

# RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL DO CHAPADÃO DOS GERAIS (QUATERNÁRIO TARDIO) A PARTIR DA ANÁLISE PALINOLÓGICA DA VEREDA LAÇADOR, MINAS GERAIS, BRASIL

RAQUEL FRANCO CASSINO

Programa de Pós-Graduação em Geologia, UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, 31270-901,  
Belo Horizonte, MG, Brasil. [raquelfcassino@yahoo.com.br](mailto:raquelfcassino@yahoo.com.br)

KARIN ELISE BOHNS MEYER

CPMTC/IGC, UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. [bohnsmeier@yahoo.com.br](mailto:bohnsmeier@yahoo.com.br)

**ABSTRACT – PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE CHAPADÃO DOS GERAIS REGION (LATE QUATERNARY), BASED ON THE PALYNOLOGICAL ANALYSES OF THE LAÇADOR PALM SWAMP, MINAS GERAIS, BRAZIL.** The palynological analysis of a core collected in a palm swamp, named Laçador Palm Swamp, Buritizeiro, State of Minas Gerais, resulted in the establishment of a paleoenvironmental evolutionary model for the Late Quaternary of the Chapadão dos Gerais region, in the Cerrado Biome. Two stages of climate colder than the present were recorded, one at the end of the Pleistocene (*ca.* 13,250 cal. years BP) and the other one between *ca.* 11,500 and 10,500 cal. years BP. Interspersed with these colder phases, there were two periods marked by the growth of the palm swamp under a hot and semi-humid climate (similar to the current climate in Chapadão dos Gerais region). In the late Holocene, after *ca.* 7,000 cal. years BP, a hot and dry climate was recorded by an increase in herbs associated with the retraction of the palm swamp and the presence of arboreal elements adapted to semi-arid climates. The comparison with palynological data from previous studies allowed to investigate the influence of regional climate changes.

**Key words:** Palynology, Holocene, palaeoclimate, *Cerrado*, Chapadão dos Gerais.

**RESUMO – A análise palinológica de um testemunho sedimentar coletado em uma vereda, denominada Vereda Laçador, em Buritizeiro, Minas Gerais, resultou na elaboração de um modelo de evolução paleoambiental para o Quaternário tardio da região do Chapadão dos Gerais, no Bioma Cerrado.** Duas fases de clima mais frio que o atual foram registradas, uma delas no final do Pleistoceno (*ca.* 13.250 anos cal. AP) e a outra, entre aproximadamente 11.500 e 10.500 anos cal. AP. Intercalados a estas fases mais frias ocorreram dois períodos de expansão da vereda sob um clima quente e semi-úmido semelhante ao atual. No Holoceno tardio, após cerca de 7.000 anos cal. AP, a presença de um clima quente e mais seco que o atual foi registrado pela retração da vereda, aumento de elementos herbáceos e presença de elementos arbóreos adaptados ao clima semi-árido. A comparação com dados palinológicos de estudos prévios permitiu verificar a influência de mudanças climáticas regionais na região do Chapadão dos Gerais.

**Palavras-chave:** Palinologia, Holoceno, paleoclima, Cerrado, Chapadão dos Gerais.

## INTRODUÇÃO

O início do Holoceno é marcado por mudanças climáticas de âmbito global, relacionadas ao fim da última glaciação pleistocena. Estudos palinológicos evidenciaram que o Holoceno, apesar de ser caracterizado por uma tendência geral de aumento das temperaturas em relação ao período anterior, foi marcado por várias oscilações climáticas e por diferenciações regionais (Van der Hammen, 1991). Estas variações climáticas, ocorridas nos últimos milênios, influenciaram a distribuição da vegetação nos diversos biomas brasileiros, moldando as características atuais dos ecossistemas.

O Cerrado é o segundo bioma em extensão do território brasileiro e está entre os que encerram maiores biodiversidades (Ab'Saber, 2006; Sano *et al.*, 2008).

O conhecimento da evolução da vegetação do Cerrado durante o Quaternário tardio tem aumentado muito ao longo das últimas décadas, a partir de estudos palinológicos (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau, 1996; Ledru *et al.*, 1996; Parizzi *et al.*, 1998; Barberi *et al.*, 2000; Horák, 2009; Lorente *et al.*, 2010). Estes estudos mostram, em linhas gerais, que no final do Pleistoceno e início do Holoceno, um clima um pouco mais frio que o atual e provavelmente mais seco vigorou nas áreas ocupadas pelo Cerrado; um clima mais seco que o atual perdurou em vários locais até o Holoceno médio; posteriormente houve uma tendência de aumento na umidade e a instalação de um clima semelhante ao atual (quente e semi-úmido). Alguns sítios, no entanto, divergem deste quadro geral devido a particularidades do local de coleta ou ainda devido à utilização de métodos diferentes na interpretação dos

dados palinológicos. Ainda, deve-se ressaltar que a evolução climática durante o Quaternário tardio provavelmente não foi homogênea em toda a região do Cerrado, que é um bioma extenso e que se estende por diferentes latitudes.

Neste contexto, são apresentados neste trabalho novos dados paleoambientais para a região noroeste de Minas Gerais, obtidos a partir da análise palinológica de um testemunho sedimentar coletado na Vereda Laçador, município de Buritizeiro, Estado de Minas Gerais.

