

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CCH  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – NÍVEL DE MESTRADO

ÉDSON BERTOLDO

**REGISTRO PALEOAMBIENTAL EM CABECEIRA DE DRENAGEM INSCRITA NO  
REMANESCENTE DE SUPERFÍCIE APLAINADA VIII  
(A.R.I.E. DO BURITI - SW PR)**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre no Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração “Produção do Espaço e Meio Ambiente” do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Paisani

FRANCISCO BELTRÃO

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CCH  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – NÍVEL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**REGISTRO PALEOAMBIENTAL EM CABECEIRA DE DRENAGEM INSCRITA NO  
REMANESCENTE DE SUPERFÍCIE APLAINADA VIII  
(A.R.I.E. DO BURITI - SW PR)**

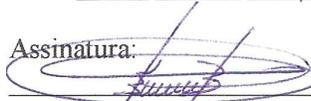
**Autor:** Édson Bertoldo

**Orientador:** Prof. Dr. Julio César Paisani

Este exemplar corresponde à redação final da  
Dissertação defendida por Édson Bertoldo e aprovada  
pela comissão julgadora.

Data: 15 / 12 / 2010

Assinatura:

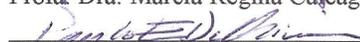


Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Julio César Paisani (UNIOESTE – F.B)

  
Profª. Dra. Marga-Eliz Pontelli (UNIOESTE – F.B)

  
Profª. Dra. Márcia Regina Calegari (UNIOESTE-M.C.R)

  
Prof. Dr. Paulo Eduardo de Oliveira (UnG)

FRANCISCO BELTRÃO

2010

Bertoldo, Édson  
B546 Registro paleoambiental em cabeceira de drenagem inscrita no remanescente de superfície aplainada VIII (A.R.I.E. do Buriti - SW PR). / Édson Bertoldo. -- Francisco Beltrão, 2010.  
79 f.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Paisani.  
Dissertação(Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Francisco Beltrão.

1. Geologia - Paraná. 2. Área de Relevante Interesse Ecológico (A.R.I.E.) – Buriti - Pato Branco. 3. Tempo Geológico. 4. Zona Morfoclimática Subtropical – Paraná – Santa Catarina. 5. Período Quaternário. 6. Era Cenozóica.  
I. Paisani, Júlio Cesar. II. Título.

CDD – 551.7908162  
551.4098162

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da  
Unioeste (Sandra Regina Mendonça CRB – 9/1090)

*A minha esposa Tatiane*

*A meu filho Cássio*

*A meus pais, Gentil e Nair*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus, pela vida e as oportunidades.

A minha esposa Tatiane, pelo apoio, compreensão e dedicação.

Ao Prof. Dr. Júlio Cesar Paisani, que esteve sempre ao meu lado, conduzindo e orientando esta pesquisa da melhor forma possível.

A Prof. Dra. Marga Eliz Pontelli pelas disciplinas ministradas durante o curso, as quais tiveram fundamental importância para este trabalho e também pela companhia e ajuda nos levantamentos de campo.

A Prof. Dra. Márcia R. Calegari pelas sugestões à pesquisa.

A Prof. Dra. Maria Judite Garcia e a Universidade de Guarulhos (UnG), *Campus* Centro, por prontamente atenderem a solicitação de estágio e me receberem no Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da UnG.

A Técnica do Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da UnG, Ms. Rosana Saraiva Fernandes, pelos ensinamentos durante o processamento do material e pelo auxílio na identificação dos palinomorfos.

Ao Prof. Dr. Paulo Eduardo De Oliveira pelo auxílio na identificação dos palinomorfos.

Ao Programa de Pós-Graduação da UNIOESTE pelos recursos financeiros e pela oportunidade em frequentar o Curso de Mestrado em Geografia.

Aos membros do Grupo de Pesquisa “Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais da UNIOESTE” pela realização de várias análises laboratoriais fundamentais a esta pesquisa.

Ao Instituto Ambiental do Paraná, principalmente ao Escritório Regional de Pato Branco, por autorizar a pesquisa na A.R.I.E. do Buriti.

A Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Iguaçu, que prontamente atendeu aos pedidos de dispensa do trabalho.

Aos colegas de mestrado pelos bons momentos que passamos juntos durante a realização do Curso e também pelo auxílio nos trabalhos de campo.

A todos os meus familiares que sempre estiveram ao meu lado incentivando os estudos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para que a realização deste trabalho fosse possível.

*O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem.*

*Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.*

*Fernando Pessoa*

## RESUMO

O presente estudo identifica registros paleoambientais no remanescente de superfície aplainada VIII, no município de Pato Branco (SW PR), mais precisamente na Unidade de Conservação - *A.R.I.E.* do Buriti, através da análise de palinórfos de uma turfeira, caracterização das formações superficiais e datação pelo método do  $^{14}\text{C}$ . Ao longo de um testemunho de 130 cm, foram identificados 37 *táxons* diferentes, os quais foram separados em cinco categorias ecológicas (árvores, arbustos, ervas terrestres, algas e esporos de pteridófitas). A datação estimada sugere que a base da turfeira formou-se à aproximadamente 13.700 anos A.P., período relacionado ao Último Máximo Glacial (UMG). Nessa época a cabeceira de drenagem não teria uma ligação canalizada com a rede de drenagem do rio Independência, nível de base local. De acordo com os dados obtidos, pode-se afirmar que na região da área de estudo, durante a passagem do Pleistoceno/Holoceno até o presente, não há registros de cerrado, apenas de áreas campestres no Pleistoceno, inferido pela presença de ervas terrestres, principalmente Asteraceae e *Borreria* encontrados em 12.700 anos A.P. (est.) e total ausência de algas e grãos de pólen de espécies arbóreas, sugerindo regime hidrológico mais seco. Eventualmente, fenômenos de alta precipitação ocorreram nas encostas e promoveram a degradação dos horizontes de solo na alta encosta (*nose*), promovendo a deposição de camadas coluviais até o novo regime hídrico, mais úmido, propiciando a instalação de uma vegetação herbácea acompanhada de pteridófitas, principalmente nas áreas mais baixas. Há cerca de 10.600 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  (est.), a manutenção da elevação de umidade se estabelece e altos índices de precipitação fizeram com que o lençol freático aflorasse no *hollow* constantemente, acelerando a hidromorfização do paleohorizonte A húmico e desenvolvendo, nas estações chuvosas, uma pequena lagoa no eixo central da cabeceira. Fato evidenciado pela presença de algas e por uma expansão significativa de *Araucaria angustifolia*, a qual necessita de um regime pluviométrico superior a 1.400 mm.ano<sup>-1</sup>, sem estação seca definida. A vegetação predominante passa a ser de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Pluvial Atlântica composta por gêneros arbóreos, ervas terrestres e pteridófitas. A máxima expansão da Floresta Ombrófila Mista é registrada a cerca de 6.880 anos A.P. (est.), face o aumento de todos os *táxons* registrados, principalmente *Araucaria*. A presença de algas ficou mais acentuada, sugerindo novamente a ocorrência de uma lâmina de água, conservada por um regime pluviométrico abundante e regular. Nos anos que se seguiram, provavelmente à 1.060 anos A.P. (est.), ocorreu uma redução da vegetação de modo generalizado, modificando-se apenas no presente com o plantio de araucárias após a criação da *A.R.I.E.* do Buriti. Em algum momento desse período o *hollow* da cabeceira de drenagem passou a desenvolver canais de drenagem perenes, que permitiram a drenagem eficiente na cabeceira, diminuindo os níveis de umidade da turfeira.

**Palavras-chaves:** Araucária, cabeceira de drenagem, cronologia, palinórfos, Pleistoceno/Holoceno, Sudoeste (PR), taxonomia.

## ABSTRACT

Paleoenvironmental records in head of drainage entered in the remaining at planed surface VIII (A.R.I.E. DO BURITI - SW PR)

This study identifies paleoenvironmental records in the remaining at planed surface VIII, in Pato Branco (SW PR), more precisely in conservation area (A.R.I.E. do Buriti) by analysis of palynomorphs in a bog, characterization of the surface formations and the  $^{14}\text{C}$  dating method. Throughout the testimony of 130 cm, 37 different *taxa* were identified, which were separated into five ecological categories (trees, shrubs, ground herbs, algae and fern spores). The dating estimated suggests that the base of the bog was formed approximately 13,700 years BP, a period related to the Last Glacial Maximum (LGM). At that time the head of drainage would not have a connection to the piped drainage waterway of Independence river, local base level. According to the data obtained, we can affirm that in the region of the study area during the transition from the Pleistocene / Holocene to the present, there are no records of savannah, only grassland areas in the Pleistocene, inferred by the presence of ground herbs, especially *Borreria* and Asteraceae found in 12,700 years BP  $^{14}\text{C}$  (estimated) and total absence of algae and pollen grains of tree species, suggesting drier hydrological regime. Occasionally, high precipitation phenomenon occurred on the slopes and promoted the degradation of soil horizons in the upper slope (nose), promoting the deposition of colluvial layers until the new water regime, wetter, allowing the establishment of a herbaceous vegetation accompanied by ferns, mainly in the lower areas. In about 10,600 years BP  $^{14}\text{C}$  (est.), maintenance of high humidity is established and high precipitation caused the water table surface in the hollow constantly accelerating the hydromorfization paleohorizonte A humic, and developing in the rainy seasons, a small pond in the central axis of the headboard. Fact evidenced by the presence of algae and a significant expansion of *Araucaria angustifolia*, which requires an annual rainfall exceeding  $1,400 \text{ mm}\cdot\text{yr}^{-1}$ , without a dry season. The predominant vegetation is replaced by the Araucaria Forest and Atlantic Rain Forest composed of genres trees, ground herbs and ferns. The maximum expansion of the Araucaria Forest is logged about 6,880 years BP  $^{14}\text{C}$  (est.), face the increase of all *taxa* recorded, mainly from *Araucaria*. The presence of algae was more pronounced, again suggesting the occurrence of a blade of water conserved by an abundant and regular rainfall. In the years that followed, probably to 1,060 years BP  $^{14}\text{C}$  (est.), a reduction of vegetation as a general rule, changing only in the present with the planting of araucaria after the creation of A.R.I.E. do Buriti. Sometime in this period, the hollow head of the drainage began to develop perennial drainage channels, allowing efficient drainage at the head of drainage, reducing moisture levels in the bog.

**Keywords:** Araucaria, chronology, grassland, head of drainage, palynomorphs, Pleistocene / Holocene, Southwest (PR), taxonomy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Localização da cabeceira de drenagem na A.R.I.E. do Buriti (Pato Branco – PR)	14
Figura 2.	Localização da área e imagem gerada com os dados do radar SRTM	16
Figura 3.	Modelo hipotético mostrando a distribuição em escadaria das superfícies aplainadas	17
Figura 4.	Perfil topográfico transversal à porção central da cabeceira de drenagem estudada, mostrando os locais de sondagens.	30
Figura 5.	Transecto transversal ao <i>hollow</i> da cabeceira de drenagem mostrando a distribuição bidimensional dos volumes das formações superficiais.	37
Figura 6.	Granulometria, teor de matéria orgânica e teor de carbono das oito amostras da coluna estratigráfica	39
Figura 7.	Classes texturais conforme diagrama triangular de Flemming (2000). Os códigos das amostras e profundidades de coleta estão representados na figura 6	39
Figura 8.	Palinodiagrama de porcentagem representando as cinco categorias ecológicas registradas na A.R.I.E. do Buriti.	45
Figura 9.	Palinodiagrama de concentração (grãos/cm <sup>3</sup> ) representando as cinco categorias ecológicas registradas na A.R.I.E. do Buriti	45
Figura 10.	Palinodiagrama de porcentagem representando todos os táxons registrados com sua respectiva categoria ecológica ao longo da estratigrafia na A.R.I.E. do Buriti	46
Figura 11.	Palinodiagrama de concentração (grãos/cm <sup>3</sup> ) representando todos os táxons registrados com sua respectiva categoria ecológica ao longo da estratigrafia na A.R.I.E. do Buriti	47
Figura 12.	Esquema de reconstrução paleoambiental da área de estudo do Pleistoceno/Holoceno até o presente	67
Quadro 1.	Idade <sup>14</sup> C da turfeira analisada	40
Quadro 2.	Relação de espécies vegetais levantadas pelo ITCF (1991) na A.R.I.E. do Buriti confrontada com os táxons identificados na análise palinológica (cinza)	41/42
Quadro 3.	Relação de espécies, gêneros ou famílias identificados na análise palinológica, com sua respectiva classificação ecológica	42/43

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 ÁREA DE ESTUDO .....	14
2.1 LOCALIZAÇÃO .....	14
2.2 ASPECTOS FÍSICOS.....	15
3 CONTEXTO TEÓRICO .....	19
3.1 PALINOMORFOS COMO PROXY .....	19
3.2 O QUATERNÁRIO E AS MUDANÇAS PALEOAMBIENTAIS NAS REGIÕES SUDESTE E SUL DO BRASIL.....	22
4 METODOLOGIA .....	30
4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS.....	30
4.1.1 Levantamento de Campo.....	30
4.1.2 Análises Laboratoriais.....	31
4.2 LEVANTAMENTO PALINOLÓGICO.....	32
4.2.1 Amostragem de testemunho em campo .....	32
4.2.2 Processamento do Material .....	32
4.2.3 Montagem das Lâminas.....	33
4.2.4 Critérios de Identificação .....	34
4.2.5 Cronologia pelo Método <sup>14</sup> C.....	35
4.2.6 Construção dos Palinodiagramas .....	35
5 RESULTADOS .....	37
5.1 FORMAÇÕES SUPERFICIAIS.....	37
5.1.1 Caracterização Bidimensional .....	37
5.1.2 Granulometria, Teor de Matéria Orgânica e Teor de Carbono .....	38
5.1.3 Cronologia e Taxa de Sedimentação .....	40
5.2 ANÁLISE PALINOLÓGICA .....	40
5.2.1 Táxons identificados .....	40
5.2.2 Identificação de Ecozonas e Ocorrência dos Táxons .....	44
5.2.2.1 Ecozona I (125    100 cm).....	44
5.2.2.2 Ecozona II (100    65 cm).....	51
5.2.2.3 Ecozona III (65    35 cm).....	54
5.2.2.4 Ecozona IV (35    00 cm).....	57
6 DISCUSSÃO .....	61

6.1 O CERRADO OCUPOU AS REGIÕES SUDOESTE DO PARANÁ E NORTE DE SANTA CATARINA? .....	61
6.2 REGISTRO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO SUDOESTE DO PARANÁ.....	64
6.3 RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL.....	66
7 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	71
APÊNDICE A.....	78
APÊNDICE B.....	79

## 1 INTRODUÇÃO

Quando se fala da organização do tempo geológico, cabe lembrar que este foi formalmente dividido em 1760, por G. Arduíno, que ao classificar as rochas de uma região da Itália, utilizou o termo Primário para as rochas mais antigas, seguidas pelas rochas do Secundário e atribuiu os sedimentos cascalhosos, arenosos e argilosos, muito ricos em registros fósseis, ao Terciário. Em 1829, o termo Quaternário foi utilizado para caracterizar os depósitos superpostos aos sedimentos do Terciário, os quais contêm associação de restos de animais e vegetais predominantemente viventes. Atualmente, os termos Primário e Secundário foram substituídos por Paleozóico e Mesozóico, respectivamente. O termo Cenozóico passou a ser utilizado para designar os períodos Terciário e Quaternário (SUGUIO, 1999).

O Quaternário, entendido como esse passado geológico recente, passou por mudanças climáticas induzidas por grandes eventos globais chamados de glaciações. As glaciações perduraram por aproximadamente 110.000 anos e se caracterizaram por retenção de umidade nas calotas polares. Como consequência, houve mudanças climáticas globais e redução nos níveis dos mares. Os períodos glaciais foram em número de dezoito ao longo do Quaternário, todos interrompidos por pequenos períodos de aquecimento global, definidos como períodos interglaciais. Esses períodos de aquecimento duraram por aproximadamente 10.000 anos. Acredita-se que o atual clima global correlaciona-se com esse último período, de generalizado aquecimento, e é designado de Holoceno (SUGUIO, 1999). Como o relevo está em contínuo processo evolutivo, admite-se que a paisagem geomorfológica foi “esculpida” durante a intercalação dessas fases, cujos diferentes processos atuaram e contribuíram para a esculturação da paisagem.

Estudos paleoambientais realizados no Brasil demonstram que a resposta ambiental à atuação ou mudança de um período glacial para interglacial varia de região para região. Na região Sul do Brasil destacam-se os trabalhos de Behling (1993, 1995, 1997a) que se concentram na perspectiva de verificar a expansão e a retração das florestas de Araucária. Por outro lado, Maack (1948), ao relatar as formações vegetais do Estado do Paraná, cujo resultado final culminou no Mapa

Fitogeográfico do Estado do Paraná, publicado em 1950, já mencionava a presença de espécies vegetais que seriam mais comuns a áreas do cerrado. Com isso gerou-se uma expectativa de se pensar que o cerrado poderia ter ocupado as atuais áreas de florestas de araucária durante o passado geológico recente. Resta saber se de fato há espécies de cerrado nessas áreas, sobretudo em zona subtropical, como nas regiões Sudoeste (SW) e Sul (S) do Estado, e em que época elas se estabeleceram no Paraná. É o caso da Área de Relevante Interesse Ecológico do Buriti (A.R.I.E. do Buriti), no município de Pato Branco – PR, onde há controvérsia se uma espécie de palmácea ali existente, corresponde ao buriti típico do cerrado brasileiro ou não.

Como visto, as pesquisas a respeito da existência de registros paleoambientais no Estado do Paraná são incipientes, sendo que no Terceiro Planalto Paranaense, regionalmente conhecido como Planalto Basáltico (ALMEIDA, 1956), os registros mais próximos à área de estudo referem-se ao trabalho de Calegari (2008) no município de Guarapuava, próximo ao rebordo do Planalto. Por essa razão, até o momento, pouco foi revelado sobre a modificação e a evolução da paisagem nessa superfície geomórfica em outros níveis geomorfológicos.

Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa é identificar possíveis registros paleoambientais em cabeceira de drenagem inscrita no remanescente de superfície aplainada VIII, no município de Pato Branco (SW PR), através da análise de palinórfos e datação desses registros pelo método do  $^{14}\text{C}$ .

A partir desses dados, pretende-se *i)* identificar a ocorrência de cerrado na A.R.I.E. do Buriti, *ii)* levantar em que época a Floresta de Araucária se estabeleceu na região, *iii)* verificar se a vegetação de campo ocupou em algum momento a região e *iv)* construir o quadro evolutivo da depressão/cabeceira de drenagem da área de estudo.

Este estudo está inserido em um projeto mais amplo, intitulado “*Identificação de remanescente de superfícies aplainadas em zona morfoclimática subtropical – limite dos Estados do Paraná e Santa Catarina*” e cadastrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNIOESTE, que vem sendo desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa “Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais da UNIOESTE”.

## 2 ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 LOCALIZAÇÃO

O presente estudo foi desenvolvido na Unidade de Conservação Estadual denominada A.R.I.E. do Buriti, localizada no município de Pato Branco, região Sudoeste (SW) do Estado do Paraná (Fig. 1).

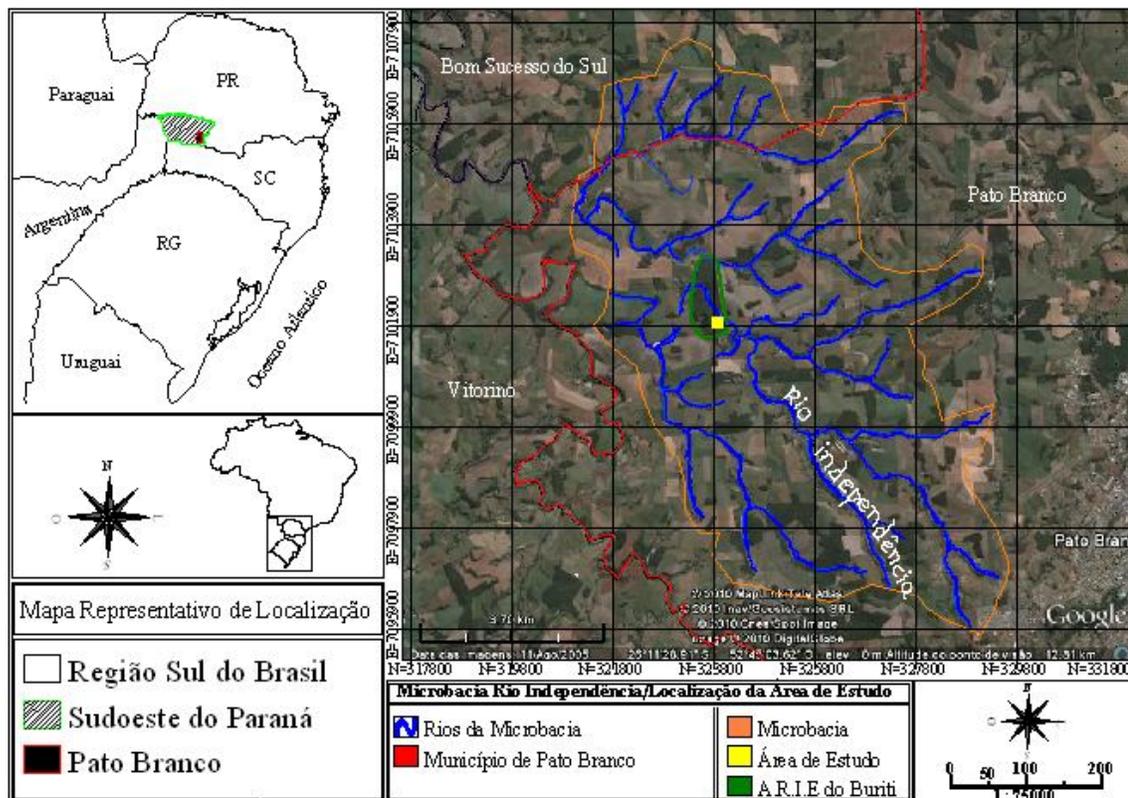


Figura 1. Localização da cabeceira de drenagem na A.R.I.E. do Buriti (Pato Branco – PR).

