27/II/2009	Commelinaceae	<i>Commelina obliqua</i> Vahl	7702
08/XII/2008	Cucurbitaceae	<i>Cayaponia tayuya</i> (Vell.) Cogn.	7491
27/II/2009	Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera hystrix</i> (Gill.) Arn.	7678
08/XII/2008	Cunoniaceae	<i>Lamanonia cuneata</i> (Cambess.) Kuntze	7438
15/V/2009	Cyatheaceae	<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	7959
16/IV/2009	Cyperaceae	<i>Bulbostylis glaziovii</i> (Boeckeler) C.B. Clarke	7902
08/XII/2008	Cyperaceae	<i>Carex albolutescens</i> Schwein	7481
13/XI/2009	Cyperaceae	<i>Carex bonariensis</i> Desf. ex Poir	8412
08/XII/2008	Cyperaceae	<i>Cyperus virens</i> Michaux	7429
13/XI/2009	Cyperaceae	<i>Eleocharis niederleinii</i> Boeckeler	396
13/XI/2009	Cyperaceae	<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunth.	397
13/XI/2009	Cyperaceae	<i>Eleocharis subarticulata</i> (Nees) Boeckeler	394
00/XII/2000	Cyperaceae	<i>Eleocharis viridans</i> Kük. ex Osten	7402
13/XI/2009	Cyperaceae	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	395
15/V/2009	Cyperaceae	<i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth	7943
00/XII/2000	Dennstaedtiaceae	<i>Dennstaedtia dissecta</i> T. Moore	7473
00/XII/2000	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	7436
00/XII/2000	Dryopteridaceae	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	7442
20/XI/2009	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum.	432
13/XI/2009	Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus caldensis</i> Malme	406
27/II/2009	Euphorbiaceae	<i>Croton lanatus</i> Lam.	7700
00/IV/2010	Euphorbiaceae	<i>Croton serratifolius</i> Baill.	649
00/XII/2000	Euphorbiaceae	<i>Dalechampia micromeria</i> Baillon	7422
25/IX/2009	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) Smith & Downs	190
27/II/2009	Fabaceae	<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	7607
16/IV/2009	Fabaceae	<i>Mimosa pilulifera</i> Benth.	7000
26/I/2011	Fabaceae	<i>Phanera microstachya</i> (Raddi) L.P. Queiroz	9355
00/XII/2000	Fabaceae	<i>Senegalia nitidifolia</i> (Speg.) Seigler & Ebinger	7441
00/XII/2000	Fabaceae	<i>Senna tropica</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	7415
15/VII/2009	Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	15
25/IX/2009	Flacourtiaceae	<i>Xylosma ciliatifolium</i> (Clos) Eichler	200
00/XII/2000	Gesneriaceae	<i>Sinningia douglasii</i> (Lind.) Chautems	7407
27/II/2009	Hydroleaceae	<i>Hydrolea spinosa</i> L.	7666
13/XI/2009	Iridaceae	<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	400
00/XII/2000	Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	7403
13/XI/2009	Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i> Kunth.	393
00/IV/2010	Lamiaceae	<i>Hoehnea scutellarioides</i> (Benth.) Epling	645
27/II/2009	Lamiaceae	<i>Hyptis fasciculata</i> Benth.	7665
27/II/2009	Lamiaceae	<i>Hyptis lappulacea</i> Mart. ex Benth.	7696
27/II/2009	Lamiaceae	<i>Hyptis uliginosa</i> A.St.-Hil. ex Benth.	7673
00/XII/2000	Lamiaceae	<i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto ex Benth.	7434
00/XII/2000	Lamiaceae	<i>Peltodon radicans</i> Pohl	7492

27/II/2009	Lamiaceae	<i>Salvia guaranitica</i> A.St.-Hil. ex Benth.	7659
00/IV/2010	Lauraceae	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	651
00/XII/2000	Lauraceae	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	7439
15/V/2009	Lauraceae	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	7953
00/XII/2000	Lauraceae	<i>Persea major</i> (Meisn.) L.E.Kopp	7435
15/V/2009	Loganiaceae	<i>Buddleja brasiliensis</i> Jacq. ex. Spreng.	7967
16/IV/2009	Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	7904
00/XII/2000	Lythraceae	<i>Heimia apetala</i> (Spreng.) S.A.Graham & Gandhi	7427
27/II/2009	Malpighiaceae	<i>Heteropterys intermedia</i> (A.Juss.) Griseb.	7701
00/XII/2000	Malvaceae	<i>Pavonia communis</i> A.St.-Hil.	7432