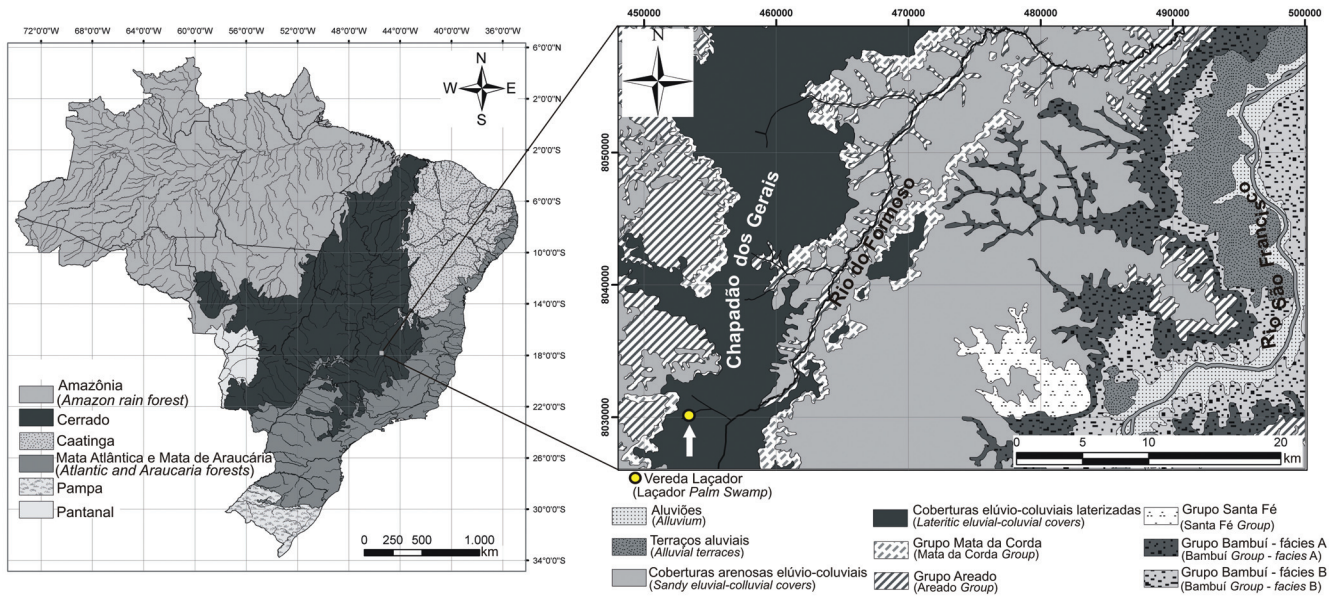
## ASPECTOS FÍSICOS E GEOLÓGICOS

A Vereda Laçador ( $17^{\circ}49'03.59''S$ ,  $45^{\circ}26'27.79''O$ ) está situada sobre o Chapadão dos Geraís, no município

de Buritizeiro, no Estado de Minas Gerais (Figura 1). Esta vereda constitui a cabeceira de uma das primeiras drenagens tributárias do Rio do Formoso, afluente da margem esquerda do Rio São Francisco.

O substrato geológico do Chapadão dos Geraís é caracterizado por coberturas elúvio-colúviais laterizadas desenvolvidas sobre as rochas vulcano-sedimentares dos grupos Areado e Mata da Corda (Figura 1). A área de estudo se insere no contexto da Bacia do São Francisco, definida segundo a concepção geográfica de Martins-Neto & Pinto (2001), da qual os grupos Areado e Mata da Corda, de idade cretácea, constituem o topo da sucessão sedimentar.

O clima da área pode ser classificado como tropical úmido a semi-úmido, com precipitação média anual entre 1.000 e



**Figura 1.** Localização da Vereda Laçador: à esquerda, mapa do Brasil com a distribuição dos biomas (modificado de IBGE, 2004) e à direita, mapa geológico (modificado de Oliveira *et al.*, 2003) da região onde se encontra a Vereda Laçador.

**Figure 1.** Location of the Laçador Palm Swamp: on the left, main vegetational biomes from Brazil and its distribution (modified from IBGE, 2004) and on the right, geologic map (modified from Oliveira *et al.*, 2003) of the Laçador Palm Swamp region.



**Figura 2.** Fotografia da Vereda Laçador, mostrando o alinhamento de buritis (*Mauritia flexuosa* Linnaeus, 1782).

**Figure 2.** Photography of the Laçador Palm Swamp, with the characteristic occurrence of the Buriti palm.

1.500 mm (GeoMinas, 1996a). As chuvas se concentram nos meses de novembro a março, que constituem a estação chuvosa, enquanto de abril a outubro, na estação seca, as chuvas são muito escassas. As temperaturas médias anuais variam entre 22 e 24°C (GeoMinas, 1996b).