Segundo o Instituto Ambiental do Paraná (IAP-PR), a A.R.I.E. do Buriti foi criada no ano de 1990 através do Decreto nº 7.456 de 27/11/1990, e possui uma área de 81,52 hectares (IAP, 2010).

A criação de uma A.R.I.E. objetiva conservar uma biota diferenciada de um contexto botânico regional como é o caso da A.R.I.E. do Buriti (CARRIJO, 2008), que abriga aglomerados de uma palmeira, tratada por Maack (1948, 1981) como *Mauritia vinifera*. Essas palmeiras seriam testemunhos de períodos mais secos que

ocorreram durante o Pleistoceno, mas sobretudo, indicariam que o bioma do cerrado teria ocupado a região SW do Paraná no passado geológico (Apêndice A, Fig. G).

A A.R.I.E do Buriti está inserida na porção central da bacia do Rio Independência, especificamente no médio vale desse rio (Fig. 1). A área de estudo encontra-se a uma altitude de 631 metros *s.n.m.*, e corresponde a uma cabeceira de drenagem que capta água para um canal de primeira ordem disposto na direção Noroeste.

## 2.2 ASPECTOS FÍSICOS

A região SW do Paraná é formada por derrames vulcânicos que deram origem a rochas básicas e ácidas, sendo as últimas em menor quantidade, constituindo a Formação Serra Geral (SCHNEIDER, 1974). Segundo Nardy *et al.* (2002), o ápice dos derrames ocorreu há 132 Ma (milhões de anos) inundando a Bacia do Paraná e recobrando aproximadamente 75% de toda a sua superfície.

Na região mais elevada do Terceiro Planalto Paranaense a alteração do basalto em clima frio deu origem a solos relativamente ácidos. Maack (1981), cita a ocorrência de solos praticamente estéreis em determinadas áreas, principalmente onde a decomposição se dá em rochas ricas em base vítrea.

Os solos, derivados sobretudo do intemperismo das rochas basálticas, correspondem aos Latossolos e Nitossolos, qualificados como vermelhos ou brunos (LEPSCH, 2002). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos proposto pela EMBRAPA (1999), os Latossolos constituem solos minerais, com horizonte B Latossólico logo abaixo do horizonte A, podendo ser classificados em Latossolos Brunos, Amarelos, Vermelhos e Vermelho/Amarelos. Os Nitossolos são solos constituídos de material mineral que apresentam horizonte B nítido, com argila de atividade baixa logo abaixo do horizonte A, podendo também ser classificados em Nitossolos Vermelhos e Nitossolos Háplicos.

Esses solos, na sua maior parte, são formados por os óxidos de silício, alumínio e ferro, os quais somados constituem 90% ou mais do peso seco da fração inorgânica (COSTA, 2004). As ações desses óxidos somados a fatores intempéricos promovem um ambiente oxidante com alto poder destrutivo, o que justifica a

dificuldade de se encontrar palinomorfos nesse tipo de solo (SALGADO-LABORIAU, 2007).

Na A.R.I.E. do Buriti ocorre Latossolo Vermelho Distroférico com horizonte A proeminente e textura argilosa nas vertentes mais suavizadas, conforme mapa de solos regional da EMBRAPA/IAPAR (BHERING & SANTOS, 2008).

Em relação à geomorfologia regional, Paisani *et al.* (2008) identificaram oito remanescentes de superfícies incompletamente aplainadas na área de ocorrência da Formação Serra Geral entre os Estados do Paraná e Santa Catarina, além de superfícies em elaboração abaixo de 600 m de altitude, ordenadas em escadaria até a calha do Rio Paraná, localizado a Oeste (Fig. 2 e 3). Nesse quadro geomorfológico a área de estudo corresponde à cabeceira de drenagem atualmente conectada a rede de drenagem do Rio Independência e se encontra inscrita na Superfície Aplainada VIII.

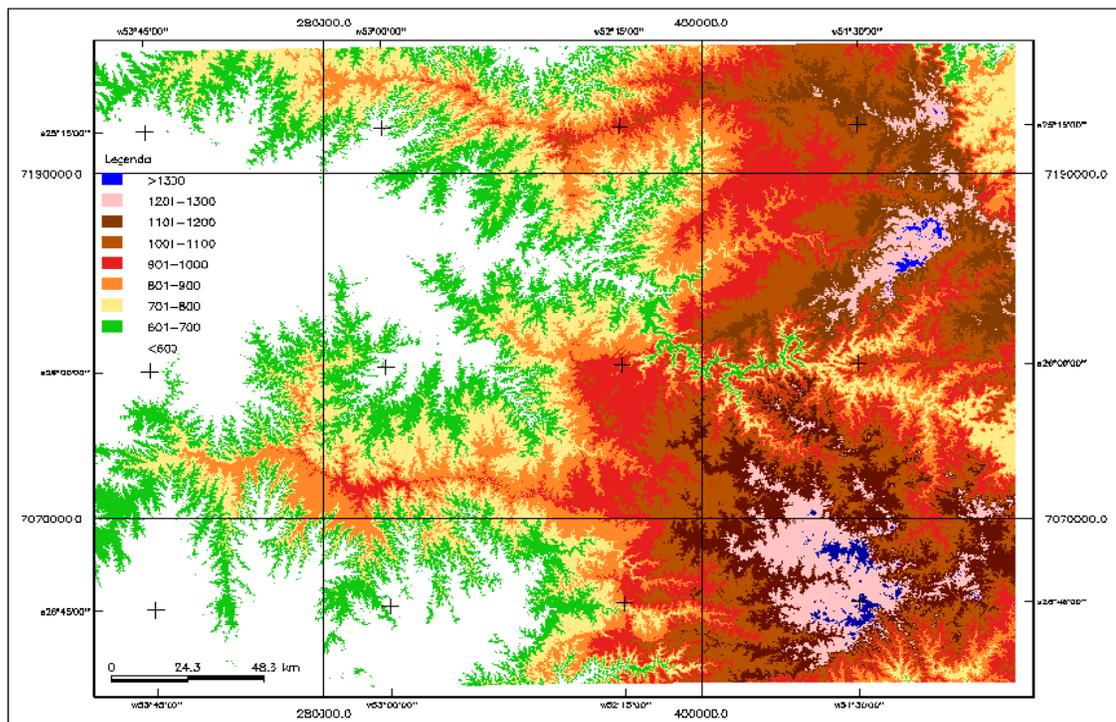


Figura 2. Localização das Superfícies Aplainadas identificadas a partir da imagem gerada com os dados do radar SRTM. Área de estudo compreendida entre a classe hipsométrica 601-700 metros (Superfície Aplainada VIII).

Fonte: Modificado de PAISANI, *et al.* (2008) por Jacson Gosman Gomes de Lima.

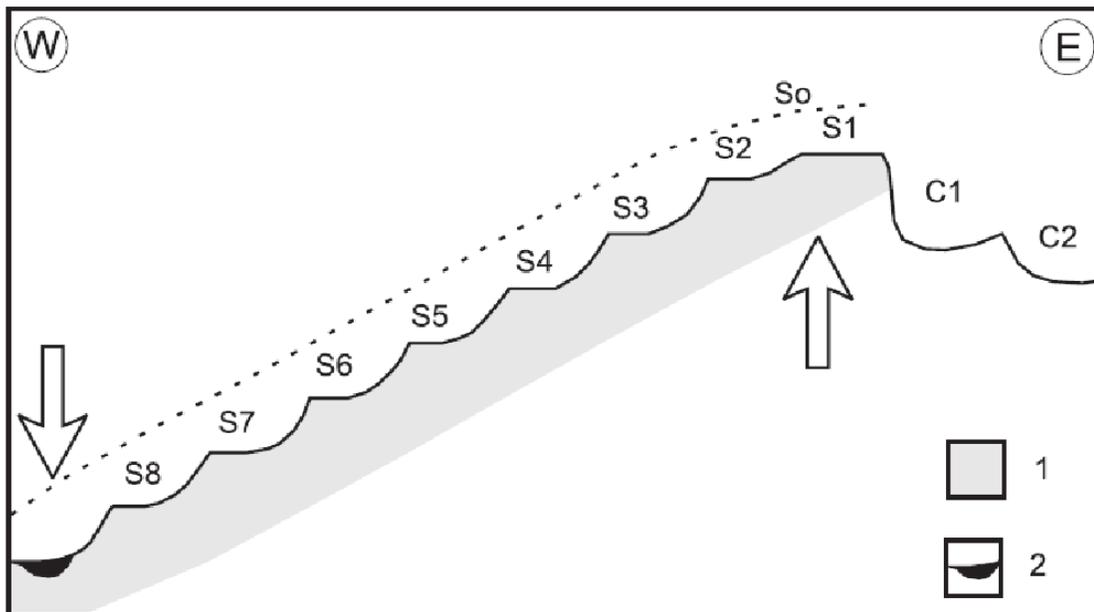


Figura 3. Modelo hipotético mostrando a distribuição em escadaria das superfícies aplainadas e sua possível gênese associada a movimentos tectônicos a partir do Cretáceo.  $C_n$  = áreas de circundesnudação na Borda da Bacia do Paraná. S1...S8 = superfícies aplainadas. S1 = > 1300 m, S2 = 1201-1300 m, S3 = 1101-1200 m, S4 = 1001-1100 m, S5 = 901-1000 m, S6 = 801-900 m, S7 = 701-800, S8 = 601-700 m. 1 = derrames vulcânicos. 2 = calha do Rio Paraná, nível de base regional. Linha descontinua indica o basculamento da superfície pós-derrames –  $S_o$ .  
Fonte: PAISANI *et al.*, 2008.

O clima predominante na região SW do Paraná, segundo a classificação climática de Köpen é caracterizado como *Cfa*, mesotérmico temperado com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes (MAACK, 1981). A pluviosidade e temperatura média anual da região são determinadas de alguma maneira pela dinâmica das massas de ar, sobretudo a polar e a tropical continental (MARTINS, 2003).

Segundo o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (2010), a precipitação anual média no município de Pato Branco é de 2.077mm. A temperatura anual média fica em torno dos 18,8°C, registrando 28,8°C como temperatura média máxima do mês mais quente (janeiro) e 9,9°C como a média mínima do mês mais frio (julho).

A região SW do Paraná, assim como grande parte da região sul do Brasil, foi coberta originalmente, a exceção da área de Palmas, por florestas de araucária (RODERJAN, *et al.*, 2002). Remanescentes primários desse tipo de formação

florestal indicam tratar-se de uma floresta com 25 a 30 metros de altura dominada pela espécie *Araucaria angustifolia*, denominada Floresta Ombrófila Mista.

O termo “ombrófila” designa uma formação florestal permanentemente úmida e o termo “mista” remete-se ao fato de ocorrerem espécies latifoliadas e acicufoliadas, no caso duas coníferas dos gêneros *Araucaria* e *Podocarpus* (ITCF, 1991). No passado esse tipo de floresta estendia-se em altitudes bem mais baixas do que atualmente, sob forma de capões e matas de galeria (LEITE & KLEIN, 1990). Klein (1975) ainda complementa afirmando que essa formação florestal também é composta por numerosos gêneros andinos.

Dados florísticos da A.R.I.E. do Buriti foram levantados no ano de 1991 pelo Instituto de Terras, Cartografia e Florestas (ITCF), não constando novos registros desse tipo de trabalho na literatura. Desta maneira, as informações a respeito da vegetação moderna foram obtidas deste documento e serão apresentadas de modo comparativo junto aos resultados. Vale ressaltar que a A.R.I.E. abriga uma Floresta de Araucária que já sofreu exploração agrícola intensa e a mais de 25 anos está em franco processo de recuperação, estando sob supervisão e gerência do IAP-PR (Apêndice A, Figuras A e B).

### 3 CONTEXTO TEÓRICO

A revisão da literatura que será apresentada a seguir tratará sobre a importância em se trabalhar com determinados tipos de registros *proxy*, a fim de se alcançar maior confiabilidade nos resultados, os quais podem auxiliar nas reconstruções paleoambientais. Além disso, será apresentado breve resgate a respeito dos principais trabalhos já realizados na região Sudeste e Sul do Brasil, durante o Quaternário Tardio.

#### 3.1 PALINOMORFOS COMO *PROXY*

O termo *proxy*, derivado do inglês, é frequentemente utilizado para reportar-se a registros ou “arquivos naturais” que revelam ou auxiliam na revelação de condições pretéritas (BRADLEY & JONEST, 1993).

Decifrar esses registros é muitas vezes um trabalho complexo, já que cada material *proxy* difere de acordo com sua abrangência geográfica, o período a que pertence e sua capacidade de resolver os eventos com precisão no tempo. Além disso, existem diversas fontes de dados *proxy* para reconstruções paleoambientais, sendo que os principais exemplos são os indicadores de ordem biológica, glaciológica, geológica e histórica (BRADLEY & JONEST, 1993).

Mudanças ambientais do passado (alterações climáticas, por exemplo) são normalmente inferidas a partir de mudanças na composição polínica, valores de isótopos e também por fósseis ou microfósseis encontrados em depósitos de lagos, pântanos, mantos de gelo ou oceanos. No entanto, as alterações climáticas podem ter um padrão espacial complexo e as mudanças *proxy* podem ser forçadas por outros fatores, como impactos humanos, processos internos, erros de medida, etc. Muitos desses registros podem ser negligenciáveis, acometendo cronologias incertas (BLAAUW, *et al.*, 2007).

Esses registros representativos, segundo Bradley & Eddy (1989 *apud* SUGUIO 1999, p.66), podem fornecer informações de temperatura, umidade ou precipitação, composições químicas do ar, da água ou do solo, biomassa e padrões

de vegetação, erupções vulcânicas, variações do campo geomagnético, níveis marinhos e atividades solares.

É de extrema importância que esses registros forneçam as informações com a máxima precisão e, para isso é necessário que se disponha do método mais adequado de determinação de idades desses eventos. A datação constitui uma questão crucial, não somente para se entender a natureza desses acontecimentos, como também para testar seu sincronismo ou diacronismo (SUGUIO, 1999).

Infelizmente tanto os indicadores paleoclimáticos, quanto os métodos de datação apresentam incertezas que são maiores ou menores de acordo com as metodologias empregadas. Portanto, pode-se afirmar que a convergência de maior número possível de evidências ou idades é importante para que as informações obtidas, principalmente em termos quantitativos, aproximem-se ao máximo da realidade dos fatos ocorridos (SUGUIO, 1999).

Existem vários métodos aplicáveis aos estudos de reconstrução paleoambiental do Quaternário, dentre os mais eficazes e confiáveis estão as análises palinológicas (estudo dos grãos de pólen, esporos e outras partículas microscópicas de origem biológica) acompanhadas da datação pelo método do  $^{14}\text{C}$  (PESSEDA, *et al.* 2005).

Apesar da falta de dados paleoecológicos sobre várias formações vegetais do Brasil, o cenário paleovegetacional fornecido pela análise palinológica tem proporcionado dados para o esclarecimento de vários problemas biogeográficos e importantes subsídios para o entendimento das flutuações climáticas que ocorreram no país, especialmente durante o último ciclo glacial. Frentes frias mais intensificadas, durante as fases glaciais, associadas às mudanças climáticas globais, modelaram a atual paisagem do território brasileiro (DE OLIVEIRA, *et al.* 2005).

A vegetação é uma das primeiras a sofrer as consequências das alterações climáticas, já que depende diretamente das condições de umidade e temperatura. Deste modo, quando a composição das espécies vegetais é alterada por alguma razão, muda-se a composição e a frequência da “chuva polínica”, ou seja, alteram-se os tipos e quantidades de grãos de pólen produzidos e disseminados no ambiente (FREITAS, 2002).

No início do século XIX, com o progresso na fabricação de microscópicos, foi possível demonstrar que os grãos de pólen têm tipos diversificados e que os tipos

morfológicos do pólen são constantes dentro de uma mesma espécie, gênero ou família, permitindo a identificação da planta-mãe que o produziu e, portanto descobrir qual vegetação ocupou determinada área geográfica. Em 1832, constatou-se que os grãos de pólen são constituídos por duas camadas, uma externa e muito resistente, a exina e outra interna e frágil, a intina (SALGADO-LABORIAU, 2007).

A parede externa dos palinomorfos apresenta ornamentações e estruturas mais ou menos complexas e vários tipos de aberturas que permitem a identificação dos mesmos (RAVEN, 2001).

A sucessão vertical dos palinomorfos no interior dos pacotes sedimentares permite um registro bastante confiável dos principais eventos paleoecológicos ocorridos em uma região, num determinado espaço de tempo geológico. Dessa forma, é possível avaliar a vegetação pretérita e seu comportamento frente às mudanças ambientais, capazes de refletir os fenômenos climáticos globais, regionais, locais e, também de ordem antrópica (RAVEN, 2001).

Os vegetais produzem e dispersam pólen de maneiras diferentes. A maior parte das espécies não perde pólen para a atmosfera e dependem diretamente dos animais (insetos, pássaros e morcegos) para coletar e distribuir seu pólen. As espécies vegetais com esse tipo de polinização são chamadas de zoófilas. Esse tipo de polinização é típico das Angiospermas. As chuvas e tempestades derrubam pólen e flores dessas árvores no chão, e estes são redistribuídos na área da bacia de drenagem e, mais tarde, levados a sedimentação pelo escoamento hídrico superficial. Portanto, o sinal polínico das plantas zoófilas registra a comunidade vegetal que realmente está crescendo ou cresceu dentro da bacia ou da drenagem local (COLINVAUX, *et al.* 1999).

Por outro lado, existem espécies vegetais cuja polinização depende de fatores físicos, como a água (hidrófilas) e o vento (anemófilas). As plantas anemófilas, por exemplo, produzem uma grande quantidade de grãos de pólen. Quando o pólen está maduro, as anteras se abrem e os grãos ficam expostos ao ar, com o objetivo de alcançar o estigma de outra planta e fecundá-la. O pólen transportado por corrente de ar é levado até onde o vento atinge sua velocidade terminal, onde é misturado com grãos de diferentes espécies e de diferentes ecossistemas. Neste ponto os grãos de pólen começam a cair por gravidade ou são arrastados da atmosfera pelas chuvas, sendo, portanto dispersados uniformemente sobre determinada área. O sinal polínico de plantas anemófilas registra a ocorrência de espécies a uma escala

regional, já que o pólen pode ser transportado por longas distâncias. Esse tipo de dispersão é comum entre as Gimnospermas, grupo a que pertence à espécie *Araucaria angustifolia* (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

O pólen que termina por cair na superfície do solo é destruído por oxidação e pelo calor do sol, entretanto os que caem em ambientes propícios à preservação, como turfeiras, solos húmicos e sedimentos lacustres, são conservados por milênios ou milhões de anos, oportunizando uma base eficiente na reconstrução da paleovegetação e do paleoclima (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

### 3.2 O QUATERNÁRIO E AS MUDANÇAS PALEOAMBIENTAIS NAS REGIÕES SUDESTE E SUL DO BRASIL

O período Quaternário, que representa cerca de 1,81 Ma, corresponde a menos de 1/2.550 da história da Terra. O surgimento da vida e a evolução da espécie humana possuem vínculos inalienáveis com a história natural, pois sua sobrevivência dependeu e continuará bastante subordinada a natureza (SUGUIO, 1999).

Vários indícios geológicos mostram que nos últimos milhões de anos o clima da Terra tem flutuado entre estados glaciais e interglaciais. O Último Máximo Glacial (UMG), o extremo climático mais forte dos últimos 20.000 anos, tem sido foco de interesse de diversos cientistas por apresentar o mais completo registro comparado com as demais glaciações (OLIVEIRA, CLAUZET & WAINER, 2007).

Pesquisas realizadas na Europa por Davis (1986 *apud* SUGUIO, 1999, p. 53) revelaram que as amplitudes térmicas variaram desde 0,6°C em 100 anos até 10°C em mais de 100.000 anos. Há estudos que afirmam que, além das glaciações quaternárias, ocorreram outros eventos paleoclimáticos de durações mais curtas que, pelas suas peculiaridades, receberam designações específicas, tais como *Última Deglaciação*, *Idade Hipsotérmica* e *Pequena Idade do Gelo* (SUGUIO, 1999).

A *Última Deglaciação* está ligada à abrupta queda de temperatura ocorrida durante a transição do último estágio glacial para interglacial, entre 13.000 e 10.000 anos A.P. (antes do presente). Pesquisas mais recentes demonstraram que esse

evento não foi gradual e regular, mas compreendeu uma série de variações rápidas de paleotemperaturas, compreendendo momentos de climas quentes e frios no Norte da Europa (SUGUIO, 1999).

A *Idade Hipsotérmica*, também conhecida como *Ótimo Climático*, corresponde a um intervalo de tempo do Holoceno Médio entre 9.000 e 2.500 anos A.P., onde a temperatura média global teria sido 1 a 2°C superior a atual, admitida como de 15°C. No litoral Leste, Sudeste e Sul do Brasil, este evento traduziu-se por fenômeno glacioeustático que resultou na elevação do nível relativo do mar de até 4 a 5 metros, cujo estágio de culminação foi atingido há aproximadamente 5.100 anos A.P. (SUGUIO, 1999).

A *Pequena Idade do Gelo* é a melhor documentada através de registros continentais e marinhos, já que ocorreu entre 450 a 100 anos passados. Esse período foi caracterizado por decréscimo de temperatura e expansão das geleiras marinhas, principalmente no Pólo Norte (SUGUIO, 1999).