15/V/2009	Melastomataceae	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	7968
08/XII/2008	Melastomataceae	<i>Leandra carassana</i> (DC.) Cogn.	7494
20/XI/2009	Melastomataceae	<i>Leandra riograndensis</i> (Brade) Wurdack	8433
08/XII/2008	Melastomataceae	<i>Leandra xanthocoma</i> (Naudin) Cogn.	7448
27/II/2009	Melastomataceae	<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	7684
15/VII/2009	Melastomataceae	<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin	8013
08/XII/2008	Melastomataceae	<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	7455
06/VIII/2009	Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	8073
27/II/2009	Melastomataceae	<i>Microlepis oleaefolia</i> (DC.) Triana	7685
27/II/2009	Melastomataceae	<i>Tibouchina cerastifolia</i> Cogn.	7679
08/XII/2008	Melastomataceae	<i>Tibouchina clinopodifolia</i> Cogn.	7416
08/XII/2008	Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.	7446
08/XII/2008	Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg.	7440
27/II/2009	Myrtaceae	<i>Eugenia oeidocarpa</i> O.Berg	7703
13/XI/2009	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	8403
08/IV/2010	Myrtaceae	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	8642
15/VII/2009	Myrtaceae	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg.	8016
08/XII/2008	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	7449
08/X/2008	Myrtaceae	<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	7472
27/II/2009	Myrtaceae	<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	7707
08/XII/2008	Myrtaceae	<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk	7421
09/III/2012	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea caerulea</i> Savigny	10460
08/IV/2010	Orchidaceae	<i>Acianthera gracilispala</i> (Brade) Luer	8643
13/XI/2009	Orchidaceae	<i>Coppensia macronyx</i> (Rchb.f.) F.Barros & V.T.Rodrigues	8409
22/V/2011	Orchidaceae	<i>Isabelia pulchella</i> Van den Berg & M.W. Chase	9496
18/X/2009	Orchidaceae	<i>Lankesterella ceracifolia</i> (Rodr.) Mansf.	8341
13/XI/2009	Orchidaceae	<i>Phymatidium microphyllum</i> (Barb. Rodr.) Toscano	8413
06/VIII/2009	Orchidaceae	<i>Pleurobotryum crepinianum</i> (Cogn.) Hoehne	8069
18/X/2009	Orchidaceae	<i>Pleurobotryum hatschbachii</i> (Schltr.) Hoehne	8342
10/II/2010	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> L.	8454
06/VIII/2009	Piperaceae	<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	8071
08/IV/2010	Piperaceae	<i>Peperomia diaphanoides</i> Dahlst.	8650
15/V/2009	Piperaceae	<i>Peperomia martiana</i> Miq.	7963
08/XII/2008	Piperaceae	<i>Peperomia trineuroides</i> Dahlst.	7454

15/V/2009	Piperaceae	<i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & C.A. Mey	7954
15/V/2009	Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth.	7958
09/III/2012	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	10461
13/XI/2009	Poaceae	<i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (Poiret) Steudel	8387
15/V/2009	Poaceae	<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Stapf.	7957
27/II/2009	Poaceae	<i>Stipa magapotamia</i> Spreng. & Trin.	7664
08/IV/2010	Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	8647
13/X/2009	Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx	8386
08/XII/2008	Polygonaceae	<i>Polygonum persicaria</i> L.	7428
13/XI/2009	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	8385
08/XII/2008	Polypodiaceae	<i>Campyloneuron austrobrasilianum</i> (Alston) de la Sota	7443
08/XII/2008	Polypodiaceae	<i>Campyloneuron nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl.	7479
15/V/2009	Polypodiaceae	<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	7944
08/XII/2008	Polypodiaceae	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	7480
08/XII/2008	Polypodiaceae	<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G. Price	7457