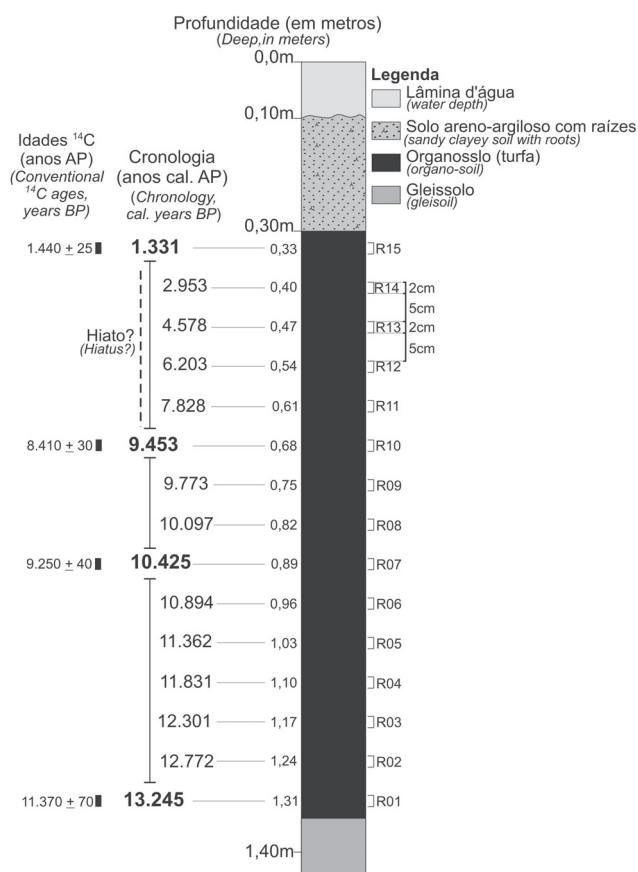
A área se insere na região do Cerrado (Figura 1), bioma caracterizado pela existência de várias fitofisionomias interdependentes, classificadas como: formações florestais (Cerradão, Mata de Galeria, Mata Ciliar e Mata Seca), formações savânicas (Cerrado *stricto sensu*, Cerrado *stricto sensu* ralo) e formações campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (Ribeiro & Walter, 2008).

As veredas constituem também uma das fitofisionomias do Cerrado e são, ao mesmo tempo, uma unidade geomorfológica, cuja gênese e evolução são condicionadas por fatores físicos (estrutura geológica e processos superficiais). Elas constituem formas ligeiramente deprimidas, com vertentes úmidas e pouco inclinadas e um fundo plano, encharcado, onde se depositam camadas de turfa, caracterizado por renques de buritis (*Mauritia flexuosa* Linnaeus, 1782 ou *M. vinifera* Martius, 1820) e outras espécies vegetais típicas (Ferreira, 2008) (Figura 2). As veredas constituem ambientes deposicionais redutores, favoráveis à preservação de grãos de pólen, esporos e outros palinomorfos.

A declividade ao longo das vertentes da vereda e o incremento do teor de umidade em direção ao fundo geram a formação de perfis de solo diferenciados ao longo da calha da vereda, que sustentam tipos de vegetação diferentes, gerando um claro zoneamento das veredas com subunidades distribuídas simetricamente no entorno do seu eixo principal (Melo, 2008). Na porção mais interna, figura a zona encharcada, que corresponde ao fundo plano da vereda e é caracterizada por permanecer saturada em água durante todo o ano; nesta zona são depositadas as camadas de turfa. As vertentes da vereda compreendem a zona úmida e a zona de umidade sazonal, caracterizadas pela presença de solos hidromórficos e gleizados. Parte da área que contorna a vereda, onde se desenvolve a vegetação típica do Cerrado, é denominada zona do envoltório.

## MATERIAL E MÉTODOS

O testemunho sedimentar foi coletado na zona encharcada da Vereda Laçador, com um amostrador do tipo *Hiller*, alcançando uma profundidade total de 1,50 m abaixo da lâmina d'água. Os primeiros 20 cm de sedimento eram constituídos por material areno-argiloso, de coloração marrom escura, com grande quantidade de raízes (Figura 3).



**Figura 3.** Perfil sedimentar da Vereda Laçador, com a profundidade das quinze amostras utilizadas na análise palinológica, as idades radiocarbônicas e as idades calibradas das quatro amostras datadas, e as idades interpoladas das demais amostras.

**Figure 3.** Schematic representation of the core, with the depth of the samples used in the palynological analyses, the radiocarbon and calibrated ages of the four dated samples, and the others interpolated ages.



A porção do testemunho entre 0,30 m e 1,34 m de profundidade era caracterizada pela presença de turfa (organossolo), sedimento composto por argila escura (preta), com um pouco de areia fina quartzosa. Abaixo de 1,34 m de profundidade o material era constituído por argila-siltosa esbranquiçada, sem presença de matéria orgânica, que foi caracterizado como um solo residual gleizado (gleissolo). Na porção representada por níveis de turfa, entre 0,30 m e 1,34 m de profundidade, foram coletadas 15 amostras para a análise palinológica. Foram retiradas amostras com dois cm de profundidade, espaçadas entre si por 5 cm (Figura 3). Quatro amostras foram enviadas para datação pelo método do radiocarbono ( $^{14}\text{C}$ ), duas foram datadas no laboratório *Beta Analytic Inc.* (Miami, EUA) e as outras duas no laboratório CAIS (*Center for Applied Isotope Studies – University of Georgia*, EUA). As idades convencionais fornecidas pelos laboratórios foram calibradas com o programa *Calib 6.1.0* (Stuiver & Reimer, 1993), utilizando-se a base de dados *IntCal09* (Reimer *et al.*, 2009). Idades interpoladas foram determinadas para as demais amostras do testemunho utilizando o modelo de idade/profundidade (*age depth model*) do programa *Calib 6.1.0*. Este modelo assume que a taxa de sedimentação é linear entre duas idades radiocarbônicas adjacentes, o que provavelmente não foi o caso em todo o testemunho analisado. Assim, as idades interpoladas devem ser consideradas apenas estimativas das idades reais das amostras.