Na Europa houve grandes transformações na vegetação entre os estádios glaciais e interglaciais, embora a composição florística seja muito mais simplificada que nas regiões que não foram submetidas diretamente às glaciações quaternárias, como no Brasil (SUGUIO, 1999).

O desenvolvimento e aplicação de técnicas palinológicas em vários registros sedimentares do Quaternário brasileiro, permitiram uma melhor compreensão do complexo padrão das alterações em diferentes formações vegetais durante o Quaternário Tardio, decorrentes tanto das mudanças climáticas globais como daquelas de origem antrópica (DE OLIVEIRA, *et al.* 2005)

No Brasil, os primeiros estudos paleoambientais, a partir de registros palinológicos e datações radiocarbônicas, foram realizados na Amazônia. Em seguida, várias formações vegetacionais foram estudadas, dentre elas as áreas de cerrados e de mata atlântica (DE OLIVEIRA, *et al.* 2005).

Nas regiões Sudeste e Sul do Brasil têm grande importância trabalhos pioneiros desenvolvidos pelo Dr. Hermann Behling, principalmente nos Estados do Paraná e Santa Catarina, os quais serão apresentados com maior detalhe no decorrer desta revisão.

A análise de pólen de uma turfeira no Morro de Itapeva, estado de São Paulo, mostrou que entre 35.000 e 17.000 anos A.P. a paisagem regional do planalto de Campos do Jordão estava menos arborizada, com campos de altitude refletindo

clima mais frio e seco. Entre 17.000 e 10.000 anos A.P., espécies de Floresta de Araucária e manchas de Floresta Tropical Atlântica foram raras e provavelmente cresceram somente em elevações mais baixas, sugerindo um clima mais quente. Durante o Holoceno Inferior e Médio o desenvolvimento de manchas de florestas indicou um clima quente e úmido nas vertentes, mas um clima seco nos planaltos. Somente no Holoceno Superior, quando *Araucaria* e *Podocarpus* tornaram-se mais abundantes, as condições climáticas tornaram-se mais úmidas também nos planaltos. A porcentagem de partículas carbonizadas apresentou-se maior durante o UMG do que durante o Holoceno, indicando maior frequência de queimadas no período mais antigo (BEHLING, 1997b).

O paleoambiente da região de Aldeia de Catas Altas, também na região Sudeste do Brasil, foi reconstruído a partir de informações do registro polínico e de carvão. Segundo esse registro a paisagem do UMG foi coberta por extensas áreas de campos e pequenas áreas de matas ciliares ao longo dos rios, onde hoje existem as florestas tropicais estacionais e ecossistemas de cerrado. As matas de galeria eram compostas de Floresta de Araucária, com a presença dos gêneros *Podocarpus*, *Drimys*, *Ilex* e *Symplocos*. O ambiente do UMG era completamente diferente do ambiente atual, apresentando um clima seco e frio com geadas fortes durante os meses de inverno, e com queimadas frequentes. Temperaturas de 5 a 7°C inferiores as do presente são inferidas para o UMG (BEHLING & LICHTER, 1997).

Por outro lado, um estudo realizado na região de Monte Verde, Sudeste do Estado de Minas Gerais, através de um testemunho de 2,10 metros, de onde foram obtidos dados palinológicos, sedimentológicos e geocronológicos, revelaram dados diferenciados. Entre 20.830 - 20.370 e 2.350 - 2.150 anos A.P. <sup>14</sup>C a região de Monte Verde foi coberta por florestas, com a presença de *Araucaria angustifolia*, sob clima predominantemente frio e úmido, porém com possíveis oscilações de umidade. Entre 17.000 a 15.000 anos A.P., houve oscilação da cobertura vegetal e aumento de erosão nas encostas, sob clima frio e úmido. De 15.000 a 9.000 anos A.P., detectou-se aumento de umidade acompanhado da redução do aporte trativo. No intervalo entre 9.000 e 8.000 anos A.P., foi registrado decréscimo na umidade e aumento da taxa de sedimentação. Nos últimos 8.000 anos A.P., ocorre a manutenção da Floresta de Araucária em condições climáticas frias e úmidas (SIQUEIRA, 2006).

Outro estudo que vem ao encontro dessas idéias diz respeito aos realizados com isótopos de oxigênio em espeleotemas de duas cavernas, uma localizada em São Paulo e outra em Santa Catarina, o qual sugere que as condições do Pleistoceno não teriam sido tão secas como afirmado em estudos anteriores. Foi observado que no final desse período o clima era mais úmido, mantido por um período chuvoso principalmente durante os meses de inverno (CRUZ JR, *et al.* 2006). Cruz Jr., *et al.* (2007) investigaram, nesses mesmos locais, a razão entre os elementos Magnésio/Cálcio e Estrôncio/Cálcio de uma estalagmite e chegaram a mesma conclusão, reforçando que as condições de umidade eram frequentes no Pleistoceno.

Estudos palinológicos realizados no Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil, próximo a região costeira, demonstraram que nas regiões mais altas, o final do Pleistoceno (14.000 - 10.000 anos A.P.) foi dominado por vegetação de campos e blocos espalhados de florestas com araucárias foram preservados em vales profundos. Na região do Morro da Igreja e da Serra do Rio do Rastro, a predominância de vegetação de campos continuou até cerca de 1.000 anos A.P., enquanto que na Serra da Boa Vista houve uma expansão de elementos da Floresta Pluvial Atlântica, seguido por Florestas de Araucária no começo do Holoceno. Nas planícies costeiras, a vegetação do final do Pleistoceno foi dominada por *Myrtaceae*, que foram substituídas por táxons tropicais no Holoceno. O perfil de várzea (Poço Grande), também abrange parte do Holoceno Superior, onde a rica flora da Floresta Pluvial Atlântica pode ser caracterizada por táxons como *Alchornea*, *Urticales* e *Myrsine*. As condições climáticas do Pleistoceno Tardio (14.000 - 10.000 anos A.P.) podem ser descritas como frio e relativamente seco. No Holoceno, houve alteração de um clima quente e seco (10.000 - 3.000 anos A.P.) para um regime mais fresco e úmido (3.000 – 1.000 anos A.P.) e, finalmente, houve um período frio e muito úmido a cerca de 1.000 anos A.P. (BEHLING, 1995).

Outro estudo na região costeira do Estado de Santa Catarina, próximo a divisa com o Estado do Paraná, verificou a dinâmica da vegetação e clima durante o Quaternário Tardio. Foi levantado que entre 37.500 e 27.500 anos A.P. e durante o UMG (27.500 a 14.500 anos A.P.), a floresta costeira foi substituída por pastagens e manchas de florestas frias adaptadas. Árvores tropicais, como *Alchornea*, *Moraceae/Urticaceae* e *Arecaceae*, foram quase completamente ausentes durante o UMG. A floresta tropical se desenvolveu como parte de uma sequência sucessional

após 12.300 anos A.P. Não há evidências de que a araucária esteve presente na planície do Atlântico durante os períodos glaciais. A floresta foi perturbada pelas incursões marinhas no Holoceno até cerca de 6.100 anos A.P., conforme indicado pela presença de microforaminíferos. Uma Floresta Pluvial Atlântica fechada se desenvolveu em seguida na região (BEHLING & NEGRELLE, 2001).

Registros de mudanças ambientais Pleistocênicas e Holocênicas também foram identificadas no município de Campo Alegre (SC), Planalto Sul Brasileiro, em depósitos de cabeceira de vale, a partir de dados geomorfológicos, estratigráficos, sedimentológicos, isotópicos, palinológicos e geocronológicos. Os resultados apontaram para mudanças ambientais cujas idades coincidem com os Estágios Isotópicos Marinhos (EIM) 5b, 3, 2 e 1. Apesar de temperaturas e precipitações inferiores às atuais no final do Pleistoceno, as cabeceiras de vale estudadas mantiveram ambientes relativamente úmidos ao longo do tempo, propiciando o desenvolvimento de zonas de saturação sub-superficial, revelando resultados um pouco diferentes dos encontrados por Behling (1995) e Behling & Negrelle (2001) para esta região. Estas zonas de saturação tenderiam a expandir durante períodos de transição entre estádios e interestádios, favorecendo erosão e sedimentação independentes do sinal das mudanças climáticas. A organização interna de sedimentos de encosta indicou regime climático anual com longa estação seca durante o Holoceno Médio (OLIVEIRA *et al.*, 2006a; OLIVEIRA, BEHLING, & PESSENDA, 2008; OLIVEIRA, *et al.* 2008).

Mais ao sul, os paleoambientes do Holoceno foram estudados na região de São Francisco de Paula (RS), também no Planalto Sul Brasileiro, a partir de análises palinológicas e de carvão, além da obtenção da cronologia pelo método do  $^{14}\text{C}$ . Hoje a região é caracterizada por pastagens e pequenas manchas de florestas com araucária, sendo considerada uma das regiões com a maior taxa de precipitação no Sul do Brasil ( $2.450 \text{ mm/ano}^{-1}$ ). Análises polínicas de uma seção de 84 centímetros de profundidade, coletadas de uma pequena bacia com argila, matéria orgânica e depósitos de turfa, mostraram que os grãos de pólen e esporos da seção inferior (84 e 46 cm) foram quase que totalmente destruídos. Acredita-se que este período entre 7.500 e 4.000 anos A.P. foi muito seco para a conservação dos palinomorfos na bacia. O clima deve ter sido marcadamente mais seco do que atualmente, durante o início e meados do Holoceno. Depois de 4.000 anos A.P., os grãos de pólen preservados refletem condições mais úmidas do que anteriormente e indicam a

predominância de campos com pequenas áreas de florestas com araucária. A expansão florestal é documentada desde 1.060 anos A.P. e a expansão de *Araucaria angustifolia* desde 850 anos A.P. Durante os 1.000 anos passados, a precipitação deve ter sido muito mais intensa com nenhum ou apenas curtos períodos de seca, semelhante ao clima moderno (BEHLING, BAUERMANN & NEVES, 2001).

Outro levantamento realizado por Behling *et al.* (2004) no Estado do Rio Grande Sul, mais precisamente em Cambará do Sul, Noroeste do Estado, também demonstrou as alterações na vegetação e no clima durante o Quaternário Tardio a partir de dados obtidos de análises palinológicas e de carvão vegetal. Os registros estenderam-se até 42.840 anos A.P. <sup>14</sup>C. Um clima sazonal, com período anual de seca prolongada prevaleceu até o Holoceno Tardio. Incêndios naturais eram raros, mas se tornaram muito frequentes após 7.400 anos A.P., o que sugere a ocupação humana do planalto meridional do Brasil desde aquela época. Os registros sugerem que uma grande variedade de espécies de vegetação de campos já existiam na área, sob um clima relativamente seco e frio durante os períodos glaciais, possivelmente, ao abrigo de até -10 °C. O registro também sugere que pequenas populações de araucária estiveram presentes em refúgios de vales profundos e protegidos e/ou em encostas úmidas costeiras. A vegetação de campos existiu até o início e meados do Holoceno (4.320 anos A.P.), depois disso as florestas com araucária expandiram-se pelas matas ciliares ao longo dos córregos. Por volta 1.100 anos A.P., a floresta com araucária substituiu a vegetação de campos, refletindo o início de período chuvoso, sem estação seca anual definida. A forte expansão da floresta com araucária coincidiu com a redução das queimadas. Entre 1.770 e 1.520 anos A.P. *Weinmannia* tornou-se um táxon comum na mata de araucária, sugerindo uma mudança para condições climáticas mais quentes sobre o planalto. Esse intervalo é sincrônico com uma fase fria conhecida como *Pequena Idade do Gelo* nas terras do Atlântico Norte. Depois de cerca de 1.780 anos A.P., as atividades humanas alteraram a composição original das florestas.

Na Serra dos Campos Gerais (PR), levantamentos palinológicos indicaram que no período entre 12.480 a 9.660 anos A.P., houve predomínio de vegetação de campos com provável ocorrência de grupos espalhados de Floresta Tropical Atlântica e de Araucária nos vales, sugerindo climas mais secos e 3 a 5°C mais frios do que o presente. Entre 9.660 a 2.580 anos A.P. há registro de predomínio de

campos nas montanhas e a expansão de árvores de floresta tropical úmida nos vales, indicando um clima quente e talvez um aumento na precipitação anual. No Holoceno Superior (2.580 a 1.530 anos A.P.) a expansão da Floresta de Araucária foi relacionada a provável mudança para um clima úmido mais permanente com estação seca mais curta. A expansão marcante de florestas com araucária, formando um mosaico de campos e ilhas de florestas nas montanhas, ocorreu somente nos últimos 1.500 anos A.P., sugerindo um clima com alta precipitação sem uma estação seca anual significativa (BEHLING, 1997a).

Em estudos desenvolvidos em Londrina, região Norte do Estado do Paraná, Pessenda (2004) verificou predomínio de plantas C<sub>4</sub> (gramíneas) no Pleistoceno Tardio até aproximadamente o Holoceno Médio, provavelmente indicativo de um clima mais seco que o atual. A partir de 3.000 anos A.P., os resultados indicaram uma expansão da floresta, sugerindo clima mais úmido nesse último período.

Através de dados obtidos por Fernandes (2009), no município de Jussara, também na região Norte do Paraná, a partir da análise palinológica de sedimentos de fundo da Lagoa Fazenda, verificou-se a presença de Araucária na região durante todo o Holoceno, especialmente nos últimos 3.000 anos A.P., o que sugere clima ameno e relativamente úmido, como encontrado por Pessenda (2004).

Moro *et al.* (2004), obtiveram dados paleoambientais a partir dos sedimentos profundos da Lagoa Dourada, localizada no município de Ponta Grossa (PR). Eles concluíram, a partir de dados químicos, físicos e biológicos, que mudanças climáticas ocorreram durante os últimos 11.000 anos A.P. Durante o Pleistoceno o clima era mais frio e mais seco do que atualmente e no início do Holoceno houve um aumento de umidade. Em torno de 8.710 anos A.P. tornou-se mais seco e frio. Depois desse período houve oscilações no nível da água, com curtos e intensos períodos secos seguidos por longas fases úmidas,

Outro estudo de relevância, desenvolvido no Terceiro Planalto Paranaense, que vem ao encontro dessas idéias foi realizado por Calegari (2008) que através da análise de resultados isotópicos e fitolíticos na região de Guarapuava, Centro Oeste do Estado Paraná, constatou mudança na vegetação associada a variações climáticas do Holoceno. A autora sugere que antes de 6.730 anos A.P. <sup>14</sup>C, havia uma mistura de plantas C<sub>3</sub> (arbóreas) e C<sub>4</sub> (gramíneas), porém com predomínio de C<sub>3</sub>. Entre 6.730 e 2.720 anos A.P. <sup>14</sup>C, a vegetação apresentava maior contribuição de plantas C<sub>4</sub>, sugerindo uma vegetação mais aberta (campos) associada a um

clima mais seco em relação ao período anterior. De 2.720 anos A.P. <sup>14</sup>C até o presente, registrou-se novamente um predomínio de plantas C<sub>3</sub>, marcando a expansão de uma formação florestal mais fechada que evoluiu até o período atual, para uma Floresta Subtropical Mista com Araucárias. Essa vegetação teria se desenvolvido a partir do Holoceno Inferior (~2000 anos A.P. <sup>14</sup>C) associada a um clima mais úmido e, por vezes mais frio, semelhante ao atual.

O paleoambiente da região Sul do Brasil, no último ciclo glacial, também foi estudado por Behling (2002), em uma síntese de 14 registros palinológicos. Os resultados de 3 desses registros na Região Sul - Fazenda do Pinto (RS), Morro da Igreja (SC) e Serra dos Campos Gerais (PR) – sugerem que no passado houve predominância de vegetação de campos onde hoje ocorrem florestas de Araucária. Os campos dominaram a paisagem do Sul do Brasil durante o Pleistoceno Superior, onde hoje existem diferentes ecossistemas florestais. Registros de vegetação campestre do Pleistoceno Tardio, foram também encontradas nos planaltos sulinos durante o início e meados do Holoceno, refletindo as condições climáticas mais secas. Condições climáticas úmidas com nenhum ou apenas curtos períodos de seca, foram estabelecidas somente após o Holoceno Superior quando as florestas de Araucária substituíram grandes áreas de vegetação campestre após cerca de 3.000 anos A.P. e especialmente depois de 1.500/1.000 anos A.P.

## 4 METODOLOGIA

Com o propósito de definir o local de maior espessura do volume turfoso, onde se esperava alcançar o registro palinológico de forma mais completa, e de determinar suas propriedades, que auxiliem na interpretação da evolução da cabeceira de drenagem, o trabalho foi realizado em duas etapas: i) caracterização dos materiais da porção central da cabeceira de drenagem e ii) levantamento palinológico.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

#### 4.1.1 Levantamento de Campo

Por meio de 16 (dezesseis) sondagens foi obtida a distribuição bidimensional dos volumes da cobertura superficial da porção central da cabeceira de drenagem ao longo de transecto transversal ao seu eixo central (Fig. 4), geometricamente designado de *hollow* (CUNHA & GUERRA, 2001 *apud* MOURA & SILVA, 1999).



Figura 4. Perfil topográfico transversal à porção central da cabeceira de drenagem estudada, mostrando os locais de sondagens (S1...S16). Linha descontinua indica o local de coleta de amostras para granulometria e determinação de teores de Matéria Orgânica (MO) e Carbono (C).

Fonte: Adaptado de Paisani *et al.*, 2010.

As sondagens foram realizadas com trado holandês, disponível no Laboratório de Análise de Formações Superficiais da UNIOESTE, *Campus* de Francisco Beltrão. Procedeu-se a individualização de volumes dos materiais da cobertura superficial por meio da técnica convencional de descrições pedológicas em campo, diante da descrição das seguintes propriedades: cor (Carta de Münsell), textura, consistência, feições pedológicas, quando visíveis, e atividades biológicas (MANFREDINI, *et al.* 2005; SILVA, 1999). A topografia do transecto foi determinada pelo método expedito utilizando-se de clinômetro, bússola, trena e régua de madeira, obedecendo a critérios propostos por Marques *et al.* (2000). Enfim, o transecto, balizado pelo perfil topográfico, foi reconstituído graficamente, constando a distribuição bidimensional dos volumes dos materiais levantados em campo.

#### 4.1.2 Análises Laboratoriais

Após reconstruir a distribuição bidimensional dos volumes da cobertura superficial da porção central da cabeceira de drenagem, foi reconhecido um volume turfoso ao longo do seu eixo central – *hollow*. A maior espessura desse volume foi registrada junto à sondagem 08 (S8). Deste modo, procedeu-se amostragem desse volume, acompanhando a profundidade nas imediações da S8 (Fig. 4).

Coletou-se 08 amostras deformadas para determinação granulométrica, teores de matéria orgânica (MO  $\text{g.kg}^{-1}$ ) e carbono orgânico (C  $\text{g.kg}^{-1}$ ). A determinação granulométrica foi realizada por meio de pipetagem, para as frações silte e argila, e peneiramento, para a fração areia, com separação via úmida. Os teores de MO e C foram obtidos por oxidação com dicromato de potássio, conforme Luchese *et al.* (2002). A classificação textural das amostras foi determinada utilizando-se o diagrama de Flemming, conforme Oliveira & Lima (2004). Para verificar possíveis estratificações no volume turfoso, estabeleceu-se índice granulométrico apresentado por Oliveira *et al.* (2006). Essas análises foram realizadas por membros do grupo de pesquisa no Laboratório de Análise de Formações Superficiais da UNIOESTE, *Campus* de Francisco Beltrão.

## 4.2 LEVANTAMENTO PALINOLÓGICO

### 4.2.1 Amostragem de testemunho em campo

Nas proximidades do perfil S8, local de maior espessura do volume turfoso, procedeu-se amostragem indeformada do material para análise palinológica.

Foram coletadas amostras indeformadas de 0 cm até 125 cm para as análises palinológicas. Utilizou-se do “amostrador para solos rígidos até 7 metros de profundidade” da marca *Eikjeilkamp* (Apêndice A, Figuras C e D). O coletor consiste em um cilindro de aço de 35 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro acoplável na extremidade inferior de um trado de baioneta. Dentro do cilindro é inserido um tubo plástico delgado onde são acondicionadas as amostragens. A cada 35 cm de profundidade o tubo era substituído até completar a máxima profundidade do volume turfoso. Os tubos contendo as amostras foram posteriormente numerados e acondicionados em refrigerador para posterior análise palinológica.

### 4.2.2 Processamento do Material

O processamento das amostras foi realizado no Laboratório de Palinologia e Paleobotânica Prof. Dr. Murilo Rodolfo de Lima, da Universidade de Guarulhos (UnG), Guarulhos - SP. Para realizar as análises palinológicas seguiu-se protocolo descrito no Manual e Atlas Palinológico da Amazônia de Colinvaux *et al.* (1999), com pequenas modificações incorporadas a rotina do laboratório.

No laboratório, os tubos plásticos contendo o *core* do volume turfoso, foram abertos longitudinalmente em ambas as laterais. Após a abertura do tubo plástico, a amostra foi seccionada longitudinalmente com auxílio de um fio de nylon, a fim de se alcançar o centro do material, evitando-se assim a coleta de amostras contaminadas (Apêndice A, Fig. E). Com auxílio de uma seringa com a ponta cortada, foi coletado 01 cm<sup>3</sup> de material a um intervalo de 05 em 05 cm, do topo para a base. As amostras foram acondicionadas em tubos de centrifuga, graduados de 15 ml cada. Ao todo, foram separadas 26 amostras ao longo dos 125 cm de extensão do volume turfoso (Apêndice A, Fig. F).

Em cada etapa do processamento a centrifugação foi definida como 2.500 rpm (rotações por minuto) durante 5 minutos. Todos os procedimentos, sem exceção, foram executados dentro da capela.