08/IV/2010	Polypodiaceae	<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M.G. Price	8639
08/XII/2008	Polypodiaceae	<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	7452
08/XII/2008	Polypodiaceae	<i>Serpocaulon latipes</i> (Longsd. & Fisch.) A.R. Sm.	7461
27/II/2009	Pteridaceae	<i>Adiantopsis chlorophylla</i> (Sw.) Fee.	7683
08/IV/2010	Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl.	8637
15/V/2009	Pteridaceae	<i>Doryopteris nobilis</i> (T. Moore.) C. Chr.	7960
15/V/2009	Pteridaceae	<i>Pteris lechleri</i> Mett.	7941
15/V/2009	Pteridaceae	<i>Vittaria lineata</i> (L.) J. Smith	7955
16/IV/2009	Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i> L.	7898
08/XII/2008	Rosaceae	<i>Acaena eupatoria</i> Cham. & Schtdl.	7426
08/XII/2008	Rosaceae	<i>Rubus erythroclados</i> Mart.	7417
15/V/2009	Rosaceae	<i>Rubus sellowii</i> Cham. & Schtdl.	7945
15/VII/2009	Rubiaceae	<i>Coccocypselum geophiloides</i> Wawra	8014
13/XI/2009	Rubiaceae	<i>Coccocypselum reitzii</i> Smith & Downs	8401
08/XII/2008	Rubiaceae	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Muell. Arg.	7451
08/XII/2008	Rubiaceae	<i>Galium hypocarpicum</i> (L.) Endl. ex Griseb.	7478
13/XI/2009	Rubiaceae	<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	8400
27/II/2009	Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	7694
27/II/2009	Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	7653
16/IV/2009	Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	7886
13/XI/2009	Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	8402
15/V/2009	Sapindaceae	<i>Serjania larotteana</i> Cambess.	7939
27/II/2009	Scrophulariaceae	<i>Gratiola peruviana</i> L.	7667
15/V/2009	Selaginellaceae	<i>Selaginella flexuosa</i> Spring.	7942
25/IX/2009	Simaroubaceae	<i>Castela tweedii</i> Planchon	8186
27/II/2009	Simaroubaceae	<i>Picramnia excelsa</i> Kuhlmann	7654
15/V/2009	Simaroubaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engler	7951

08/XII/2008	Solanaceae	<i>Athenaea picta</i> (Mart.) Sendt.	7423
08/XII/2008	Solanaceae	<i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendnt.	7433
25/IX/2009	Solanaceae	<i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A. Schmidt.	8197
06/VIII/2009	Solanaceae	<i>Cestrum bracteatum</i> Link & Otto	8074
25/IX/2009	Solanaceae	<i>Cestrum corymbosum</i> Sch.	8194
26/I/2011	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	9354
08/IV/2010	Solanaceae	<i>Petunia scheideana</i> L.B. Smith & Downs.	8648
16/IV/2009	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i> L.	7884
08/XII/2008	Solanaceae	<i>Solanum bistellatum</i> Smith & Downs	7456
00/XII/2000	Solanaceae	<i>Solanum diploconos</i> (Mart.) Bohs	7430
27/II/2009	Solanaceae	<i>Solanum flacidum</i> Vell.	7704
15/V/2009	Solanaceae	<i>Solanum gemellum</i> Mart. ex Sendtn.	7965
25/IX/2009	Solanaceae	<i>Solanum laxum</i> Spr.	104
00/XII/2000	Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti	7420
10/X/2009	Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti	343
27/II/2009	Solanaceae	<i>Solanum paranense</i> Dusen	7697
00/XII/2000	Solanaceae	<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	7490
27/II/2009	Solanaceae	<i>Solanum variabile</i> Mart.	7705
00/IV/2010	Solanaceae	<i>Solanum viarum</i> Dunal	632
00/XII/2000	Solanaceae	<i>Vassobia breviflora</i> (Sandtn.) A.T. Hunziker	7475
00/XII/2000	Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich ex Wedd.	7465
00/XII/2000	Verbenaceae	<i>Lantana brasiliensis</i> Link.	7425
25/IX/2009	Verbenaceae	<i>Lantana fucata</i> Lindl.	107
13/XI/2009	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	427
10/X/2009	Verbenaceae	<i>Verbena rigida</i> Spreng.	344
00/XII/2000	Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	7406
13/XI/2009	Xyridaceae	<i>Xyris capensis</i> Thunb.	405