A preparação das amostras para análise palinológica seguiu o método padrão descrito em Faegri & Iversen (1989), utilizando-se HF, HCl, KOH e acetólise. Em cada amostra foi inserido, antes da preparação química, 1 mg de grãos de pólen de *Kochia scoparia* (L.) Schrad., 1809, como marcador exótico. As lâminas foram montadas com gelatina glicerinada.

A identificação e a contagem dos palinomorfos foram feitas em um microscópio óptico Olympus BX51. Para a identificação dos esporos de pteridófitas e briófitas e dos grãos de pólen (Figura 4) foram consultadas as palinotecas de referência do Laboratório de Palinologia do Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa (CPMTC), IGC-UFGM, e do Laboratório de Micropaleontologia da Universidade de Brasília, IG-UNB, e a literatura especializada (e.g. Salgado-Labouriau, 1973; Colinvaux *et al.*, 1999; Silva, 2009). Os fungos foram classificados de acordo com Van Geel (1978) e Kalgutar & Jansonius (2000).

A análise quantitativa foi feita através da contagem de todos os palinomorfos, juntamente com os grãos de pólen de *Kochia scoparia*, marcador exótico. Para cada amostra, foi contada a quantidade de lâminas necessárias para atingir a soma de 300 grãos de pólen, estando incluídos nesta soma todos os grãos de pólen exceto as poáceas. As poáceas foram extremamente abundantes em todas as amostras, e por isso, a sua inclusão na soma polínica geraria uma sub-representatividade dos outros táxons. Assim, seguindo-se o proposto por Colinvaux *et al.* (1999) e Ybert *et al.* (1992), optou-se por contar 300 grãos de pólen além das poáceas, visando obter um resultado representativo da vegetação

no entorno da vereda, que não fosse mascarado pela alta concentração de poáceas (gramíneas). As amostras R04, R07 e R08 apresentaram uma concentração de grãos de pólen muito baixa e não foi possível atingir a soma de 300 grãos. Para estas três amostras a soma polínica (sem as poáceas) totalizou 200 grãos de pólen. É importante ressaltar, entretanto, que se levada em consideração a contagem de poáceas, geralmente incluídas na soma polínica, em todas as amostras foi contado um valor superior a 500 grãos de pólen.

Os diagramas polínicos de porcentagem e de concentração foram elaborados com os programas *Tilia*, *Tiliagraph* e *Coniss 2.0.2.* (Grimm, 1987). O cálculo para os diagramas de porcentagem foi baseado na soma polínica, ou seja, na soma de todos os grãos de pólen contados, excluindo-se as poáceas. Nos diagramas de concentração, foi utilizada a quantidade do marcador exótico (*Kochia scoparia*) contado em cada amostra para calcular a concentração (em grãos por  $\text{cm}^3$ ) de cada um dos palinomorfos, sabendo-se que para cada  $\text{cm}^3$  de sedimento foram incorporados aproximadamente 60.543 grãos (1 mg) de *Kochia scoparia*. Para a elaboração dos diagramas polínicos os grãos de pólen foram agrupados em nove grupos de acordo com o hábito e preferências ecológicas das plantas. Os grupos foram estabelecidos a partir da análise dos dados ecológicos levantados para cada táxon. A Tabela 1 apresenta esses grupos e os táxons incluídos em cada um deles. Além dos nove grupos estabelecidos para os grãos de pólen (angiospermas e gimnospermas), figuram também nos diagramas polínicos os grupos pteridófitas, briófitas, algas e fungos.

A partir da análise dos diagramas polínicos, das zonas estabelecidas e das datações obtidas para o testemunho sedimentar, e levando-se em consideração as preferências ecológicas de cada táxon, foi elaborada uma interpretação paleoambiental e proposto um modelo de evolução da vegetação e do clima durante o Holoceno na região do Chapadão dos Gerais. Esse modelo foi comparado com dados paleoecológicos de trabalhos prévios que abrangem o mesmo período.