Em cada um dos tubos foi adicionado 01 (uma) pastilha contendo esporos de *Lycopodium clavatum*, cuja concentração era de 18.583 esporos por pílula. Esses esporos são marcadores exóticos que servem para padronizar a contagem e elaborar a estatística palinológica. Os esporos de *Lycopodium* permitem o cálculo do número absoluto de grãos por centímetro cúbico de sedimento (STOCKMARR, 1972). Adicionou-se a cada tubo uma solução a 10% de Ácido Clorídrico (HCl) até atingir um total de 5 ml do tubo. Uma reação efervescente foi promovida, pois o HCl dissolve a matriz carbonática da pastilha, liberando os esporos de *Lycopodium*.

Em seguida as amostras foram tratadas com: Ácido Fluorídrico (P.A.), Ácido Clorídrico (HCl) a 10% e Hidróxido de Potássio (KOH) a 5%.

Em preparação a um processo seguinte chamado acetólise, as amostras foram tratadas com Ácido Acético Glacial (P.A.).

Para realização da acetólise foram preparadas nove partes de Anidrido Acético ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) por volume de uma parte de Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), ambos puros, em uma proveta graduada. Adicionou-se 8 ml dessa solução às amostras (acetólise).

Continuando o processo, as amostras foram novamente tratadas com Ácido Acético Glacial. Em seguida, as amostras foram lavadas com Álcool Etilico absoluto.

Finalmente, as amostras foram transferidas para tubos definitivos devidamente etiquetados. Nos tubos definitivos, foram adicionadas 8 gotas de glicerina, com posterior abrigo dos tubos em estufa, a 60°C por 6 horas, para evaporação do álcool residual.

#### 4.2.3 Montagem das Lâminas

Com o material processado, foram confeccionadas 05 lâminas por amostra, perfazendo um total de 130 lâminas. A cada lâmina foi adicionado uma gota do material processado, a qual foi coberta por uma lamínula. Anteriormente a esta etapa, as lamínulas receberam uma fina camada de parafina em suas bordas. O conjunto lâmina+amostra+lamínula foi pré-aquecido, sobre uma chapa, a cerca de

40°C, onde a parafina foi derretida e os espaços vazios foram preenchidos, circundando a glicerina com o material a ser analisado. Em seguida as lâminas foram etiquetadas com suas respectivas profundidades e seladas com esmalte incolor.

#### 4.2.4 Critérios de Identificação

As 130 lâminas foram trazidas ao Laboratório de Biologia da UNIOESTE, *Campus* de Francisco Beltrão, onde procedeu-se a descrição palinológica com o auxílio de objetivas de 40X e 100X do Microscópio Óptico Olympus.

Os palinomorfos encontrados foram fotografados em objetiva de 100X, com auxílio de câmera digital não acoplada (Sony Carl Zeiss 7.2 Megapixels) e descritos de acordo com: forma, tipo, posição, número de aberturas, ornamentação, espessura da parede celular e dimensões. A forma dos palinomorfos foi definida de acordo com metodologia sugerida por Erdtman (1952), modificado por Salgado-Labouriau (1973). O método consiste no emprego da relação entre a dimensão dos eixos polares e equatoriais (P/E), onde os intervalos de verdadeira grandeza são desiguais e assimétricos, em logaritmo decimal, passam a ser simétricos em relação à forma esférica. Por este motivo, todas as medidas de grãos de pólen e esporos obtidas neste trabalho foram baseadas nesta proposta.

Para os palinomorfos que se encontravam achatados ou em estado de degradação obteve-se apenas os diâmetros equatorial (DE) ou polar (DP). Para os grãos de pólen e esporos mais ou menos circulares, foram obtidos apenas os diâmetros totais (DT) ou a variação entre eles (D).

Os palinomorfos foram identificados a partir de comparação com tipos morfológicos dos seguintes trabalhos palinológicos: Colinvaux *et al* (1999), Erdtman (1952, 1957, 1966), Fernandes (2009), Lorscheitter *et al* (1998, 1999, 2001 e 2002); Roubik & Pattiño (1991), Salgado-Labouriau (1973) e Tryon & Tryon (1982). Além da comparação com tipos morfológicos da Palinoteca de Referência do Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da UnG.

A contagem dos palinomorfos foi realizada ao microscópio óptico e utilizou-se objetiva de 40X, tomando cuidado para evitar repetição de contagem do mesmo palinomorfo. Para isso, foi estabelecido um campo de visão com espaçamento entre

os transectos usados para a contagem. Foram contados no mínimo 300 grãos de pólen de todos os tipos morfológicos, além de outros elementos, como esporos pteridófitas e algas.

#### 4.2.5 Cronologia pelo Método $^{14}\text{C}$

Diante dos diagramas polínicos optou-se pela coleta de 04 amostras para datação por  $^{14}\text{C}$  das profundidades de 30-35 cm (A4), 60-65 cm (A3), 95-100 cm (A2) e 112-118 cm (A1). A coleta se deu na parede NW de uma trincheira de 150 x 150 cm estabelecida nas vizinhanças a sondagem 8, onde coletou-se aproximadamente 700 g de amostra nos níveis indicados (Apêndice A, Fig. H). Tais amostras foram acondicionadas em recipiente de alumínio (marmitex) e transportadas para o laboratório.

No Laboratório de Análise Formações Superficiais as amostras foram secas em estufa a 100°C por 24 horas e acondicionadas em saco plásticos *zip lock*. Diante de restrições orçamentárias, apenas a amostra A2 foi encaminhada para datação pelo método do  $^{14}\text{C}$ , técnica AMS (*accelerator mass spectrometry*), no Laboratório *Beta Analytic Inc.* (Miami-EUA).

#### 4.2.6 Construção dos Palinodiagramas

Os tipos polínicos, bem como as algas e esporos de pteridófitas, foram identificados nos níveis taxonômicos de família, gênero, espécie ou às vezes em níveis genéricos. Esses palinomorfos foram separados de acordo com seus hábitos nas seguintes categorias ecológicas: árvores, arbustos, ervas terrestres, algas e esporos de pteridófitas. A partir desta classificação, os dados foram lançados em um banco de dados do Programa Tilia.

Após identificação e contagem dos palinomorfos, foram elaborados palinodiagramas, que nada mais são que gráficos baseados na porcentagem e concentração de cada tipo de palinomorfo encontrado em cada profundidade do perfil (SALGADO-LABOURIAU, 2007). Os palinodiagramas foram confeccionados com base nos Programas Tilia e TiliaGraph (GRIMM, 1987, 1990).

Os palinodiagramas de porcentagens de cada táxon foram obtidos com base na soma total de grãos de pólen. Nesta soma foram incluídos tipos polínicos arbóreos, arbustivos, herbáceos (ervas terrestres) e grãos de pólen não identificados. Para efeito de soma de pólen, os esporos e as algas não foram considerados, mas foram somados separadamente, gerando também uma porcentagem própria para essas duas últimas categorias, conforme se verifica nos trabalhos de palinologia.

Os palinodiagramas de concentração foram gerados a partir da soma total dos indivíduos, adicionando-se a planilha base do Tilia as seguintes variáveis: número de *Lycopodium clavatum* contados, número de pílulas (pastilhas) de *L. clavatum* adicionadas em cada amostra, quantidade de amostra em cm<sup>3</sup> e concentração de *L. clavatum* por pílula. O programa calcula a concentração absoluta de cada palinomorfo por centímetro cúbico de sedimento.

Para verificação das similaridades estatísticas entre as amostras, foram estabelecidas ecozonas, tanto para os diagramas de porcentagem como para os de concentração, através de um subprograma do Tilia, chamado Coniss. Esse subprograma baseia-se nos 40 táxons mais frequentes e os correlaciona, gerando um dendrograma como reflexo das similaridades palinológicas entre as ecozonas estabelecidas.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

#### 5.1.1 Caracterização Bidimensional

Paisani *et al.* (2010), individualizaram quatro volumes da cobertura superficial (Fig. 5). O *volume 1* (colúvio) encontra-se no sopé do *side slope*, tem de 30 a 100 cm de espessura, é plástico, consistente, com 15% de manchas bruno forte (7.5YR 5/8) e cor variando de bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) a bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/4), com transição abrupta para o volume 2.

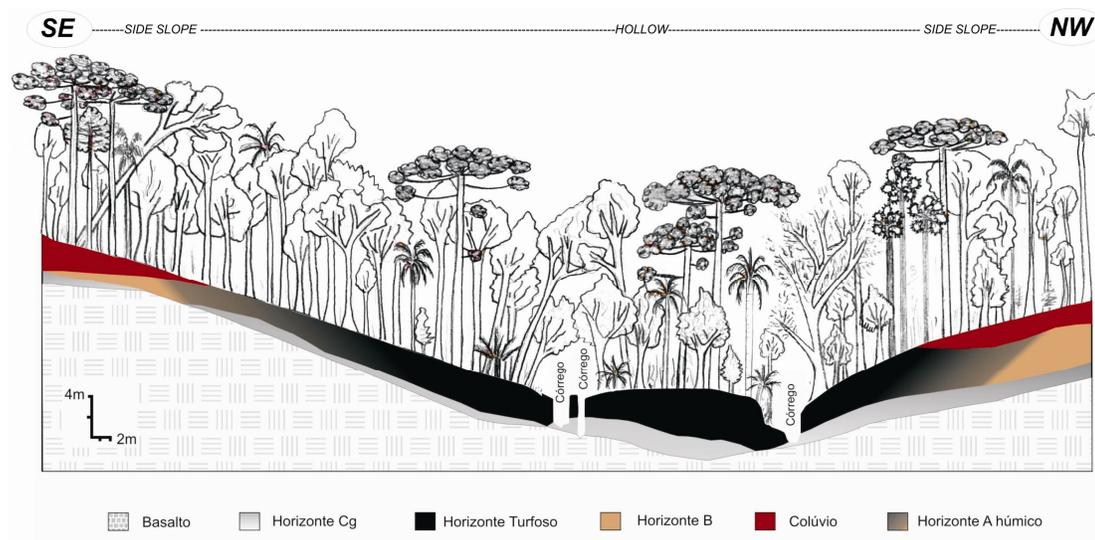


Figura 5. Transecto transversal ao *hollow* da cabeceira de drenagem mostrando a distribuição bidimensional dos volumes das formações superficiais.

O *volume 2* (horizonte turfoso) se distribui pelo *hollow* mostrando, em média, 70 cm de espessura; é macio, firme, plástico, sem fibras aparentes, apresenta cor variando de preta (7.5 YR 2.5/1) a cinza-muito-escura (10 YR 3/1) e, localmente, como bruno-acinzentado (Gley 2.5/N).

O *volume 3* (horizonte B) se distribui no sopé do *side slope*, tem cerca de 40 a 100 cm de espessura, cor bruno-amarelo-claro (10YR 6/4) a bruno-amarelado (10YR 5/6) com manchas bruno-acinzentada (10YR 5/2). Registra-se gradação lateral do volume 2 para o volume 3 entre o *hollow* e *side slope* (horizonte A húmico).

Enfim, o *volume 4* (horizonte Cg) se encontra em profundidade no contato com a rocha e se distribui por todo o transecto com maior espessura no centro do *hollow*, chegando a 50 cm. É plástico, exhibe litorrelíquias tamanho grânulo a seixo fino e cor variegada predominando bruno-amarelo-claro (10YR 6/4) e verde acinzentada (GLEY 1 6/1 5GY).

### 5.1.2 Granulometria, Teor de Matéria Orgânica e Teor de Carbono

Os resultados da granulometria, teor de matéria orgânica e teor de carbono dos materiais no centro do *hollow* estão representados na figura 6. Em relação a granulometria registra-se entre 0 – 80 cm de profundidade, predomínio de argila com percentuais acima de 650 g.kg<sup>-1</sup> (Fig. 6). Entre 80 – 130 cm, há redução desse percentual com aumento de silte e areia (Fig. 6). Já abaixo dessa profundidade os percentuais de argila voltam a aumentar até acima de 650 g.kg<sup>-1</sup> na base do horizonte hidromórfico. Essas variações podem representar o estabelecimento da turfa sobre um horizonte pedológico mineral entre as profundidade de 130 a 180 cm. Embora se trate de uma turfa mineralotrófica, rica em argila e silte, registra-se duas unidades estratigráficas com base nas variações da granulometria. Uma com sutil incorporação de areia entre 80 e 135 cm de profundidade e outra mais lamosa de 80 cm à superfície. Com base no diagrama triangular de Flemming (Fig. 7), essas duas unidades litoestratigráficas correspondem, respectivamente, a argila siltosa (E-IV) e lama levemente arenosa argilosa (D-IV).

Em relação ao horizonte hidromórfico, cabe registrar que se observa uma gradação de lama levemente arenosa argilosa para argila siltosa (D-IV/E-IV) entre 130-160 cm.

O teor de matéria orgânica variou de 206,4 a 61 g.kg<sup>-1</sup>, com tendência decrescente para profundidade a partir de 80 cm de profundidade. Essa tendência é similar a encontrada para os percentuais de Carbono, que variaram de 60 a 18 g.kg<sup>-1</sup> (Fig. 6).

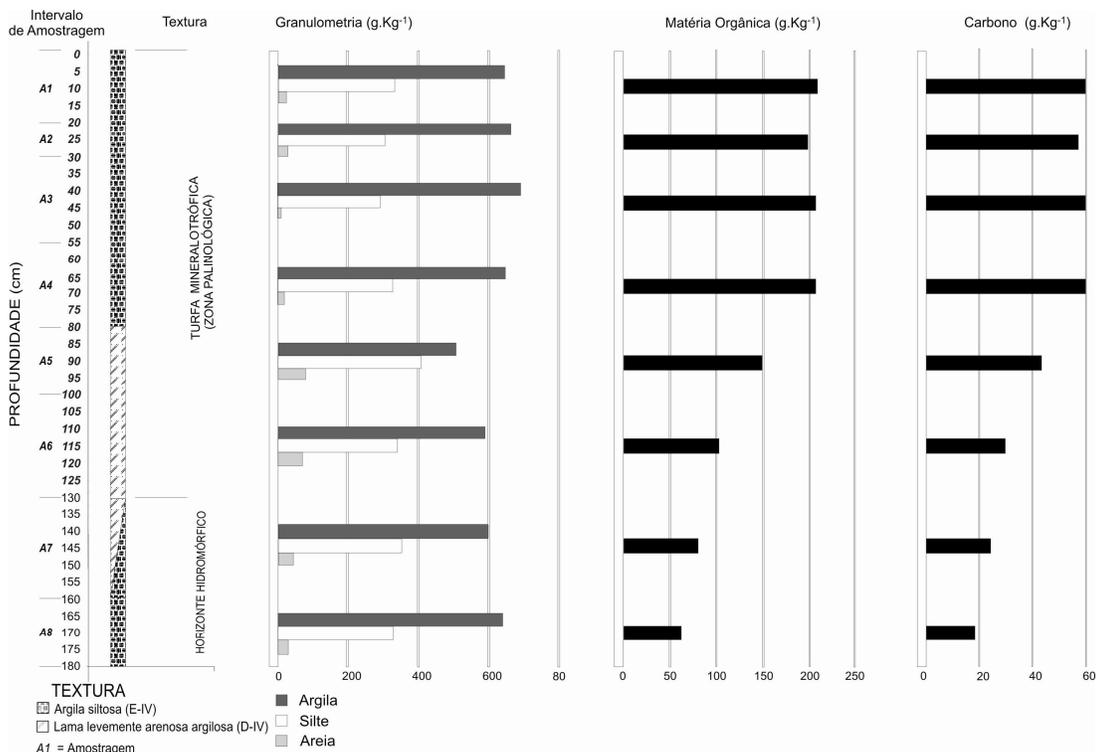


Figura 6. Granulometria, teor de matéria orgânica e teor de carbono das oito amostras da coluna estratigráfica.

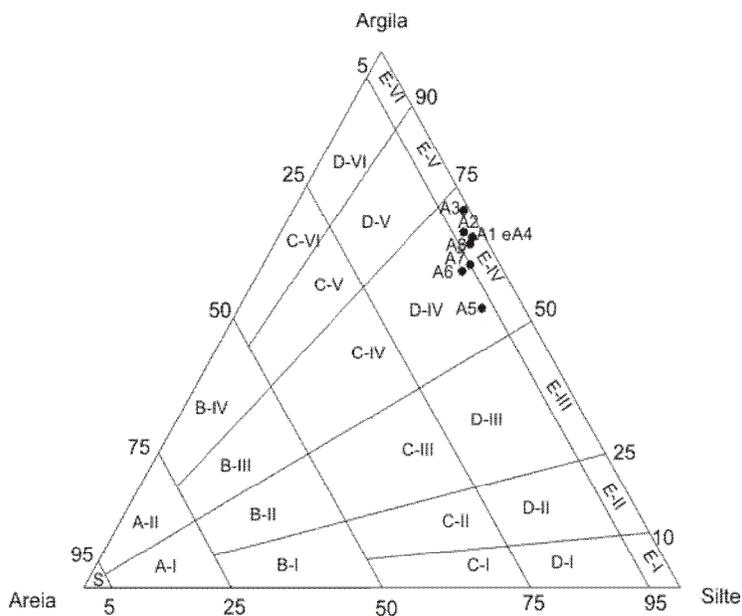


Figura 7. Classes texturais conforme diagrama triangular de Flemming (2000). Os códigos das amostras e profundidades de coleta estão representados na figura 6.

### 5.1.3 Cronologia e Taxa de Sedimentação

Até o momento foi obtida apenas uma datação da matéria orgânica da turfa pelo método do  $^{14}\text{C}$ , conforme quadro 1. A datação realizada sugere que a maior parte da sedimentação da turfeira ocorreu durante o Holoceno e que apenas os primeiros 30 (trinta) centímetros de sua base (100-130 cm) teriam sido gerados no final do UMG. Se considerar que a sedimentação foi contínua e em taxas constantes ao longo do tempo, pode-se estimar uma taxa de sedimentação de 10 cm. 1.059 anos<sup>-1</sup> (1 cm.105,9 anos<sup>-1</sup>). Assim, a base da turfeira teria sido formada a cerca de 13.767 A.P.

Código Laboratório (#)	Código Campo (#)	Profundidade da Amostra (cm)	Tipo de Análise	Idade (anos $^{14}\text{C}$ AP)	Idade Calibrada (anos $^{14}\text{C}$ AP) <sup>1</sup>
Beta-280517	B508A2a	95-100	MAS	10.590	Cal BC 10.820 a 10.650 e 10.510 a 10.460)

Quadro 1. Idade  $^{14}\text{C}$  da turfeira analisada.

<sup>1</sup> 2 $\sigma$ , 95% de probabilidade

## 5.2 ANÁLISE PALINOLÓGICA

### 5.2.1 Táxons identificados

As informações a respeito da vegetação moderna da A.R.I.E. do Buriti foram obtidas de um levantamento florístico realizado no ano 1991 por um grupo de pesquisadores do ITCF que na ocasião elaboraram o Plano de Manejo da referida Unidade de Conservação. No quadro 2 está representada uma listagem das espécies levantadas pelo ITCF (1991) na A.R.I.E., a qual foi confrontada com os táxons identificados na análise palinológica (área cinza do quadro 2).

Na análise palinológica foi registrada a presença de 37 táxons, os quais foram identificados em nível de espécie, gênero ou família. Na dificuldade de fazer tal individualização, classificou-se os palinomorfos em nível genérico como por exemplo Poaceae tipo I ou tipo II. Todos os táxons identificados estão relacionados no quadro 3. Alguns táxons são mencionados na literatura como componentes comuns a

determinadas unidades fitofisionômicas, como é o caso de *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus* sp., *Ilex* sp., *Symplocos* sp. e *Drimys* sp., característicos de Floresta de Araucária, conhecida como Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1975; BEHLING *et al.*, 2010). Destacam-se também *Alchornea* sp., *Hyeronima* sp. e *Sloanea* sp. como componentes da Floresta Pluvial Atlântica (LORENZI, 2002; SOUZA e LORENZI, 2005). Os táxons da família Poaceae e Asteraceae são os principais representantes das formações campestres (SOUZA e LORENZI, 2005). Há componentes que são comuns tanto a floresta quanto a campo, é o caso das Arecaceae e das formações pioneiras, como algumas pteridófitas (Apêndice B, Figuras A a T)

Espécie	Família	Hábito
<i>Allophyllus</i> sp.	Sapindaceae	A
<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucariaceae	A
<i>Ateleia</i> sp.	Mimosaceae (Leguminosae)	A
<i>Bacharis</i> sp.	Asteraceae (Compositae)	B
<i>Calathea</i> sp.	Marantaceae	C
<i>Casearia</i> sp.	Salicaceae	A
<i>Casearia</i> sp.	Salicaceae	B
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	A
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	A
<i>Clethra scabra</i>	Clethraceae	A
<i>Cocos romanzoffianum</i>	Arecaceae (Palmae)	A
<i>Cordyline</i> sp.	Liliaceae	B
<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae	A
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Sapindaceae	A
<i>Drymis brasiliensis</i>	Winteraceae	A
<i>Eucaliptus</i> sp.	Myrtaceae	A
<i>Ilex dumosa</i>	Aquifoliaceae	A
<i>Ilex paraguariensis</i>	Aquifoliaceae	A
<i>Ilex theezans</i>	Aquifoliaceae	A
<i>Inga</i> sp.	Mimosaceae (Leguminosae)	A
<i>Jacaranda puberula</i>	Bignoniaceae	A
<i>Luehea divaricata</i>	Tiliaceae	A
<i>Lythraea brasiliensis</i>	Anacardiaceae	A
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Sapindaceae	A

Continua

<i>Mimosa sp.</i>	Mimosaceae (Leguminosae)	D
<i>Myrceugenia sp.</i>	Myrtaceae	A
<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae	A
<i>Ocotea puberula</i>	Lauraceae	A
<i>Ocotea pulchella</i>	Lauraceae	A
<i>Parapiptadenia rígida</i>	Mimosaceae (Leguminosae)	A
<i>Podocarpus lambertii</i>	Podocarpaceae	A
<i>Prunus brasiliensis</i>	Rosaceae	A
<i>Myrsine ferruginea</i>	Myrsinaceae	A
<i>Myrsine umbellate</i>	Myrsinaceae	A
<i>Roupala brasiliensis</i>	Proteaceae	A
<i>Rubus sp.</i>	Rosaceae	C
<i>Sapium glandulatum</i>	Euphorbiaceae	A
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	A
<i>Serjania sp.</i>	Sapindaceae	D
<i>Solanum sp.</i>	Solanaceae	B
<i>Trithrinax brasiliensis</i>	Arecaceae (Palmae)	A
<i>Vernonia sp.</i>	Asteraceae (Compositae)	B
<i>Vitex sp.</i>	Verbenaceae	A
<i>Zanthoxylum kleinii</i>	Rutaceae	A
<i>Zanthoxylum rhoifolia</i>	Rutaceae	A
-	Bromeliaceae	C
* <i>Merostachys sp.</i>	Poaceae (Gramineae)	B
* <i>Chusquea sp.</i>	Poaceae (Gramineae)	B
	Cyatheaceae	B

Quadro 2. Relação de espécies vegetais levantadas pelo ITCF (1991) na A.R.I.E. do Buriti confrontada com os táxons identificados na análise palinológica (cinza).

A – árvore; B – arbusto; C – ervas; D – liana;

\* Adicionado pelo autor.

Fonte: Adaptado de ITCF (1991).

	Classificação Ecológica	Gênero/Morfotipo	Família/Morfotipo	Dispersão polínica
1	Árvores (pólen)	<i>Alchornea</i>		Zoófila
2		<i>Alnus</i>		Anemófila
3			Anacardiaceae	Geral. Zoófila
4		<i>Araucaria</i>		Anemófila

5			Arecaceae tipo I	Zoófila
6			Arecaceae tipo II	Zoófila
7		<i>Drimys</i>		Zoófila
8		<i>Henriquezia</i>		Zoófila
9		<i>Hyeronima</i>		Zoófila
10		<i>Ilex</i> (tipo I)		Anemófila
11		<i>Ilex</i> (tipo II)		Anemófila
12		<i>Luehea</i>		Zoófila
13			Mimosaceae	Geral. Zoófila
14			Myrtaceae	Geral. Zoófila
15		<i>Podocarpus</i>		Anemófila
16		<i>Sloanea</i>		Zoófila
17		<i>Symplocos</i>		Zoófila
18		<i>Cestrum</i>		Zoófila
19	Arbustos (pólen)		Ericaceae	Zoófila
20			Malvaceae	Zoófila
21		<i>Vernonia</i>		Zoófila
22			Asteraceae	Zoófila
23	Ervas Terrestres (pólen)	<i>Borreria</i>		Zoófila
24		<i>Gomphrena</i>		Zoófila
25			Poaceae (tipo I)	Anemófila
26			Poaceae (tipo II)	Anemófila
27			Poaceae (tipo III)	Anemófila
28	Algas	<i>Cosmarium</i>		--
29		<i>Debarya</i>		--
30		<i>Pseudoschizae</i>		--
31	Pteridófitas (esporos)	<i>Cyathea</i> (tipo I)		--
32		<i>Cyathea</i> (tipo II)		--
33		<i>Cyathea</i> (tipo III)		--
34			Cyatheaceae	--
35		<i>Dicksonia</i>		--
36		<i>Gleichenia</i>		--
37		<i>Polypodium</i>		--
Monolete psilado (esporo de pteridófitas não identificado)				
Pólen não identificado				

Quadro 3. Relação de espécies, gêneros ou famílias identificados na análise palinológica, com sua respectiva classificação ecológica.

## 5.2.2 Identificação de Ecozonas e Ocorrência dos Táxons

A partir dos palinodiagramas gerados pelos programas Tilia e TiliaGraph foi possível distinguir quatro ecozonas palinológicas. Essa zonação foi gerada por um subprograma do Tilia chamado Coniss, que gera um dendrograma com base na ocorrência dos táxons mais representativos.

Os resultados a seguir apresentados foram baseados na análise comparativa entre os palinodiagramas de porcentagem e concentração (Figuras 8, 9, 10 e 11).

### 5.2.2.1 Ecozona I (125 ||- 100 cm)

- 125 cm (base)

Na base desta ecozona observou-se apenas esporos de pteridófitas (samambaias), como os gêneros *Gleichenia* (Gleicheniaceae) e *Polypodium* (Polypodiaceae), os quais apresentam preferência por ambientes úmidos (Fig. 10 e 11).

- 120 cm

Registraram-se os primeiros grãos de pólen, os quais pertencem a categoria ecológica denominada “ervas terrestres”, representados principalmente pelo gênero *Borreria* (Rubiaceae) e pela família Asteraceae (Fig. 10 e 11). O gênero *Borreria* é representado por ervas eretas ou prostradas. As espécies desse gênero geralmente ocorrem em locais abertos e com pouca umidade, mas podem habitar o interior de matas úmidas. A maioria dos representantes da família Asteraceae são ervas ou subarbustos com ampla distribuição geográfica (SOUZA & LORENZI, 2005).

Observou-se uma pequena diminuição de esporos de pteridófitas, principalmente de *Polypodium*. Identificou-se esporos da família Cyatheaceae (Fig. 10 e 11). A maioria das Ciateáceas são samambaias que possuem hábito arborescente e crescem em florestas tropicais úmidas, sem estação seca, podendo ocorrer também nas florestas frias andinas (TRYON & TRYON, 1982).

Todos os morfotipos de polínicos identificados nesta profundidade pertencem a categoria “ervas terrestres” (Fig. 8 e 9).

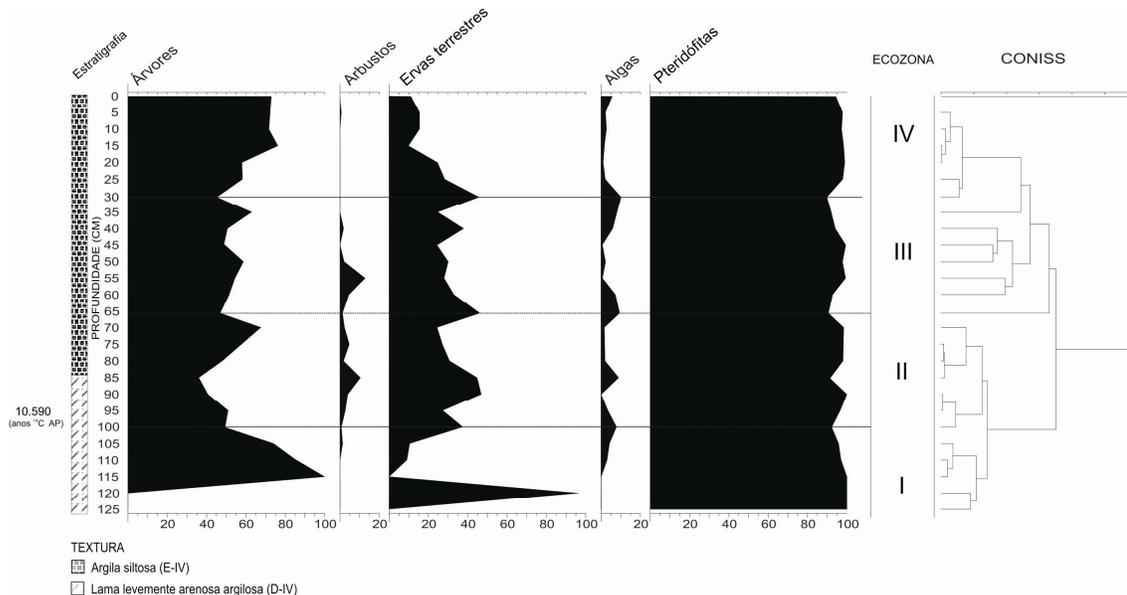


Figura 8. Palinodiagrama de porcentagem representando as cinco categorias ecológicas registradas na A.R.I.E. do Buriti.

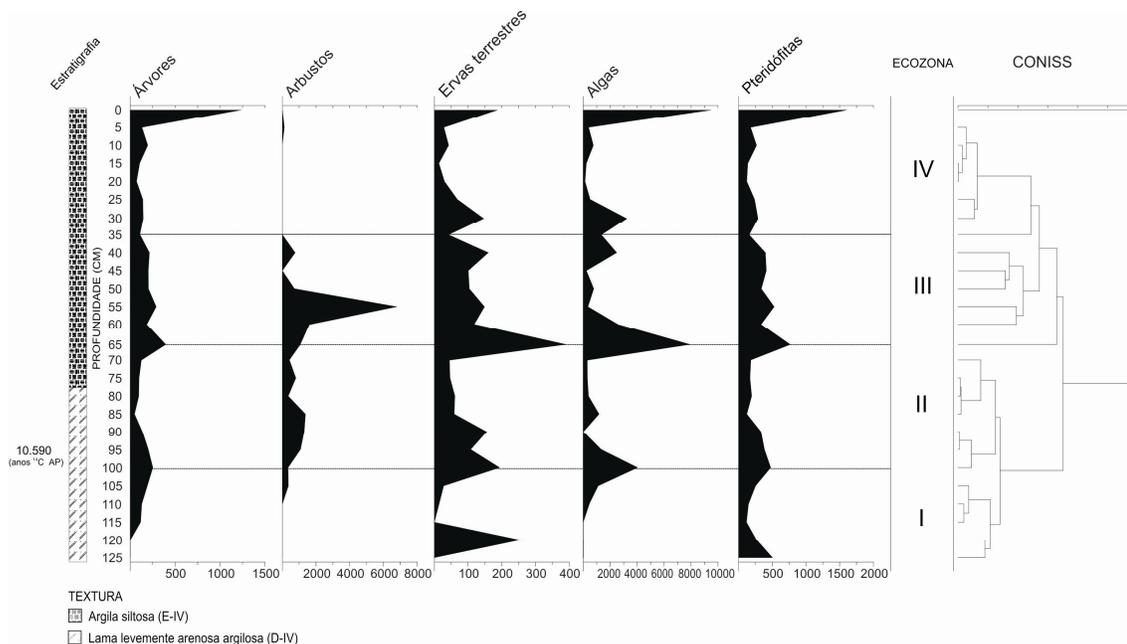


Figura 9. Palinodiagrama de concentração (grãos/cm<sup>3</sup>) representando as cinco categorias ecológicas registradas na A.R.I.E. do Buriti.

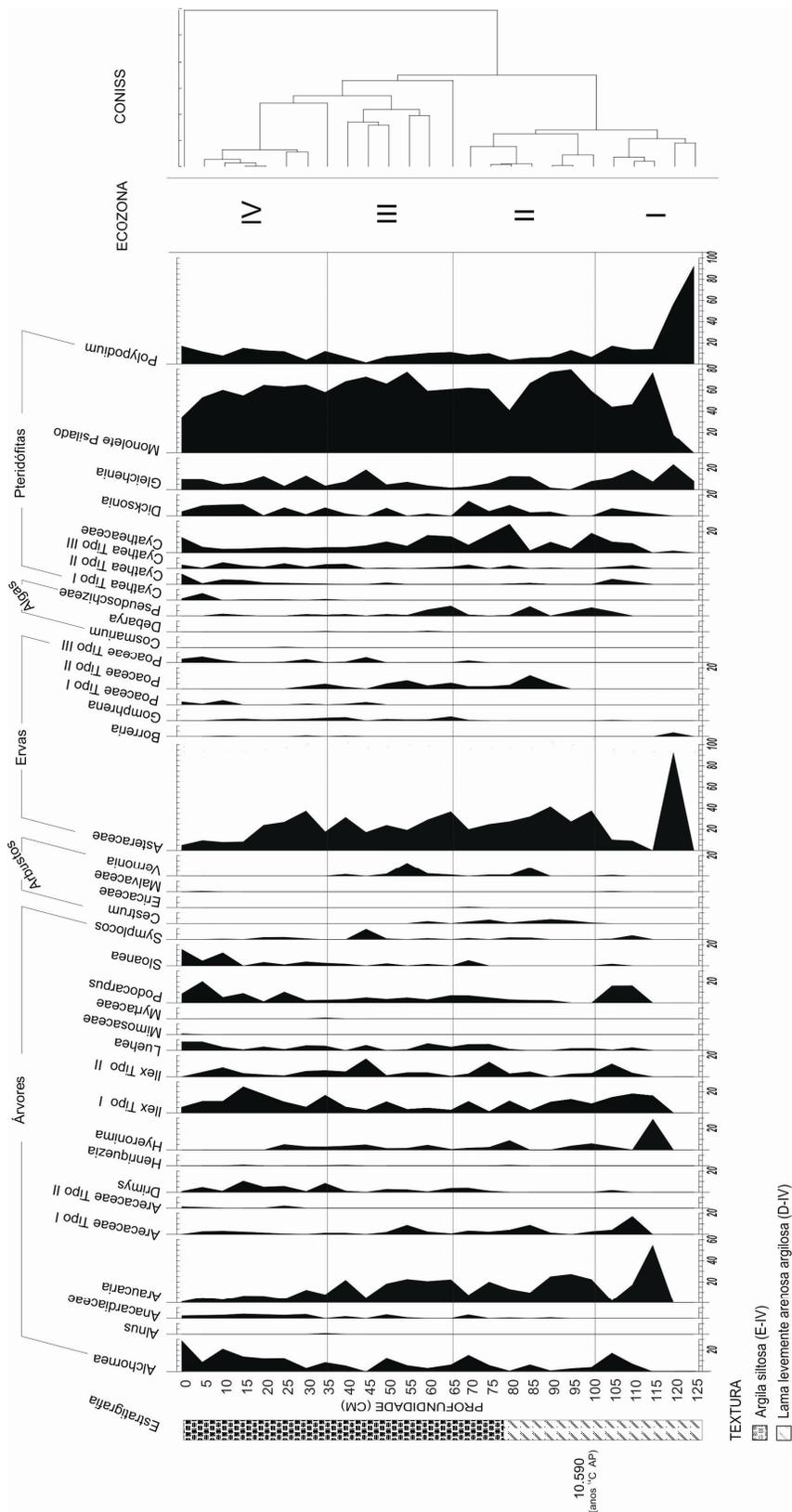


Figura 10. Palinodiagrama de porcentagem representando todos os táxons registrados com sua respectiva categoria ecológica ao longo da estratigrafia na A.R.I.E. do Buriti.

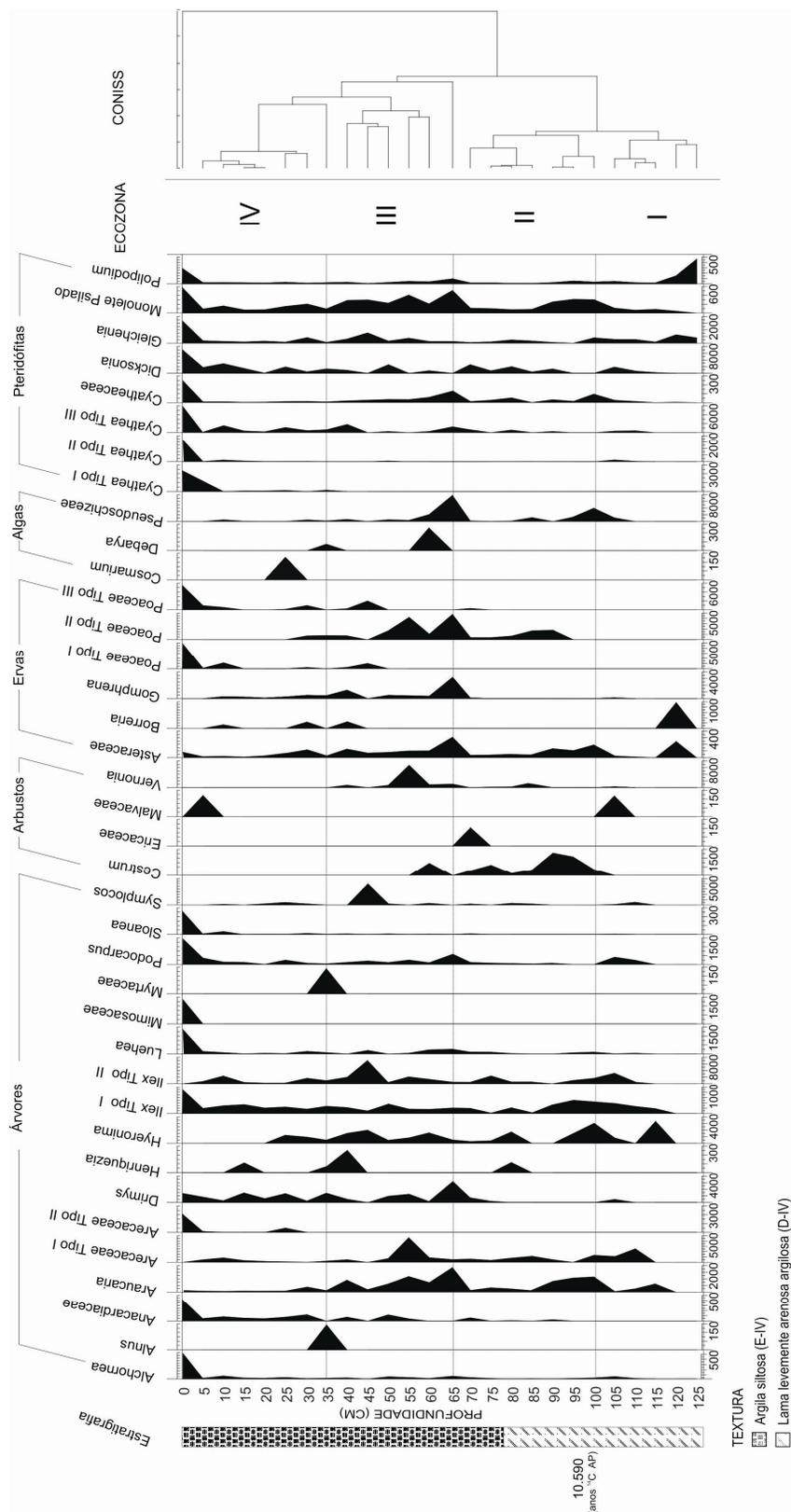


Figura 11. Palinodiagrama de concentração (grãos/cm<sup>3</sup>) representando todos os táxons registrados com sua respectiva categoria ecológica ao longo da estratigrafia na A.R.I.E. do Buriti.

- 115 cm

Observou-se o aparecimento dos primeiros grãos de pólen de espécies arbóreas, refletindo a existência de vegetação um pouco mais fechada, com predomínio de *Hyeronima* (Euphorbiaceae), seguida de *Ilex* tipo I (Aquifoliaceae) e *Araucaria* (Araucariaceae) (Fig. 10 e 11). Segundo Lorenzi (2002), *Hyeronima* é representada por árvores perenifólias, que são frequentemente encontradas na Floresta Pluvial Atlântica e na Floresta Ombrófila Densa da região Sul, sendo que nas regiões de planalto são encontradas em várzeas muito úmidas. Os mesmos autores consideram que o gênero *Ilex* é característico de Floresta Ombrófila Mista, sendo considerado um gênero associado à *Araucaria angustifolia*.

As araucárias, quando adultas, se sobressaem acima das outras árvores, dominando o dossel da mata. O sub-bosque é composto por vários tipos de associações de acordo com o estágio de desenvolvimento e de acordo com as diferentes áreas geográficas (KLEIN, 1975). Conforme descrito em Behling (1997), tem preferência por clima frio e úmido, sem estação seca definida, podendo crescer em áreas com temperatura mínima absoluta de -10 °C.

Dados de chuva polínica moderna apontam que os grãos de pólen de *Araucaria angustifolia* podem ser transportados pelo vento por longas distâncias (BEHLING, 1997a).

Ao contrário do estrato anterior todos os grãos de pólen aqui registrados têm hábito arbóreo. A concentração de esporos de pteridófitas diminuiu em relação ao registro anterior (Fig. 9).

- 110 cm

Houve um pequeno aumento na concentração (grãos de pólen/cm<sup>3</sup>) de espécies arbóreas, com ligeira diminuição de pteridófitas (Fig. 9). Surgiu pela primeira vez o gênero *Alchornea* (Euphorbiaceae), que é representado por árvores perenifólias, pioneiras, heliófitas, característica de Floresta Pluvial Atlântica em formações secundárias (LORENZI, 2002), porém, podendo ocorrer em quase todas as formações naturais (SOUZA e LORENZI, 2005). Essas plantas não toleram clima com ocorrência significativa de geadas.

O gênero *Podocarpus* (Podocarpaceae), também foi registrado nesta profundidade. Ele é considerado associativo às florestas com araucária. Segundo Lorenzi (2002), o gênero *Podocarpus* é representado por árvores perenes, heliófitas,

pioneiras e anemófilas. Na maioria dos casos crescem em elevações mínimas de 750 m em florestas úmidas de galeria (COLINVAUX, *et al.*, 1999 *apud* DE OLIVEIRA, 1992). A presença de grãos de pólen de *Podocarpus* em estudos palinológicos indica condições climáticas mais úmidas e mais frias que a atual (SALGADO-LABOURIAU, *et al.* 1997).