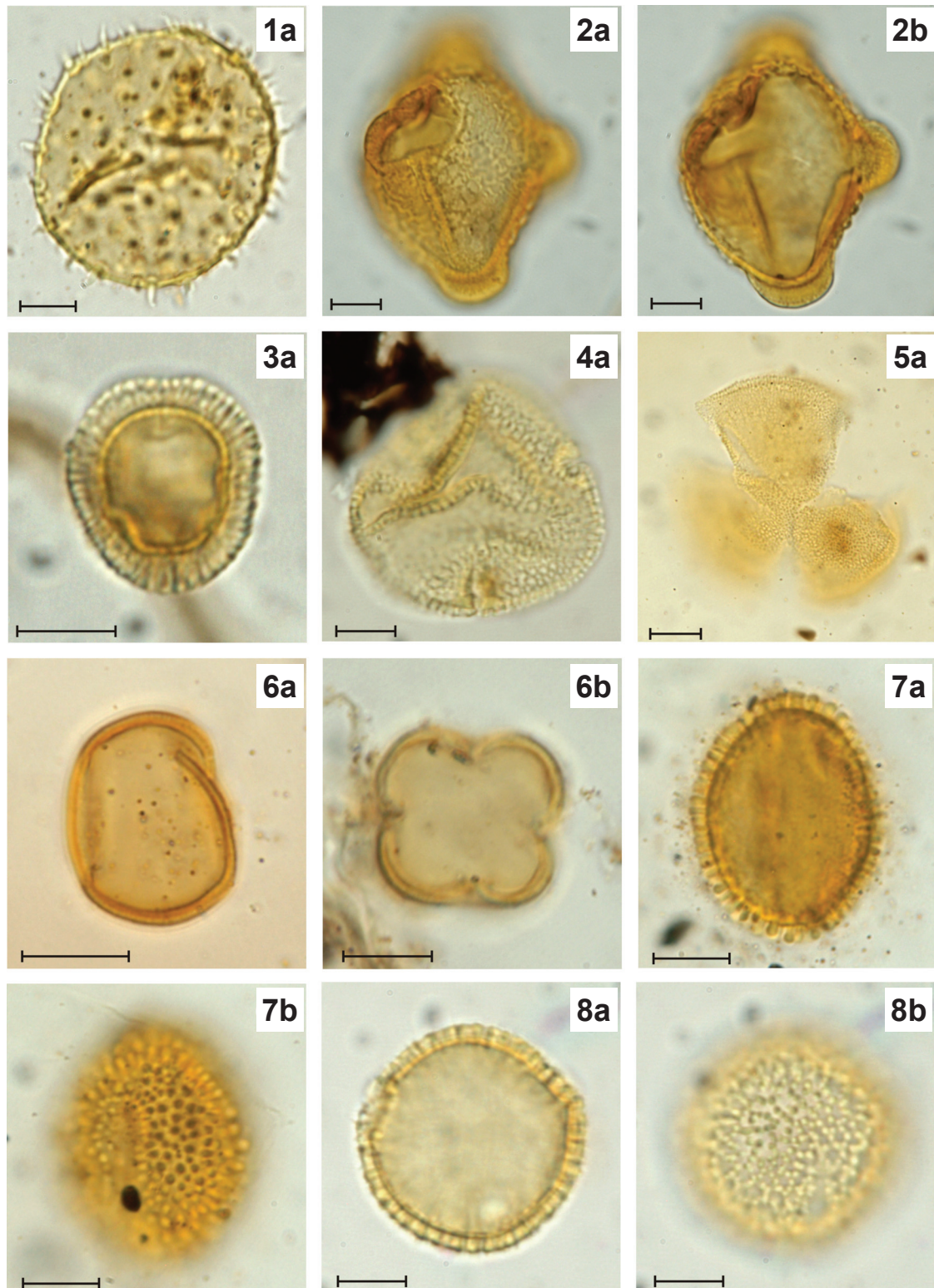
## RESULTADOS

### Datações radiocarbônicas

Quatro amostras, R01, R07, R10 e R15, foram datadas pelo método do radiocarbono. A profundidade das amostras datadas, as idades radiocarbônicas convencionais, os intervalos de calibração e as idades médias calibradas fornecidas pelo programa *Calib 6.1.0* (Stuiver & Reimer, 1993), assim como uma estimativa das taxas de sedimentação ao longo do perfil, são mostrados na Tabela 2. As idades interpoladas para as outras amostras do testemunho estão apresentadas na Figura 3.

A taxa de sedimentação média foi estimada para cada parte do testemunho utilizando o seguinte cálculo: espessura de sedimento depositado entre duas amostras datadas (em cm), dividido pela diferença entre as idades calibradas (tempo decorrido, em anos) multiplicado por 100 (as taxas





**Figura 4.** Grãos de pólen de táxons arbóreos representativos dos grupos Vereda, Cerrado – Estrato arbóreo, Matas, Florestas de Altitude e Caatinga. Grupo Vereda: **1a**, *Mauritia flexuosa* (vista polar); Grupo Cerrado – estrato arbóreo: **2a-b**, *Caryocar brasiliense* (vista equatorial), **3a**, *Plenckia populnea* (vista equatorial), **4a**, *Eriotheca* sp. (vista polar); Grupo Matas: **5a**, *Tabebuia* sp. (vista equatorial e vista polar); Grupo Florestas de Altitude: **7a-b**, *Ilex* sp. (vista equatorial); Grupo Caatinga: **8a-b**, *Commiphora leptophloeos* (vista polar). Escalas = 10µm.

**Figure 4.** Pollen grains of representative arboreal taxa from the groups Palm Swamp, Arboreal Stratum of the Cerrado, Cerrado's woods, Montane Forests and *Caatinga*. Palm Swamp: **1a**, *Mauritia flexuosa* (polar view); Arboreal Stratum of the Cerrado: **2a-b**, *Caryocar brasiliense* (equatorial view), **3a**, *Plenckia populnea* (equatorial view), **4a**, *Eriotheca* sp. (polar view); Cerrado's woods: **5a**, *Tabebuia* sp. (polar view), **6a-b**, *Myrsine* sp. (equatorial and polar views); Montane Forests: **7a-b**, *Ilex* sp. (equatorial view); *Caatinga*: **8a-b**, *Commiphora leptophloeos* (polar view). Scale bars = 10µm.

**Tabela 1.** Grupos utilizados nos diagramas polínicos e táxons neles incluídos (baseado em Mendonça *et al.*, 2008; Souza & Lorenzi, 2008).**Table 1.** Groups used in the diagrams and *taxa* included in each one of them (based on Mendonça *et al.*, 2008; Souza & Lorenzi, 2008).