Grãos de pólen da família Arecaceae tipo I, foram registrados com grande abundância nesta profundidade. As Arecáceas são palmeiras com distribuição em praticamente todas as formações florestais. Nas florestas do sul do Brasil são comuns as espécies de palmeiras como *Butia sp.* e *Trithrinax sp.*

Observou-se aumento de *Ilex* tipo I e aparecimento de *Ilex* tipo II. Grãos de pólen do gênero *Hyeronima* desapareceram e os de *Araucaria* diminuíram em relação à amostra anterior. Gêneros arbóreos de *Luehea* (Tiliaceae) e *Symplocos* (Symplocaceae) foram identificados nesta profundidade. O gênero *Luehea* é representado por árvores cujas espécies são conhecidas como açoita-cavalo, comuns em florestas estacionais (SOUZA & LORENZI, 2005) e o gênero *Symplocos* por árvores caducifólias, pioneiras, heliófitas e seletivas higrófitas, tendo preferência por terrenos úmidos de beira de córregos, ocorrendo do Sudeste ao Sul do Brasil, na Floresta Ombrófila Mista e nas matas estacionais semidecíduais (LORENZI, 2002).

Palinomorfos da família Asteraceae reapareceram, porém em menor proporção. Esporos de pteridófitas foram visualizados em maior concentração em relação à profundidade anterior, com aparecimento de *Cyathea* tipo II e tipo III (Ciateáceas) e *Dicksonia* (Dicksoniaceae). Segundo Tryon & Tryon (1982), este último gênero, conhecido popularmente como xaxim, tem preferência por ambientes úmidos e sombreados, sendo característico do sub-bosque de florestas com araucária.

Da soma total de grãos de pólen desta profundidade, 85,6% são de árvores e 9% de ervas terrestres (Fig. 8).

- 105 cm

Neste ponto, aumentou a concentração das espécies arbóreas de *Alchornea*, *Ilex* tipo I e II e *Podocarpus*, sendo que *Araucaria*, *Arecaceae* tipo I, *Luehea* e *Symplocos* diminuíram. Grãos de pólen de *Hyeronima* reapareceram, porém em menor concentração (Fig. 11).

Identificou-se novos gêneros, como *Drimys* (Malvaceae), *Sloanea* (Elaeocarpaceae), *Gomphrena* (Amaranthaceae), *Vernonia* (Asteraceae), além da presença de grãos de pólen da família Malvaceae (Fig. 10 e 11).

As plantas do gênero *Drimys* são perenifólias, heliófitas e seletivas higrófitas. Apresentam grande variação de tamanho em função do lugar de ocorrência. Na Região Norte não passam de arbustos, enquanto na região Sul do país chegam a árvores de 7 a 9 metros (LORENZI, 2002). Ocorre principalmente em matas ciliares e lugares úmidos, associado à floresta com araucária (SOUZA & LORENZI, 2005).

O gênero *Sloanea* é representado por árvores de grande porte que podem atingir o dossel das matas onde ocorrem. No Brasil esse gênero ocorre com cerca de 40 espécies podendo ser encontrado em Floresta Pluvial Atlântica (SOUZA & LORENZI, 2005).

Plantas do gênero *Gomphrena* são ervas, comumente suculentas, menos frequentemente lianas (cipós ou trepadeiras), subarbustos ou arbustos (LORENZI, 2002). No Brasil as amarantáceas são comumente encontradas em ambientes abertos, embora algumas espécies sejam encontradas no interior de florestas (SOUZA & LORENZI, 2005).

Segundo Lorenzi (2002), o gênero *Vernonia* é representado por arbustos ou pequenas árvores, perenifólias, preferindo fundos de vale e encostas úmidas. Souza & Lorenzi (2005), complementam afirmando que nos campos e em florestas secundárias este gênero é relativamente comum.

Grãos de pólen de ervas terrestres da família Asteraceae têm um pequeno aumento em relação ao estrato anterior.

Algas de água doce (*Pseudoschizae*) foram registradas pela primeira vez, anunciando um ambiente de relativa umidade para esta ecozona (Fig. 10 e 11). A concentração de esporos, de modo geral, aumentou (Fig. 09).

Da soma total de pólen registrada nesta profundidade, 73,9% são de árvores, 1,4% de arbustos e 10,5% de ervas terrestres (Fig. 8).

Nesta ecozona em média 7,77% dos grãos de pólen não puderam ser identificados, por diversos fatores como má conservação, tamanho muito reduzido, dificuldade de visualização das vistas polar e/ou equatorial, etc.

De modo geral, a Ecozona I apresentou predominância de grãos de pólen cujas espécies vegetais possuem hábito arborícola. Da base para o topo desta ecozona, registrou-se inicialmente a presença de pteridófitas, em seguida

associadas a ervas terrestres até a profundidade de 115 cm. Em direção a profundidade de 105 cm verificou-se a associação das pteridófitas à espécies arbóreas indicando maior umidificação face ao aparecimento de algas. Isso sugere a existência de estágios de sucessão ecológica de áreas mais abertas para floresta, cujas profundidades limites são 120 e 115 cm. Os grãos de pólen encontrados sugerem a presença de uma Floresta de Araucária associada a uma Floresta Fluvial antes de 10.000 anos A.P. (estimada), na transição entre o Pleistoceno/Holoceno.

#### 5.2.2.2 Ecozona II (100 || 65 cm)

- 100 cm

Nesta profundidade, observou-se a maior concentração de grãos de pólen de árvores desta ecozona, assim como aumento significativo daqueles de ervas terrestres e esporos de pteridófitas (Fig. 9), além do aumento da alga *Pseudoschizae* em relação à profundidade anterior, sugerindo aumento na umidade (Fig. 10 e 11). Houve também aumento expressivo de *Araucaria* e de *Hyeronima*. As concentrações de *Arecaceae* tipo I, *Ilex* tipo I, *Luehea* e *Asteraceae* também aumentaram, no entanto a ocorrência de *Ilex* tipo II diminuiu. Foi identificado o gênero *Cestrum* (*Solanaceae*) (Fig. 11).

Com relação ao aumento de esporos de pteridófitas, se destacaram os de *Cyatheaceae*.

As porcentagens de grãos de pólen nesta profundidade são de 48,6% para árvores, 0,7% para arbustos e 37,5% para ervas terrestres, sugerindo vegetação arbórea (Fig. 8).

- 95 cm

Verificou-se diminuição na concentração de pólen de *Alchornea*, *Hyeronima*, *Ilex* tipo II, *Luehea*, *Asteraceae* e *Araucaria*, esta última com diminuição pouco significativa. *Ilex* tipo I e *Cestrum* aumentaram nesta profundidade. A ocorrência da alga *Pseudoschizae* diminuiu. O mesmo é verificado para os esporos de *Cyatheaceae* (Fig. 11).

Os grãos de pólen de árvores representam 50,9%, arbustos 2,7% e ervas terrestres 27,3% (Fig. 8).

- 90 cm

Os morfotipos *Alchornea*, *Araucaria* e *Ilex* tipo I diminuíram, por outro lado *Cestrum* e *Asteraceae* aumentaram sua concentração (Fig. 11). *Arecaceae* tipo I e *Podocarpus* reapareceram, mas em menor frequência (Fig. 10 e 11).

As famílias *Anacardiaceae* e *Poaceae* tipo II foram registradas pela primeira vez (Fig. 10 e 11). Segundo Souza e Lorenzi (2005), as espécies pertencentes à família *Anacardiaceae* geralmente são árvores ou arbustos com distribuição tropical e subtropical, algumas vezes lenhosas, perenes ou anuais. A família *Poaceae* apresenta distribuição cosmopolita, representando o principal componente das formações campestres em todo o mundo. No entanto, essa família é muito comum dentro das formações florestais na forma de bambus como os representados pelos gêneros *Merostachys* e *Chusquea*.

De modo geral observou-se diminuição na concentração de pteridófitas. Esta diminuição, assim como a ausência de algas, pode indicar ambiente relativamente mais seco, comparado aos estratos anteriores.

Pela primeira vez a quantidade de grãos de pólen arbóreos (40,6%) são superados pelos de ervas terrestres (46,9%). A porcentagem de pólen de arbustos aumentou para 3,9% (Fig. 8). Esse contexto permite inferir a ocorrência de vegetação mais aberta associada a elementos arbóreos e arbustivos.

- 85 cm

Observou-se que houve predomínio na concentração de pólen de ervas terrestres em relação à concentração de pólen de elementos arbóreos. Essas duas categorias apresentaram-se em proporções menores em relação à profundidade anterior. Em relação aos valores anteriores, os grãos de pólen de *Alchornea* e *Arecaceae* tipo I aumentaram, no entanto *Araucaria*, *Ilex* tipo I, *Podocarpus*, *Cestrum* diminuíram. As *Asteraceae* e *Poaceae* tipo II também apresentaram declínio. Reapareceram *Ilex* tipo II, *Symplocos* e *Vernonia*, esta última com aumento mais significativo.

A presença da alga *Pseudoschizae* passa a ser menor. As pteridófitas, de modo geral, decaíram, com exceção do gênero *Gleichenia*.

A ocorrência de grãos de pólen de arbustos aumentou para 10,4%, porém as ervas terrestres são as mais frequentes (44,8%), seguidas pelas árvores (36%), tendência similar à observada na profundidade anterior.

- 80 cm

Diminuições nas concentrações de grãos de pólen foram observadas para *Alchornea*, *Arecaceae* tipo I, *Cestrum*, *Vernonia* e *Poaceae* tipo II e aumentos foram registrados para *Araucaria*, *Ilex* tipo I, *Podocarpus*, *Symplocos* e *Asteraceae*. Reapareceram os táxons *Anacardiaceae*, *Luehea* e *Hyeronima*, sendo que os dois primeiros diminuíram e o último aumentou. *Ilex* tipo II manteve-se praticamente nas mesmas condições anteriores. Pela primeira vez foi registrado o gênero *Henriquezia* (*Rubiaceae*).

As algas tiveram sua abundância diminuída, enquanto o contrário foi registrado para as pteridófitas (Fig. 8 e 9).

Os grãos de pólen de árvores (47,9%) aumentaram superando os de ervas terrestres (30,8%). A porcentagem de pólen de arbustos caiu para 1,8% (Fig. 8)

- 75 cm

Observou-se que houve elevação nas concentrações de *Alchornea*, *Araucaria*, *Ilex* tipo II, *Luehea*, *Podocarpus* e *Cestrum* e declínio de *Arecaceae* tipo I, *Hyeronima*, *Ilex* tipo I, *Asteraceae* e *Poaceae* tipo II. O gênero *Drimys* reapareceu, mas em concentração menor. A porcentagem de pólen de árvores (57,6%) e arbustos (4,7%) aumentou e a de ervas terrestres caiu para 27,1% (Fig. 8).

- 70 cm

Registrou-se aumento de *Alchornea*, *Arecaceae* tipo I, *Drimys*, *Ilex* tipo I, *Luehea* e *Podocarpus*. Diminuição foi observada para *Araucaria*, *Hyeronima*, *Ilex* tipo II, *Cestrum* e *Asteraceae*. Reapareceram os palinórfos de *Anacardiaceae*, *Gomphrena* e *Sloanea* (Fig. 10 e 11). A família *Ericaceae* foi identificada neste ponto da estratigrafia, sendo representada por arbustos, às vezes árvores, menos frequentemente lianas ou epífitas, com distribuição cosmopolita e boa representação nos campos de altitude do Sul e Sudeste do Brasil (SOUZA & LORENZI, 2005). *Poaceae* tipo III também foi registrada pela primeira vez.

Novamente registrou-se a presença de algas *Pseudoschizae*. Houve um pequeno aumento de esporos de pteridófitas.

A porcentagem de grãos de pólen de árvores aumentou para 67,6%, entretanto, a de arbustos (2,3%) e de ervas terrestres (24,4%) diminuiu, sugerindo a existência de vegetação mais fechada (Fig. 8).

Da soma total de pólen registrados nessa ecozona, em média 12,21% não foram identificados pelos mesmos fatores anteriormente citados.

De modo geral a base desta ecozona, apresentou expansão de espécies de árvores, ervas terrestres, pteridófitas e algas, sugerindo maior umidificação do ambiente, e em seguida em direção ao topo, diminuição dessas categorias. (Fig. 8). Observou-se predomínio de grãos de pólen de espécies arbóreas (Fig. 8 e 9), com expansão e posterior retração de *Araucaria* (Fig. 10 e 11), que permitiram uma possível expansão da Floresta Ombrófila Atlântica em detrimento do recuo da Floresta Ombrófila Mista.

#### 5.2.2.3 Ecozona III (65 ||- 35 cm)

- 65 cm

Observou-se expressivo aumento de grãos de pólen, esporos e algas. Nesta profundidade registrou-se aumento na concentração de pólen de *Alchornea*, *Hyeronima*, *Ilex* tipo I e II, *Luehea* e *Podocarpus*. Destacaram-se também grãos de pólen de *Araucaria*, *Drimys*, *Asteraceae*, *Gomphrena* e *Poaceae* tipo II, que apresentaram suas maiores concentrações até o momento (Fig. 11). Palinomorfos da família *Asteraceae* representaram 36,7% do total de grãos de pólen encontrados e os de *Araucaria* 22,2% (Fig. 10). Grãos de pólen de *Vernonia* reapareceram novamente, sendo que apenas *Arecaceae* tipo I apresentou pequena diminuição.

A presença de algas *Pseudoschizae* teve aumento considerável de 178,1 para 7918,9 palinomorfos/cm<sup>3</sup>, assim como de esporos de pteridófitas. De toda a estratigrafia analisada até aqui, esta profundidade representa o ambiente de maior umidade, face a presença de algas e pteridófitas com expansão de vários táxons, tanto aqueles característicos de Floresta de Araucária como os de Floresta Atlântica.

Palinomorfos de elementos arbóreos (46,8%), embora tenham diminuído, ainda superam os de ervas terrestres (46,2%) e os de arbustos (1,3%) (Fig. 8).

- 60 cm

Registrou-se diminuições em relação a profundidade anterior, a exemplo de *Alchornea*, *Araucaria*, *Drimys*, *Ilex* tipo I, *Luehea*, *Podocarpus*, *Vernonia*, Asteraceae, *Gomphrena* e Poaceae tipo II. Aumentos foram verificados apenas para Arecaceae tipo I, *Hyeronima* e *Ilex* tipo II. Os táxons de *Sloanea*, *Symplocos* e *Cestrum* foram novamente identificados (Fig. 11).

Um novo gênero foi registrado, trata-se de outra alga de água doce, conhecida como *Debarya. Pseudoschizae* continuou presente na estratigrafia, porém em menor concentração, assim como as pteridófitas.

Houve aumento na porcentagem de grãos de pólen de árvores (51,5%) e arbustos (4,5%) e diminuição de ervas terrestres (33%), indicando a presença de uma vegetação mista, com predomínio de elementos arbóreos (Fig. 8).

- 55 cm

*Alchornea*, *Araucaria*, Arecaceae tipo I, *Drimys*, *Ilex* tipo I e II, *Podocarpus*, *Vernonia*, *Gomphrena* e Poaceae II aumentaram sua ocorrência em relação à profundidade anterior, entretanto *Hyeronima*, *Luehea* e Anacardiaceae, que reapareceu, apresentaram diminuição. Nesta profundidade registrou-se a maior ocorrência de Arecaceae tipo I e *Vernonia* até o momento. Grãos de pólen de Asteraceae mantiveram-se sem alterações (Fig. 11). Houve diminuição de algas e aumento de esporos (Fig. 8 e 9).

Assim como na profundidade anterior os grãos de pólen de árvores (54,4%) são mais expressivos que das outras categorias. Houve aumento na porcentagem de arbustos (12,8%) e pequena diminuição no pólen de ervas terrestres (28%), sugerindo uma vegetação um pouco mais fechada que da amostra anterior (Fig. 8).

- 50 cm

Observou-se aumento para *Alchornea*, Anacardiaceae e *Ilex* tipo I. Os demais táxons que ocorreram anteriormente diminuíram, a exceção de *Gomphrena*. *Sloanea* e *Symplocos* reapareceram, com aumento para o primeiro e diminuição para o segundo, todos em relação à amostra anterior. O registro de algas teve sensível aumento e o de esporos de pteridófitas ficou menor.

Em relação ao estrato anterior a concentração de grãos de pólen de árvores, arbustos e ervas diminuiu, no entanto os grãos de pólen de elementos arbóreos continuaram dominando (58,7%), seguido pelas ervas terrestres (30,1%) e depois pelos arbustos (2,1%) (Fig. 8).

- 45 cm

Verificou-se aumento de *Hyeronima*, *Ilex* tipo II, *Symplocos* (maiores concentrações registradas até aqui para estes dois últimos gêneros) e *Podocarpus*. Pela primeira vez a família denominada Poaceae tipo I foi registrada. Poaceae tipo III e *Luehea* reapareceram ambas de forma mais significativa que anteriormente. Palinomorfos de *Araucaria*, *Ilex* tipo I e Asteraceae ocorreram em concentrações menores (Fig. 11).

Grãos de pólen de plantas arbóreas continuaram sendo a maioria (48,8%), seguido por pólen de ervas terrestres (24,4%). Não foram registrados grãos de pólen de arbustos (Fig. 8)

- 40 cm

Registrou-se aumento na concentração de grãos de pólen de *Araucaria*, *Ilex* tipo I, *Vernonia* e Asteraceae, e diminuição de *Hyeronima*, *Ilex* tipo II, *Podocarpus* e Poaceae tipo I e III. Vários táxons reapareceram, alguns em concentrações menores, como é o caso de *Alchornea*, Anacardiaceae, Arecaceae tipo I, *Drimys*, *Borreria* e Poaceae tipo II, e outros em concentrações maiores, cito *Henriquezia* (maior concentração registrada até aqui para este gênero), *Sloanea* e *Gomphrena* (Fig. 11). Algas *Pseudoschizae* voltaram a aparecer de forma um pouco mais acentuada e os esporos de pteridófitas diminuíram (Fig. 9 e 11).

De modo geral, nesta profundidade houve pequeno aumento de grãos de pólen de elementos arbóreos (50,6%) e também de ervas terrestres (38%). Pólen de arbustos representaram 1,8% (Fig. 8).

Da soma total de grãos de pólen registrados nesta ecozona, em média, 11,17% não foram identificados.

Em geral, na base desta ecozona verificou-se significativa expansão de grãos de pólen de árvores, de ervas terrestres, algas e pteridófitas sugerindo novamente teores de umidade elevados, talvez com a presença de lâmina de água, face a maior concentração de algas. A *Araucaria* teve sua maior expansão até o momento,

permanecendo com altas concentrações em todos os estratos desta ecozona. Em direção ao topo observou-se oscilação de praticamente todas as categorias ecológicas ora se expandindo ora se retraindo.

#### 5.2.2.4 Ecozona IV (35 || 00 cm)

- 35 cm

Os táxons de *Alchornea*, *Araucaria*, *Arecaceae* tipo I, *Henriquezia*, *Hyeronima*, *Ilex* tipo II, *Podocarpus*, *Sloanea*, *Gomphrena*, *Asteraceae* e *Luehea*, que reapareceu, apresentaram significativa diminuição (Fig. 10 e 11). A concentração de *Araucaria*, por exemplo, diminuiu, e a porcentagem de grãos de pólen encontrados dessa espécie caiu de 21,9 para 7,7% (Fig. 10). Poucos táxons tiveram aumento de sua ocorrência, como é o caso de *Drimys*, *Ilex* tipo I e *Poaceae* tipo II (Fig. 10 e 11).

Neste ponto da coluna estratigráfica foram identificados grãos de pólen que não haviam sido registrados até então, os quais pertencem ao gênero *Alnus* e a família *Myrtaceae*. Segundo Souza e Lorenzi (2005), o gênero *Alnus* (*Betulaceae*) é representado por árvores tipicamente andinas e a família *Myrtaceae* possui representantes que podem ser árvores ou arbustos, raramente subarbustos, sendo que sua ocorrência abrange quase todo o território nacional.

Com relação às algas, observou-se uma diminuição de *Pseudoschizae* e também o reaparecimento de *Debarya*, mas também em concentração mais baixa. Os esporos de pteridófitas também diminuíram em relação à amostra anterior.

Analisando-se a soma total de pólen nesta profundidade ainda é nítida a predominância de grãos de pólen de plantas arbóreas (63%) sobre os de ervas terrestres (24,7%), sugerindo vegetação mais fechada (Fig. 8).

- 30 cm

Registrou-se aumento para vários táxons, como *Araucaria*, *Hyeronima*, *Luehea*, *Podocarpus*, *Sloanea*, *Asteraceae*, *Gomphrena* e diminuição para *Alchornea*, *Drimys*, *Ilex* tipo I e II e *Poaceae* tipo II. Foram novamente identificados *Anacardiaceae* e *Poaceae* tipo III, que apresentaram aumento e *Symplocos*, *Borreria*

e Poaceae tipo I, que diminuíram (Fig. 10 e 11). A presença de algas (*Pseudoschizae*) e esporos foi mais significativa (Fig. 9 e 11).

Os grãos de pólen de ervas terrestres (45,8%) superaram os de árvores (45%), sendo que grãos de pólen de arbustos não foram registrados, sugerindo presença de vegetação mista (Fig. 8).

- 25 cm

Verificou-se aumento de pólen de *Alchornea*, *Drimys*, *Hyeronima*, *Ilex* tipo I, *Podocarpus* e *Symplocos*, e diminuição de Anacardiaceae, *Araucaria*, *Ilex* tipo II, *Luehea*, *Sloanea*, Asteraceae, *Gomphrena* e Poaceae tipo III. Foi identificado novamente Arecaceae tipo I e pela primeira vez Arecaceae tipo II e um novo gênero de alga de água doce, *Cosmarium* (Fig. 10 e 11). De modo geral as algas e os esporos diminuíram em relação à amostra anterior (Fig. 9).

Neste ponto, os palinórfos de elementos arbóreos (58,2%) superaram os de ervas terrestres (28,4%), e manteve-se a ausência de pólen de arbustos (Fig. 8), indicando transição para vegetação mais fechada, sinalizando condição mais úmida e quente.

- 20 cm

Observou-se uma diminuição da maioria dos táxons anteriormente registrados, com aumento apenas de Arecaceae tipo I e *Sloanea*. Algas não foram registradas e os esporos tiveram seu índice diminuído praticamente pela metade. Os grãos de pólen de árvores continuam a prevalecer (58%) sobre os de ervas terrestres (24,6%) (Fig. 8), novamente sem a presença de grãos de pólen de arbustos, indicando a manutenção das condições da amostra anterior.

- 15 cm (sinal da vegetação moderna)

Vários táxons apresentaram aumento em relação à profundidade anterior, como é o caso de *Alchornea*, Anacardiaceae, *Araucaria*, Arecaceae tipo I, *Drimys*, *Ilex* tipo I e II, *Podocarpus* e *Gomphrena*. *Henriquezia* foi novamente identificada, em concentração um pouco maior. Apresentaram diminuição *Luehea* e Asteraceae. As algas *Pseudoschizae* reapareceram, mas em baixa concentração (Fig. 10 e 11).

Foi registrado um pequeno aumento para os esporos de pteridófitas. Palinomorfos de árvores são nitidamente superiores (76,2%) aos de ervas terrestres (9,9%). Grãos de pólen de arbustos não foram registrados (Fig. 8).

- 10 cm (sinal da vegetação moderna)

Verificou-se aumento de *Alchornea*, Anacardiaceae, Arecaceae tipo I, *Ilex* tipo II, *Luehea*, *Podocarpus*, Asteraceae e *Gomphrena* e diminuição de *Araucaria*, *Drimys* e *Ilex* tipo I, característicos de floresta com araucária. Foram registrados novamente *Sloanea*, Poaceae tipo I e III, que aumentaram suas concentrações, e *Borreria* que diminuiu sua ocorrência. A presença de algas e esporos aumentou, sendo que estes últimos tiveram sua concentração dobrada em relação ao estrato anterior.

Do total de grãos de pólen identificados, 71,6% eram de árvores e 9,9 % de ervas terrestres. Arbustos não foram registrados (Fig. 8), sugerindo a manutenção de floresta mais fechada sem estratos intermediários.

- 05 cm (sinal da vegetação moderna)

Ocorreu uma redução de vários táxons, como é o caso de *Alchornea*, Anacardiaceae, Arecaceae tipo I, *Ilex* tipo I e II, *Sloanea* e Poaceae tipo I. Aumentos foram identificados para *Araucaria*, *Drimys*, *Luehea*, *Podocarpus*, Asteraceae e Poaceae tipo III. *Arecaceae* tipo II é registrada novamente, mas em menor concentração (Fig. 11). A família Malvaceae foi identificada pela primeira vez na coluna stratigráfica, sendo que a maioria de seus representantes são arbustos ou, com menos frequência, ervas, lianas ou árvores (SOUZA & LORENZI, 2005). Não foi registrada a presença de algas e os esporos de pteridófitas diminuiram.

Aproximadamente 72% dos grãos de pólen são de árvores, 15,5% de ervas terrestres e 0,7% de arbustos (Fig. 8).

A assembléia polínica indica indivíduos típicos de Floresta Ombrófila Mista, os quais representam o sinal da vegetação moderna, sendo que sua instalação se iniciou por volta dos 30 cm.

- 0 cm (sinal da vegetação moderna)

Observou-se que todos os táxons aumentaram sua concentração em relação ao estrato anterior. Vários destes táxons apresentaram as maiores concentrações de todo o testemunho, provavelmente devido a boa preservação dos grãos. São eles: *Alchornea*, *Anacardiaceae*, *Arecaceae* tipo II, *Ilex* tipo I, *Luehea*, *Podocarpus*, *Sloanea*, *Poaceae* tipo I, e *Poaceae* tipo III (Fig. 11). Foi registrada a presença de algas e a concentração total de esporos de pteridófitas aumentou cerca de nove vezes.

Do total de grãos de pólen registrados, 73% eram de árvores e 11% de arbustos (Fig. 8). Pólen de ervas terrestres não foram identificados.

Da soma total de grãos de pólen registrados nessa ecozona, em média não foi possível identificar cerca de 13,33%.

Analisando a ecozona I, verificou-se que na sua base houve retração de todas as categorias. Em seguida registrou-se ascensão de ervas, algas e pteridófitas e novamente gradativas retrações. Os palinórfos de árvores foram nitidamente superiores aos das outras categorias, porém com retração acentuada de *Araucaria* e posterior estabilização próximo ao nível superficial. O topo desta ecozona foi representado por altas concentrações de grãos de pólen e esporos da vegetação atual, resultado da boa preservação dos mesmos.

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa, a partir das análises palinológicas e cronológicas, revelaram a existência de registros paleoambientais na cabeceira de drenagem inscrita no remanescente de superfície aplainada VIII, localizada na A.R.I.E. do Buriti, município de Pato Branco (SW) PR, como era esperado.

A partir desses registros e da comparação desses dados a outros estudos foi possível responder a principal questão deste trabalho, além de alcançar satisfatoriamente os propósitos destacados nos objetivos específicos, conforme será discutido a seguir.

### 6.1 O CERRADO OCUPOU AS REGIÕES SUDOESTE DO PARANÁ E NORTE DE SANTA CATARINA?

Segundo Maack (1968), a presença de cerrado no Estado do Paraná constitui um relicto de uma vegetação pleistocênica associada a um clima mais seco que o atual, em disclímax, ocorrendo na forma de fragmentos isolados, denominados enclaves. O cerrado é considerado pelo autor como a formação florística mais antiga ou primária do Paraná, embora vários mapas fitogeográficos ignorem a existência dessas áreas no Estado.

Pesquisas científicas sobre a distribuição dos fragmentos do cerrado paranaense são escassas, no entanto alguns autores tem se interessado sobre essa questão, dentre eles Ritter & Moro (2007), que averiguaram se elementos climáticos afetam a composição florística das disjunções de cerrado nos Campos Gerais através de enclaves na bacia do Alto Tibagi. Eles identificaram 344 espécies de cerrado nas áreas estudadas (Ponta Grossa e Tibagi) e concluíram que as características climáticas atuais podem estar limitando o desenvolvimento do cerrado nessas áreas, levando a uma fisionomia campestre mais do tipo estepe do que savana graminóide.

Silva (2009), ao estudar a vegetação do Parque Estadual Vila Velha em Ponta Grossa, Paraná, concluiu que essa região comportou refúgios de cerrado no Paraná,

hoje em estágio avançado de extinção, com a organização destes indivíduos somente na forma de relictos.

A ocorrência de campos no Estado do Paraná, sugerida por Maack (1948), como uma vegetação relictual do clima mais seco do Pleistoceno é aceita, já que vários estudos paleoambientais sustentam essa idéia, como os de Behling (1997a) que ao estudar a região da Serra dos Campos Gerais, no Paraná, concluiu que no último período glacial (aproximadamente 12.500 anos AP  $^{14}\text{C}$ ) houve predominância de uma vegetação campestre diversa (campos), com manchas espalhadas de Floresta Ombrófila Mista e de Floresta Atlântica, provavelmente crescendo em fundos de vale. No Holoceno Inferior e Médio (9.669 – 2.850 anos A.P.  $^{14}\text{C}$ ) houve um acréscimo de florestas e os campos recuaram.

Outro estudo de relevância desenvolvido no Terceiro Planalto Paranaense que vem ao encontro dessas idéias foi realizado por Calegari (2008) que através da análise de resultados isotópicos e fitolíticos na região de Guarapuava, Centro Oeste do Estado Paraná, constatou mudança na vegetação associada a variações climáticas do Holoceno. Nessa região, antes de 6.730 anos A.P.  $^{14}\text{C}$ , havia uma mistura de plantas  $\text{C}_3$  (arbóreas) e  $\text{C}_4$  (gramíneas), porém com predomínio de  $\text{C}_3$ . Entre 6.730 e 2.720 anos A.P.  $^{14}\text{C}$ , a vegetação apresentava maior contribuição de plantas  $\text{C}_4$ , sugerindo uma vegetação mais aberta (campos) associada a um clima mais seco em relação ao período anterior. De 2.720 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  até o presente, a autora observou novamente um predomínio de plantas  $\text{C}_3$ , marcando a expansão de uma formação florestal mais fechada que evolui até o período atual, para uma Floresta Subtropical Mista com Araucárias. Essa vegetação teria se desenvolvido a partir do Holoceno Inferior (~2000 anos A.P.  $^{14}\text{C}$ ) associada a um clima mais úmido e, por vezes mais frio, semelhante ao atual.

Na região SW do Paraná, não há estudos paleoambientais que comprovem a existência de relictos de cerrado durante Pleistoceno e Holoceno, porém aglomerados de uma palmeira, tratada por Maack (1981) como *Mauritia vinifera* na A.R.I.E. do Buriti, seriam testemunhos de clima mais seco que o atual no SW do Estado durante o Pleistoceno.

Através dos resultados palinológicos acompanhados de datação, realizada próxima a base da turfeira e da estimativa da taxa de sedimentação, é possível afirmar que a base da turfeira se formou no final do Pleistoceno, a cerca de 13.000 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  (est.), período este compreendido entre uma fase de transição do

UMG para o atual período interglacial. Segundo Cortese & Abelmann (2002), a transição do último glacial para o atual interglacial é conhecida como *Terminação I*. Para esses autores, há 11.000 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  houve aumento de temperatura na ordem de 6 a  $7^{\circ}\text{C}$  (o equivalente a  $17-18^{\circ}\text{C}$ ).

O registro palinológico sugere que no final do UMG, a porção central do Sudoeste do Paraná, e da área de estudo estendendo para o Noroeste de Santa Catarina, registravam nos remanescentes de superfícies, áreas de topo, e nas cabeceiras de drenagem, vegetação aberta com a presença de vários gêneros de pteridófitas e de ervas terrestres. Esse dado é importante, pois não se tinha conhecimento até o momento se tal região foi ocupada por florestas ou por áreas abertas (campos) no UMG.

As primeiras árvores provavelmente se estabeleceram a pouco mais de 12.000 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  (est.), ocupando as supostas áreas campestres, sugerindo estágios de sucessão ecológica. A partir desse período, a presença de vegetação arbórea foi confirmada até o presente, com momentos de expansão de algumas espécies e retração de outras, como no caso de *Araucaria* e *Alchornea*. Uma expansão muito significativa de todos os táxons de modo geral, a exceção dos arbustos, foi registrada aos 65 cm de profundidade, que segundo a estimativa da taxa de sedimentação, corresponderia a aproximadamente 6.800 anos A.P.  $^{14}\text{C}$ . Essa idade, segundo a literatura, esta compreendida em uma fase paleoclimática conhecida como *Idade Hipsométrica* ou *Ótimo Climático*, estimada entre 9.000 e 2.500 anos A.P. (DEEVEY JR. & FLINT, 1957 *apud* SUGUIO, 1999) caracterizada por um aumento de temperatura de 1 a  $2^{\circ}\text{C}$  em relação a atual. Ainda em relação à melhoria climática, Cortese & Abelmann (2002), verificaram um resfriamento há 9.000 anos A.P. (abaixo de  $15^{\circ}\text{C}$ ) e posteriormente um novo aumento na temperatura há 7.000 anos A.P. (acima de  $17^{\circ}\text{C}$ ). A vegetação teria sido beneficiada por esse aumento de temperatura e também por um aumento de umidade nesse período.

Esperava-se encontrar no registro palinológico espécies comuns a áreas de cerrado, já que, como visto, a literatura aponta que essas espécies ocuparam a área de estudo assim como outras áreas no Paraná. No entanto, nenhuma das espécies registradas no espectro polínico é característica de cerrado, nem mesmo a palmácea presente até os dias atuais na A.R.I.E. do Buriti, e tratada como relicto do cerrado, é característica desse tipo de bioma.

Através da revisão bibliográfica levantada, foi verificado que provavelmente ocorreram alguns problemas com a identificação das palmeiras da A.R.I.E do Buriti (SW PR), haja visto que na década de 1940 as condições de trabalho eram bem mais difíceis comparadas com a facilidade de deslocamento e recursos técnicos atuais. O nome *M. vinifera* é dado ao buriti típico do Brasil Central, sendo portanto uma espécie do cerrado brasileiro. Por outro lado, a espécie *Trithrinax brasiliensis*, conhecida popularmente como palmeira-buriti e com características semelhantes a *M. vinifera*, é rara e endêmica, ocorrendo descontinuamente desde os campos de Guarapuava e por vezes associada à Floresta de Araucária.

Dessa forma, pode-se verificar que a palmácea que ocorre na área de estudo é *T. brasiliensis* e não *M. vinifera*. As análises palinológicas deram suporte concreto e definitivo a esta questão, conforme consulta a Palinoteca de Referência do Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da Universidade de Guarulhos (UnG), pois esse morfotipo polínico não foi registrado, confirmando o equívoco adotado durante anos. Além disso, nenhum dos 37 táxons identificados possui relação com espécies encontradas no cerrado.

De acordo com os dados obtidos, pode-se sugerir que na região da área de estudo, durante a passagem do Pleistoceno/Holoceno até o presente, não há registros de cerrado, apenas de áreas campestres no Pleistoceno, inferidas pela presença de ervas terrestres, principalmente Asteraceae e *Borreria* encontradas em 12.700 anos A.P. <sup>14</sup>C (est.) e total ausência de grãos de pólen de espécies arbóreas. No entanto, cabe salientar que devido à área de captação de palinomorfos ser reduzida, há uma tendência de acúmulo de pólen somente de plantas que crescem em cima do ponto amostrado. Dessa forma, para melhor compreendermos a dinâmica da vegetação que ocupou a região Sudoeste do Paraná e Norte de Santa Catarina será necessária a análise de outras turfeiras e amostras da mesma época, àquelas encontradas nesta pesquisa.

## 6.2 REGISTRO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO SUDOESTE DO PARANÁ

A região SW do Estado do Paraná, assim como grande parte da região Sul do Brasil já foi coberta, desde os campos de Palmas, por Florestas com Araucárias (RODERJAN *et al.*, 2002).

A Araucária é uma árvore caracterizada pelo grande tamanho do tronco e pela copa plana columbiforme. Quando adultas, se sobressaem acima das outras árvores, dominando o dossel da mata. O sub-bosque é composto por vários tipos de associações de acordo com o estágio de desenvolvimento, e de acordo com as diferentes áreas geográficas (KLEIN, 1975).

Remanescentes primários desse tipo de formação florestal, indicam tratar-se de uma floresta com 25 a 30 m de altura, dominada pela espécie *Araucaria angustifolia*, denominada de Floresta Ombrófila Mista. O termo “ombrófila” designa uma formação florestal permanentemente úmida, e o termo “mista” remete-se ao fato de ocorrerem espécies latifoliadas e acicufoliadas, no caso duas coníferas dos gêneros *Araucaria* e *Podocarpus* (ITCF, 1991; KLEIN, 1975).

Diversos estudos paleoambientais buscam identificar em que época esse tipo de formação florestal se estabeleceu no sul do Brasil, já que a principal espécie desse tipo de floresta, a *Araucaria angustifolia*, é muito seletiva em relação à temperatura e umidade, sendo possível, portanto, correlacionar a sua presença a determinados paleoambientes.

Estudos realizados por Fernandes (2009), no município de Jussara, região norte do PR, apontaram a presença de *A. angustifolia* durante todo o Holoceno, com expansão significativa a pelo menos 3.000 anos A.P.

Behling (2002), em seus estudos na região Sul do Brasil, sugere que durante o UMG existiram extensas áreas de vegetação de campos, com árvores esparsas de *Araucaria* na paisagem.

Na Serra dos Campos Gerais (PR), estudos palinológicos realizados por Behling (1997a), indicaram que no período entre 12.480 a 9.660 anos A.P., houve predomínio de vegetação de campos, com provável ocorrência de grupos de Araucária apenas nos vales, sugerindo climas mais secos e 3 a 5°C mais frios do que o presente. No Holoceno Superior (2.580 a 1.530 anos A.P.), houve uma expansão das florestas de Araucária relacionada a provável mudança para um clima mais úmido com estação seca mais curta. A expansão marcante de Floresta de Araucária, formando um mosaico de campos e ilhas de florestas nas montanhas, ocorreu somente nos últimos 1.500 anos A.P., sugerindo um clima com alta precipitação sem uma estação seca anual significativa.

Estudo realizado na região de Monte Verde, Sudeste do Estado de Minas Gerais, através de um testemunho de 2,10 metros, de onde foram obtidos dados

palinológicos, sedimentológicos e geocronológicos, revelaram que entre 20.830 - 20.370 e 2.350 - 2.150 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  a região de Monte Verde foi coberta por florestas, com a presença de *Araucaria angustifolia*, sob clima predominantemente frio e úmido, porém com possíveis oscilações de umidade. Entre 17.000 a 15.000 anos A.P., houve oscilação da cobertura vegetal e aumento de erosão nas encostas, sob clima frio e úmido. De 15.000 a 9.000 anos A.P., detectou-se aumento de umidade acompanhado da redução do aporte trativo. No intervalo entre 9.000 e 8.000 anos A.P., foi registrado decréscimo na umidade e aumento da taxa de sedimentação. Nos últimos 8.000 anos A.P., ocorre a manutenção da Floresta de Araucária em condições climáticas frias e úmidas (SIQUEIRA, 2006).

O registro palinológico da A.R.I.E. do Buriti, balizado pela datação, mostra que a espécie *A. angustifolia* estabeleceu-se na região a pelo menos 12.100 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  (est.), e que o desenvolvimento máximo dessa espécie provavelmente ocorreu a aproximadamente 6.880 anos A.P. (est.). No registro polínico, a *Araucaria* apareceu associada a outras espécies típicas da Floresta Ombrófila Mista, tais como *Podocarpus* sp., *Drymis* sp., *Ilex* sp., *Symplocos* sp., etc. A expansão significativa de *Araucaria* e *Podocarpus* ( $\pm$  6.880 anos A.P.) indicam que nessa época o clima regional era mais frio e mais úmido. As florestas provavelmente estiveram presentes em todo o Holoceno, ora mais abertas ora mais fechadas.

### 6.3 RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL

Cotejando os resultados da caracterização das formações superficiais do *hollow* da cabeceira de drenagem com o registro palinológico, balizado na cronologia pelo  $^{14}\text{C}$ , é possível fazer uma reconstrução paleoambiental da cabeceira de drenagem da área de estudo da transição Pleistoceno/Holoceno até o presente, como esquematizado na figura 12.

Até o momento não se sabe em que momento a cabeceira de drenagem se inscreveu no remanescente de superfície aplainada VIII. Quando a turfeira se formou, a partir do *hollow*, cerca de 13.700 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  (est.), a cabeceira de drenagem não teria uma ligação canalizada com a rede de drenagem do rio Independência, nível de base local. Essa idéia se baseia no fato do *hollow* não exibir a incisão de canal de drenagem em seu eixo central, como ocorre na atualidade

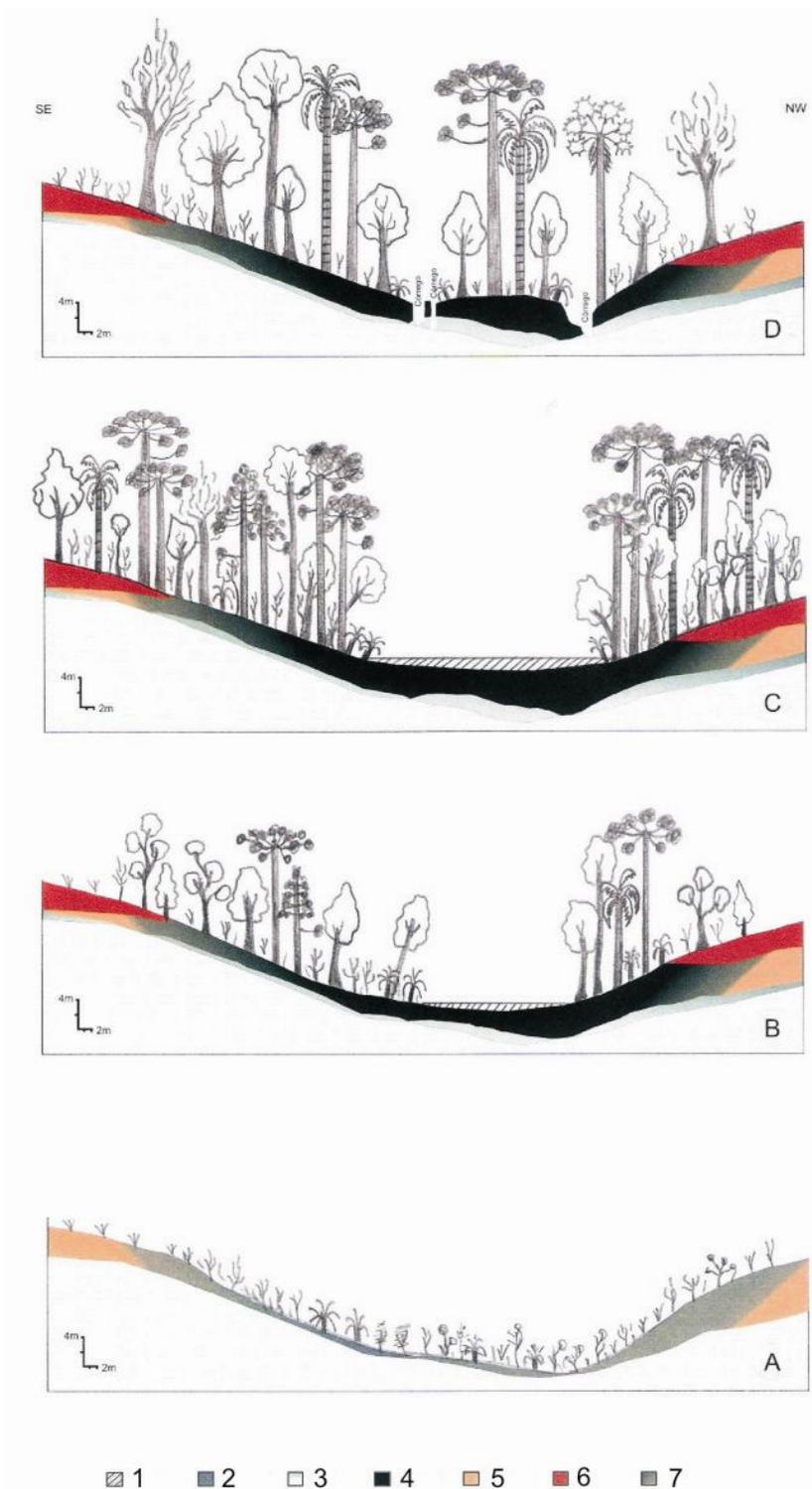


Figura 12. Esquema de reconstrução paleoambiental da área de estudo do Pleistoceno/Holoceno até o presente. A = Final do Último Máximo Glacial (~ 13.000 anos A.P.). B = Transição Pleistoceno/Holoceno. C = Holoceno Médio. D = Holoceno Médio até o presente. 1 = Lagoa. 2 = Horiz. Cg (Hidromórfico). 3 = Basalto. 4 = Horizonte Turfoso. 5 = Horizonte B. 6 = Colúvio. 7 = Zona de transição.