Grupos	Características	Táxons incluídos
Cerrado - estrato arbóreo	Táxons arbóreos que ocorrem em várias fitofisionomias do Bioma Cerrado	Bignoniaceae (indeterminada); <i>Bowdichia</i> sp.; <i>Caryocar brasiliensis</i> ; <i>Eriotheca</i> sp.; <i>Erythroxylum</i> sp.; <i>Lafoensia</i> sp.; Melastomataceae/ Combretaceae; <i>Pleckia populnea</i> ; <i>Pouteria</i> sp.; <i>Roupala</i> sp.; <i>Schefflera</i> sp.; <i>Smilax</i> sp.; <i>Stryphnodendron</i> sp.; <i>Styrax</i> sp.; Tipo <i>Allophyllus</i> ; Tipo <i>Butia</i> ; Tipo <i>Campomanesia</i> ; Tipo <i>Maprounea brasiliensis</i> e Tipo <i>Senna</i> .
Cerrado - Matas	Táxons arbóreos que ocorrem preferencialmente nas formações florestais do Cerrado, como as Matas de Galeria e o Cerradão e raramente, ou nunca, em formações abertas. Muitos destes táxons estão também presentes na Mata Atlântica.	Anacardiaceae; <i>Arrabidaea</i> sp.; <i>Cabralea</i> sp.; <i>Chrysophyllum</i> sp.; <i>Dacryodes</i> sp.; <i>Daphnopsis</i> sp.; <i>Doliocarpus</i> sp.; <i>Laplacea</i> sp.; <i>Myrsine</i> sp.; <i>Plukenetia</i> sp.; <i>Protium</i> sp.; <i>Tabebuia</i> sp.; Tipo <i>Alchornea</i> .
Florestas de Altitude do Sul e Sudeste	Táxons da Mata Atlântica, característicos de locais de maior altitude.	<i>Drimys brasiliense</i> ; <i>Ilex</i> sp.; <i>Podocarpus</i> sp.
Caatinga	Táxons arbóreos típicos da Caatinga (embora ocorram também em alguns locais dentro do Cerrado)	<i>Anadenanthera colubrina</i> ; <i>Commiphora leptophloeos</i> .
Vereda	Táxons arbóreos e herbáceos típicos do ambiente Vereda. Foram aqui incluídos também táxons que apesar de ocorrerem em outras fitofisionomias do Cerrado, são muito abundantes nas Veredas.	Cyperaceae; <i>Drosera</i> sp.; Eriocaulaceae; <i>Ludwigia</i> sp.; <i>Mauritia flexuosa</i> ; <i>Xyris</i> sp.
Cerrado - estrato herbáceo-arbustivo	Táxons herbáceos ou arbustivos que ocorrem em várias fitofisionomias do Cerrado.	Malpighiaceae; <i>Sebastiania</i> sp.; <i>Solanum</i> sp.; Tipo <i>Aspilia</i> ; Tipo <i>Gomphrena</i> ; Tipo <i>Heteropterys</i> ; Tipo <i>Mascagnia</i> ; Tipo Peixotoa; Tipo <i>Tetrapterys</i> ; Tipo <i>Vernonia</i> .
Cerrado - Formações campestres	Táxons herbáceos ou arbustivos que ocupam preferencialmente as formações abertas do Bioma Cerrado, como o Campo Limpo e o Campo Sujo.	<i>Polygala</i> sp.; Tipo <i>Agarista</i> ; Tipo <i>Baccharis</i> ; Tipo <i>Borreria</i> ; Tipo <i>Camarea</i> ; Tipo <i>Eupatorium</i> ; Tipo <i>Hyptis</i> ; Tipo <i>Senecio</i> ; Tipo <i>Tragia lagoensis</i> .
Ervas e arbustos de locais úmidos	Táxons herbáceos ou arbustivos adaptados a locais encharcados ou muito úmidos.	<i>Eryngium</i> sp.; <i>Hedyosmum</i> sp.; <i>Hidrocotyle</i> sp.; <i>Peperomia</i> sp.; Tipo <i>Gnaphalium</i> ; <i>Utricularia</i> sp.
Poaceae	As poáceas não entraram na soma polínica e foram colocadas em um grupo a parte.	Poaceae
Pteridófitas	Inclui todos os esporos de Pteridófitas	<i>Alsophylla</i> sp.; <i>Anemia</i> sp.; <i>Cheilanthes</i> sp.; <i>Cyathea</i> sp.; <i>Gleichenia</i> sp.; <i>Lindsaea</i> sp.; <i>Lycopodiella alopecuroides</i> ; <i>Lycopodiella caroliniana</i> ; <i>Lycopodiella cernua</i> ; <i>Lycopodium</i> sp.; <i>Schizea</i> sp.; <i>Selaginella asperula</i> ; <i>Selaginella marginata</i> ; Tipo <i>Blechnum</i> ; Tipo <i>Polypodium</i> .
Briófitas	Inclui todos os esporos de Briófitas	<i>Phaeoceros laevis</i> ; <i>Sphagnum recurvum</i> .
Algas	Inclui todos os zigósporos de Algas	<i>Botryococcus</i> sp.; <i>Chamydomonas</i> sp.; <i>Debarya</i> sp.; <i>Mougeotia</i> sp.; <i>Pseudoschizaea rubina</i> ; <i>Spyrogira</i> sp.; <i>Zignema</i> sp.
Fungos	Inclui todas as estruturas reprodutivas ou estéreis de Fungos	<i>Biporipylonites</i> sp.; <i>Brachysporisporites</i> sp.; <i>Dicellaesporites</i> sp.; <i>Diporicellaesporites</i> sp.; <i>Desmidiospora</i> sp.; <i>Frasnacritetrus</i> sp.; <i>Gelasinospora adjuncta</i> ; <i>Gelasinospora reticulispota</i> ; Hifas; <i>Hypoxylonites</i> sp.; <i>Inapertisporites</i> sp.; <i>Mediaverrunites</i> sp.; <i>Multicellites</i> sp.; <i>Palaeomicetes</i> sp.; <i>Papulosporonites</i> sp.; <i>Pluricellaesporites</i> sp.; <i>Striadisporites</i> sp.
Zooclastos	Palinomorfos de origem animal	Mandíbulas de invertebrados; Ovos de Platielmintos