(Fig. 12A). Nessa época a transmissão de água da mesma com o Rio Independência deveria ser, sobretudo, sub-superficialmente. A vegetação era predominantemente aberta, sugerida por Asteraceae e *Borreria* e completa ausência de pólen arbóreo e algas, indicando um regime climático pouco mais seco que o atual. Tal vegetação se assentava sobre um delgado horizonte A húmico. A tênue espessura desse horizonte possivelmente resulte de sua erosão frente ao escoamento superficial laminar.

O regime hidrológico mudou nos 1.000 anos que seguem ( $\pm 12.700$  anos A.P.  $^{14}\text{C}$  - est.), com o soterramento do horizonte A, e início da formação da turfeira. Nesse momento a elevação nos índices pluviométricos favorecia o escoamento superficial que continuava atuando de forma significativa, misturando material mineral com os resíduos orgânicos da turfeira, como evidencia a textura lama levemente arenosa do material que se assentou sobre o horizonte A húmico (Fig. 6). Nesse momento tal horizonte passa a se transformar em horizonte hidromórfico face ao contínuo encharcamento do *hollow*. Eventualmente, fenômenos de alta precipitação ocorreram nas encostas e promoveram a degradação dos horizontes de solo na alta encosta (*nose*), promovendo a deposição de camadas coluviais até o novo regime hídrico, mais úmido, propiciando a instalação de uma vegetação herbácea acompanhada de pteridófitas, principalmente nas áreas mais baixas. Essa fase parece representar a passagem do Pleistoceno para o Holoceno, e ter perdurado até o início do Holoceno, 11.000 anos A.P. (ICS, 2008).

Há cerca de 10.600 anos A.P.  $^{14}\text{C}$  (est.), a manutenção da elevação de umidade se estabelece e altos índices de precipitação fizeram com que o lençol freático aflorasse no *hollow* constantemente, acelerando a hidromorfização do paleohorizonte A húmico e desenvolvendo, nas estações chuvosas, uma pequena lagoa no eixo central da cabeceira. Fato evidenciado pela presença de algas e por uma expansão significativa de *Araucaria angustifolia*, a qual necessita de um regime pluviométrico superior a  $1.400 \text{ mm.ano}^{-1}$ , sem estação seca definida. A vegetação predominante passa a ser de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Pluvial Atlântica, composta por gêneros arbóreos, ervas terrestres e pteridófitas (Fig. 12B).

A máxima expansão da Floresta Ombrófila Mista é registrada a cerca de 6.880 anos A.P. (est.), face o aumento de todos os táxons registrados, principalmente de *Araucaria* e *Podocarpus*. A expansão dessas duas espécies indica que nesse período o clima era mais frio e mais úmido. A presença de algas ficou

mais acentuada, sugerindo novamente a ocorrência de uma lâmina de água, conservada por um regime pluviométrico abundante e regular. Toda a matéria orgânica se depositava por sedimentação no fundo da lagoa, gerando uma turfeira cada vez mais espessa constituída exclusivamente por argila siltosa, indicando redução da ação do escoamento superficial (Fig. 12C).

Nos anos que se seguiram, talvez há 1.060 anos A.P. (est.), ocorreu uma redução da vegetação de modo generalizado, modificando-se apenas no presente com o plantio de araucárias após a criação da A.R.I.E. Em algum momento desse período o *hollow* da cabeceira de drenagem passou a desenvolver canais de drenagem perenes (Fig. 12D). Essa rede de canais de primeira ordem hierárquica se estabeleceu sobre os volumes de solo da turfeira e, na maioria dos casos, escavaram os talwegues até o substrato rochoso. A abertura dos canais permitiu uma drenagem eficiente na cabeceira, diminuindo os níveis de umidade da turfeira. O desenvolvimento de canais de primeira ordem hierárquica ao longo do *hollow* da cabeceira é mais provável de estar relacionado a uma adaptação da rede de drenagem, a uma variação do nível de base regional, sendo pouco provável que represente uma adequação a um novo regime climático, pelo fato de ser recente no quadro evolutivo da cabeceira de drenagem onde não se registra uma nova situação hidrológica significativa.

## 7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que as regiões SW e S do Estado do Paraná preservam registros paleoambientais, sendo que neste estudo esses registros datam do final do Pleistoceno.

O registro palinológico sugere que uma vegetação campestre provavelmente ocupou a área de estudo e região, durante o final do Pleistoceno, inferindo um clima relativamente mais seco que durante o Holoceno.

Durante o Holoceno a existência de florestas nunca foi interrompida, apresentando-se ora mais aberta ora mais fechada, diferente da maioria dos resultados de outros estudos que mostram a presença de campos no final do UMG e também durante o Holoceno.

Espécies típicas do cerrado, como é o caso da palmácea *M. vinifera*, não foram identificadas no registro polínico, sugerindo que o cerrado não ocupou as atuais paisagens florestais da área do testemunho, pelo menos durante o Holoceno.

A expansão das florestas de araucária está relacionada a uma mudança para uma forma mais permanentemente úmida, com estações secas mais curtas. A expansão de *Araucaria* e *Podocarpus* em torno de 6.880 anos A.P. (est.) indica que o clima era mais frio e mais úmido, com chuvas bem distribuídas, já que se tem conhecimento que esses táxons não toleram médias pluviométricas inferiores a 1.400 mm/ano<sup>-1</sup>.

A cabeceira de drenagem da área de estudo já foi uma depressão fechada, que favorecia o acúmulo de água e matéria orgânica, facilitando a formação da turfa e proporcionando condições adequadas a preservação dos palinomorfos.

Correlacionando os dados deste trabalho a outros estudos realizados no Paraná e região Sul do Brasil, verificou-se que as alterações paleoambientais são regionais. É necessário intensificar as pesquisas paleoecológicas, particularmente as com grãos de pólen e com dados isotópicos, para melhor interpretarmos a vegetação que existiu no passado, bem como inferir paleoclimas, que certamente nos ajudarão a entender melhor a história da vegetação e do clima da região Sul do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. **O Planalto Basáltico da Bacia do Paraná**. Boletim Paulista de Geografia, n.24, p.3-34, 1956.
- BEHLING, H. 1993. **Untersuchungen zur spätpleistozänen und holozänen Vegetations and Klimageschichte der tropischen Küstenwälder und der Araukarienwälder in Santa Catarina (Südbrasilien)**. In: SOUZA, C. G. *et al.* *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, p.53-69, 2005.
- BEHLING, H. **Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of the vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil)**. *Vegetation History and Archeobotany*, v.4, p.127-152, 1995.
- BEHLING, H. & LICHTER, M. **Evidence of Dry and Cold Climatic Conditions at Glacial Times in Tropical Southeastern Brazil**. *Quaternary Research*, v.48, p.348-358, 1997.
- BEHLING, H. **Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria Forest and campos region from Serra dos Campos Gerais Paraná State (South Brazil)**. *Review of Paleobotany and Palynology*, v.97, p.109-121, 1997a.
- BEHLING, H. **Late Quaternary vegetation, climate and fire history from tropical mountain Region of Morro de Itapeva, SE, Brazil**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v.129, p.407-422, 1997b.
- BEHLING, H. **South and Southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, v.177, p.19-27, 2002.
- BEHLING, H. *et al.* **Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics. Studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, v.203, p.277-297, 2004.
- BEHLING, H. *et al.* **Araucaria forest dynamics to fire frequency in southern Brazil based on fossil and modern pollen data**. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.160, p.53-65, 2010.
- BEHLING, H.; BAUERMAN, S. G.; NEVES, P. C. P. **Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil**. *Journal of South American Earth Sciences*, v.14, p.631-639, 2001.
- BEHLING, H. & NEGRELLE, R. **Tropical Rain Forest and Climate Dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary**. *Quaternary Research*, v.56, p.383-389, 2001.

- BHERING, S. B. & SANTOS, H. G. 2008. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro, EMABRAPA Florestas, EMBRAPA Solos. Instituto Agronômico do Paraná, 74p. 1 CD-Rom.
- BLAAUW, M. *et al.* **Testing the timing of radiocarbon-dated events between proxy archives**. *The Holocen*, n.17, p.283-288, 2007.
- BRADLEY, R. S. & JONEST, P. D. **'Little Ice Age' summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends**. *The Holocene*, v.3, n.4, p.367-376, 1993.
- CALEGARI, M. R. **Ocorrência e significado paleoambiental do Horizonte A húmico em Latossolos**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), 2008. 259p.
- CARRIJO, B. R. **Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE Buriti), Pato Branco-PR: Gênese, Manejo e Perspectivas de Gestão**. Artigo. SIMPGEO, 2008.
- COLINVAUX, P. *et al.* **Amazon pollen manual and atlas/Manual e atlas palinológico da Amazônia**. Harwood Academic Publishers, 1999. 332p.
- CORTESE, G. & ABELMANN, A. **Radiolarian-based paleotemperatures during the last 160 kyr at ODP Site 1089 (Southern Ocean, Atlantic Sector)**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v.182, p.259-286, 2002.
- COSTA, J. B. **Caracterização e Constituição do Solo**. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 527p.
- CRUZ JR, F. W. *et al.* **Reconstruction of regional atmospheric circulation features during the late Pleistocene in subtropical Brazil from oxygen isotope composition of speleothems**. *Earth and Planetary Science Letters*, v.248, p.494-506, 2006.
- CRUZ JR, F. W. *et al.* **Evidence of rainfall variations in Southern Brazil from trace element ratios (Mg/Ca and Sr/Ca) in a Late Pleistocene stalagmite**. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 71, p.2250–2263, 2007.
- CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Bertrand Brasil, 2001.
- DE OLIVEIRA, P. E. **A palynological Record of Late Quaternary vegetational and climatic change in Southeastern Brazil**. Tese (Doutorado). Columbus, Ohio, USA. The Ohio State University, 1992. 242p.
- DE OLIVEIRA, P. E. *et al.* 2005. **Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil**. In: SOUZA, C. G. *et al.* *Quaternário do Brasil*. Cap. 3. Ribeirão Preto: Holos, p.53-69, 2005.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

ERDTMAN, G. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy**. The Chronica Botanica. USA, 1952. 539p.

ERDTMAN, G. **Pollen an spore morphology/plant taxonomy: Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (illustrations), an introduction to palinology II**. Stockholm. Almqvist & Wiksell, 1957. 147p.

ERDTMAN, G. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiospermae**. New York: Hafner Publishing Company, 1966. 553p.

FERNANDES, R. S. **Reconstrução Paleoambiental da Lagoa Fazenda durante e Neopleistoceno e Holoceno na região de Jussara, Estado do Paraná, com ênfase em Estudos Palinológicos**. Dissertação (Mestrado). Análise Geoambiental. Universidade de Guarulhos, 2009. 125p.

FLEMMING, B. W. **A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis ternary diagrams**. Continental Shelf Research, n.20, p. 1125-1137, 2000.

FREITAS, F. O. **Uso da Palinologia em amostras arqueológicas de Própolis na reconstrução da vegetação histórica de uma região**. 1. ed. Brasília, DF: 2002. Disponível em <http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/bp022.pdf>. Acesso em 08/09/2008.

GRIMM, E. C. **CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares**. Pergamon Journal, v.13, p.13-35, 1987.

GRIMM, E. C. **Tilia e Tiliagraph: PC spreadsheet and graphics software for pollen data**. INQUA. Commission for the study of the Holocene, Working Group on Data-Handling Methods Newsletter, 1990. 4:5-7.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. 2010. Disponível em <http://www.iap.pr.gov.br>. Acesso em 10/02/2010.

IAPAR. **Instituto Agrônomo do Paraná**. 2010. Disponível em [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Pato\\_Branco.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Pato_Branco.htm). Acesso em 19/06/2010.

ICS. **INTERNATIONAL COMMISSION STRATIGRAPHY**. International stratigraphic chart. Copyright © 2008. Disponível em: <http://www.stratigraphy.org/cheu.pdf/>. Acesso em 16/10/2008.

ITCF. **Instituto de Terras Cartografia e Florestas. Plano de Manejo: A.R.I.E. do Buriti**.1991.

KLEIN, R. M. **Southern Brazilian Phytogeographic Features and Probable Influence of upper Quaternary Climatic Changes in the Floristic Distribution.** International Symposium on the Quaternary. Boletim Paranaense de Geociências, n.33, 1975.

LEITE, P. F. & KLEIN, R. M. **Vegetação.** In: IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, v.2, p.133-150, 1990.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2.ed, v.1, v.2, 2002. 368p.

LORSCHUITTER, M. L. *et al.* **Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part I.** Stuttgart: Palaeontographica, v. 246. p. 1-113, 1998.

LORSCHUITTER, M. L. *et al.* **Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part II.** Stuttgart: Palaeontographica, v.251. p.1-235, 1999.

LORSCHUITTER, M. L. *et al.* **Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part III.** Stuttgart: Palaeontographica, v. 260. p.01-165, 2001.

LORSCHUITTER, M. L. *et al.* **Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part IV.** Stuttgart: Palaeontographica, v. 263. p.1-159, 2002.

LUCHESE, E. B. *et al.* **Fundamentos da Química do Solo.** Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002. 182p.

MAACK, R. **Notas preliminares sôbre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná.** Arquivos de Biologia e Tecnologia, vol. III, p.102-225, 1948.

MAACK, R. **Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná.** Escala 1:750.000, Org. Serv. Geol. Petrogr. Inst. Biol. Pesq. Tecn., Secr. Agric., Ind. e Com./Inst. Nac. Pinho, col. 1950.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná.** Curitiba: Secretaria de Cultura e Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1968.450 p.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 2 ed. Ed. Livraria José Olímpio, 1981.

MANFREDINI, S. *et al.* **Técnicas em Pedologia.** In: **Praticando a Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental.** Luis Antonio Bittar Venturi (org.). São Paulo: Oficina de Textos, 2005

MARQUES, A.J. *et al.* **O uso do Clinômetro no levantamento topográfico.** Estudo de caso: levantamento pedológico. Boletim de Geografia, n.18, p.135-141, 2000.

MARTINS, G. **Análise da variabilidade termo-pluviométrica e sua relação com o uso do solo no SW do PR:1970 a 1999.** Dissertação (Mestrado). Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista. 2003.

MORO, R. S. *et al.* **Paleoclimate of the late Pleistocene and Holocene at Lagoa Dourada, Paraná State, southern Brazil.** Quaternary International, v.114, p.87-99, 2004.

MOURA, J. R. S. & SILVA, T. M. 1999. **Complexo de Rampas de Colúvio.** In CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. Geomorfologia do Brasil. 2.ed. Bertrand Brasil, 2001.

MUNSELL. **Soil Collor Chart.** Baltimore, Munsell Collor Company, Tab. 2000.

NARDY, A. J. R. *et al.*, **Geologia e Estratigrafia da Formação Serra Geral.** Geociências. 2002. 21(1): 1532.

OLIVERIA, A.; CLAUZET, G.; WAINER, I. **Estudo comparativo de simulações paleoclimáticas na região do Atlântico Sul.** Revista Brasileira de Meteorologia. São Paulo, v. 22, n.1, 2007.

OLIVEIRA, M. A. T. & LIMA, G. L. **Classificação de Sedimentos Quaternários em Cabeceiras de Vale através da aplicação do Diagrama de Flemming: Município de Campo Alegre, Norte de Santa Catarina.** São Paulo, UNESP, Geociências. v. 23. n.1/2, p. 67-78, 2004.

OLIVEIRA, M. A. T. *et al.* **Registro de mudanças ambientais Pleistocênicas e Holocênicas em depósitos de cabeceira de vale: Campo Alegre, planalto norte catarinense (SC).** Revista Brasileira de Geociências. V. 36, p. 474-487, 2006a.

OLIVEIRA, M. A. T. *et al.* **Processos deposicionais em cabeceiras de vale entre o ultimo glacial (EIM 3) e o Holoceno Médio: mudanças globais e evolução do relevo no planalto norte Catarinense.** Anais... VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia, 2006.

OLIVEIRA, M. A. T. *et al.* **Stratigraphy of near-valley head quaternary deposits and evidence of climate-driven slope-channel processes in southern Brazilian highlands.** Catena, v. 75, p. 77-92, 2008.

OLIVEIRA, M. A. T.; BEHLING, H.; PESSENDA, L. C. R. **Late-Pleistocene and mid-Holocene environmental changes in highland valley head areas of Santa Catarina state, Southern Brazil.** Journal of South American Earth Sciences, v.26, p. 55-67, 2008.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; ANDRES, J. **Superfícies Aplainadas em Zona Morfoclimática Subtropical Úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW Paraná/NW Santa Catarina): primeira aproximação.** Geociências, UNESP, 2008.

PAISANI, J. C. *et al.* **Caracterização das Formações Superficiais do hollow de Cabeceria de Drenagem na A.R.I.E. do Buriti – Planalto Basáltico (Pato Branco – PR).** Artigo. ENGEIO, 2010.

PESSENDA, L. C. T. *et al.* **Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes.** Quaternary International, Amsterdam, v.114, p.35-43, 2004.

PESSENDA, L. C. T. *et al.* 2005. **Isótopos do Carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais.** In: SOUZA, C. G. *et al.* *Quaternário do Brasil.* Cap. 4. Ribeirão Preto: Holos, 2005. 378p.

RAVEN, P. H. *et al.* **Biologia Vegetal.** 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RITTER, L. M. O & MORO, R. S. **Similaridade florística entre as disjunções de cerrado na bacia do alto Tibagi, Paraná.** Revista Terra Plural, Ponta Grossa, 1 (2): 85-98, 2007.

ROUBIK, D. W.; PATIÑO, M. J. H. **Pollen and Spores of Barro Colorado Island.** Monographs in Systematic Botany, v.36. USA: Missouri Botanical Garden, 1991. 268p.

RODERJAN, C. V. *et al.* **As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná.** Ciência e Ambiente, v. 24, 2002.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973. 291p.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Critérios e Técnicas para o Quaternário.** São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. *et al.* **Late Quaternary vegetational and climatic changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v.128, p.215-226, 1997.

SCHNEIDER, R. L. **Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná.** Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, p.41-65, 1974.

SILVA, A. S. **Análise Morfológica dos Solos e Erosão.** In: GUERRA, A.J.T. *et al.* *Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

SILVA, P. A. H. **Cerrados, campos e araucárias: a teoria dos refúgios florestais e o significado paleogeográfico do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa – Paraná.** Dissertação (Mestrado). Setor de Ciências da Terra. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Paraná. 2009. 146p.

SIQUEIRA, E. **História ecológica da floresta de *Araucaria* durante o Quaternário Tardio no setor sul da serra da Mantiqueira: análises sedimentológicas e**

**palinológicas na região de Monte Verde (MG).** Dissertação (Mestrado). Geologia Sedimentar/Bioestratigrafia. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, 2006. 142p.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

STOCKMARR, J. **Tablets with spores used in absolute pollen analysis.** Pollen et spores, v.13, 1972.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais.** São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

TRYON, R. M. & TRYON, A. F. **Ferns and Allied Plants – with special reference to tropical America.** Springer-Verlag. New York. Heidelberg. Berlin, 1982. 857p.

## APÊNDICE A



Fig. A



Fig. B



Fig. C



Fig. D



Fig. E



Fig. F



Fig. G



Fig. H

Fig. A e B. Aspecto da vegetação na área de estudo; Fig. C e D. “Coletor para solos rígidos até 7 metros de profundidade” da marca *Eikjeilkamp*. Fig. E. Tubo plástico, contendo o *core* do volume turfoso; Fig. F. Amostras em tratamento com Hidróxido de Potássio (KOH) a 5%; Fig. G. Aglomerados de palmáceas na A.R.I.E. do Buriti, tratadas por Maack (1948, 1981) como *Mauritia vinifera*; Fig. H. Coleta das amostras para datação.

## APÊNDICE B



Alguns morfotipos encontrados na análise palinológica da A.R.I.E do Buriti. Fig. A. Araucaria; Fig. B. Podocarpus; Fig. C. Drimys; Fig. D. Ilex; Fig. E. Arecaceae; Fig. F. Vernonia; Fig. G. Hyeronima; Fig. H. Alchornea; Fig. I. Sloanea; Fig. J. Henriquezia; Fig. K. Alnus; Fig. L. Lycopodium; Fig. M. Asteraceae; Fig. N. Poaceae; Fig. O. Debarya; Fig. P. Pseudoschizeae; Fig. Q. Monolete psilado; Fig. R. Cyathea; Fig. S. Dicksonia; Fig. T. Polypodium.