de sedimentação estão expressas em cm por 100 anos). Os dados obtidos revelam uma variação na dinâmica deposicional da vereda ao longo do tempo. Enquanto os 63 cm de turfa, mais profundos foram depositados em cerca de 3.700 anos, os 35 cm do topo foram depositados em mais de 8.000 anos. Este fato se traduz em taxas de sedimentação variáveis, inicialmente entre 1,5 e 2,0 cm/100 anos e posteriormente, próximo a 0,5 cm/100 anos. É possível que esta oscilação tenha sido produzida por uma variação real da taxa de sedimentação, no entanto, também pode ser o resultado da ocorrência de um hiato deposicional em algum ponto entre 0,33 m e 0,68 m de profundidade. Esta última hipótese, a ocorrência de um hiato deposicional, é a mais provável; um

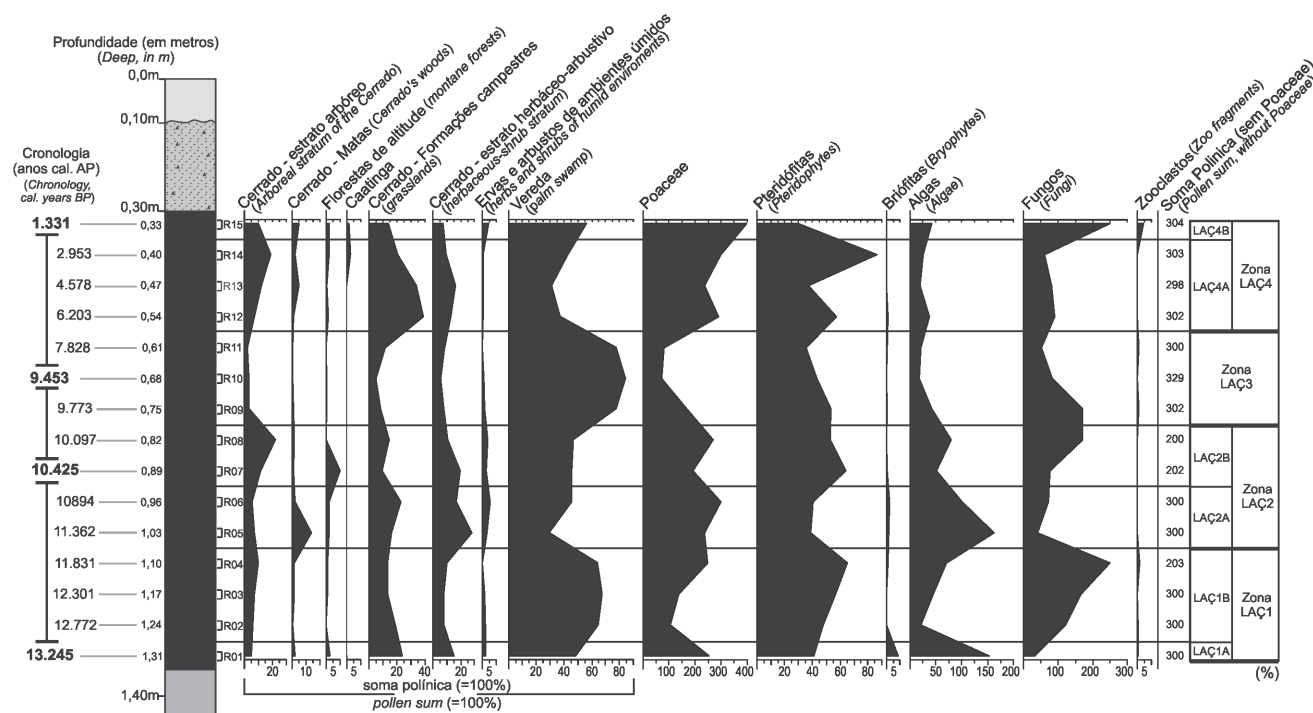
processo de ressecamento da vereda geraria uma diminuição da extensão da zona encharcada ocasionando a exposição parcial das camadas de organossolo, que passariam a sofrer um processo de erosão. Desta forma, é provável a presença de um hiato no perfil, apesar de não haver variações granulométricas no sedimento. As idades interpoladas exibidas na Figura 3 e nos diagramas polínicos foram estimadas sem levar em consideração a existência de um hiato, já que a idade e o tempo de duração do hiato não são conhecidos.

### Resultados e interpretações

Os diagramas de porcentagem e concentração elaborados no programa *Tilia* e *Tiliagraph* (Grimm, 1987) estão

**Tabela 2.** Profundidade das amostras datadas, idades radiocarbônicas convencionais, intervalos de calibração, idades médias calibradas e estimativa das taxas de sedimentação.**Table 2.** Depths of the dated samples, conventional radiocarbon dates, calibration intervals and median ages and estimations of sedimentation rates.

Amostras	Profundidade (m)	Código -Laboratório	Idade C <sup>14</sup> convencional (anos AP)	Idade calibrada 2σ (95% probabilidade)		Idade média (anos cal. AP)	Taxa de sedimentação
				Intervalos (anos cal. AP)	Área relativa		
R01	1,31	Beta-269832	11.370 ±70	[13.112 - 13.381]	1	13.245	Entre R01 e R07: 1,49 cm/100 anos
R07	0,89	Beta-289138	9.250 ± 40	[10.275 - 10.523] [10.532 - 10.554]	0,965 0,035	10.425	
R10	0,68	Ugams-8399	8.410 ± 30	[9.320 - 9.347]	0,049	9.453	Entre R07 e R10: 2,16 cm/100 anos
				[9.509 - 9.517]	0,009		
R15	0,33	Ugams-8057	1.440 ± 25	[1.299 - 1.375]	1	1.331	Entre R10 e R15: 0,43 cm/100 anos

**Figura 5.** Diagrama de porcentagem dos grupos polínicos.**Figure 5.** Percentage diagram of pollen groups.

apresentados nas Figuras 5 a 9; quatro zonas polínicas foram estabelecidas a partir da análise de agrupamento obtida com o programa *Coniss* (Figura 6). A seguir, são apresentadas as principais características dos conjuntos polínicos de cada zona, seguidas das interpretações paleoambientais.

**Zona LAÇ1**, entre 1,31 e 1,06m de profundidade; 13.245 anos cal. AP a ca. 11.600 anos AP (idade interpolada). Duas subzonas, **LAÇ1A**: 13.245 anos cal. AP a ca. 13.000 anos AP (idade interpolada); **LAÇ1B**: ca. 13.000 anos AP a ca. 11.600 anos AP (idades interpoladas).

Na Zona LAÇ1, a porcentagem dos elementos de Vereda começa relativamente baixa (em R01, subzona LAÇ1A) e aumenta atingindo cerca de 70% da soma polínica na subzona LAÇ1B (Figura 5). A concentração dos táxons que compõem o grupo Vereda varia significativamente entre as duas subzonas (Figura 8): a concentração de *Drosera* sp. e *Xyris* sp. é mais alta na subzona LAÇ1A e diminui na subzona LAÇ1B, enquanto o contrário ocorre com a palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*). A porcentagem de táxons arbóreos do Cerrado aumenta em direção ao topo da palizonona, enquanto as porcentagens dos elementos das Matas e de Florestas



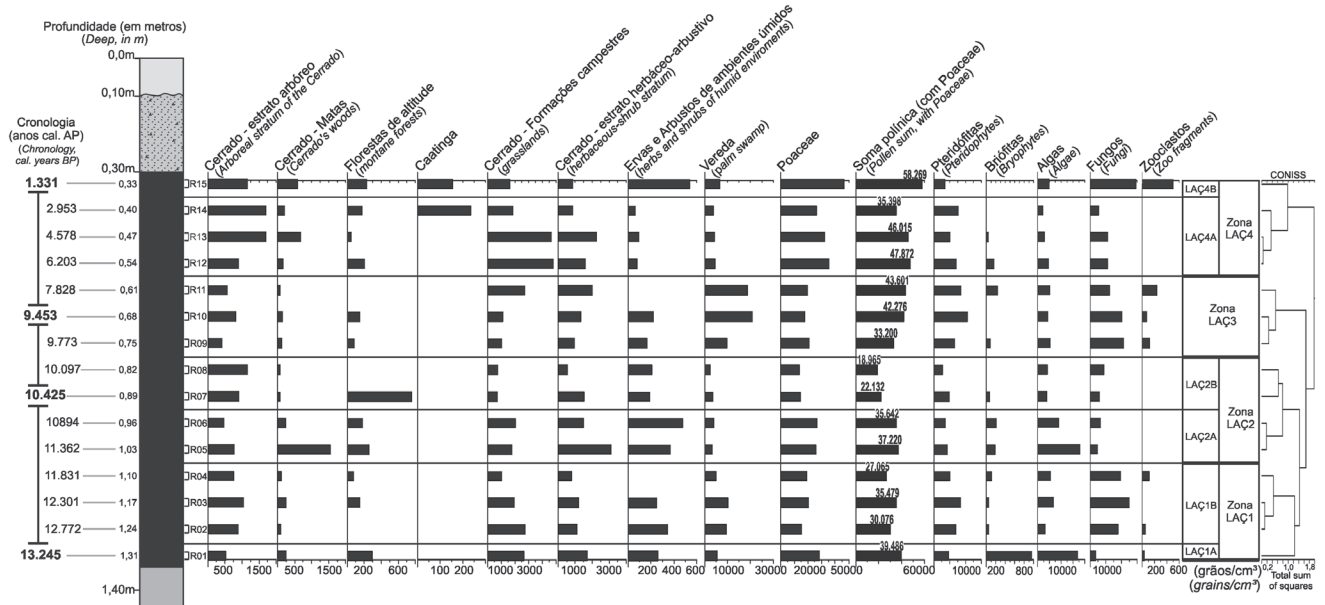


Figura 6. Diagrama de concentração dos grupos polínicos.

Figure 6. Concentration diagram of pollen groups.

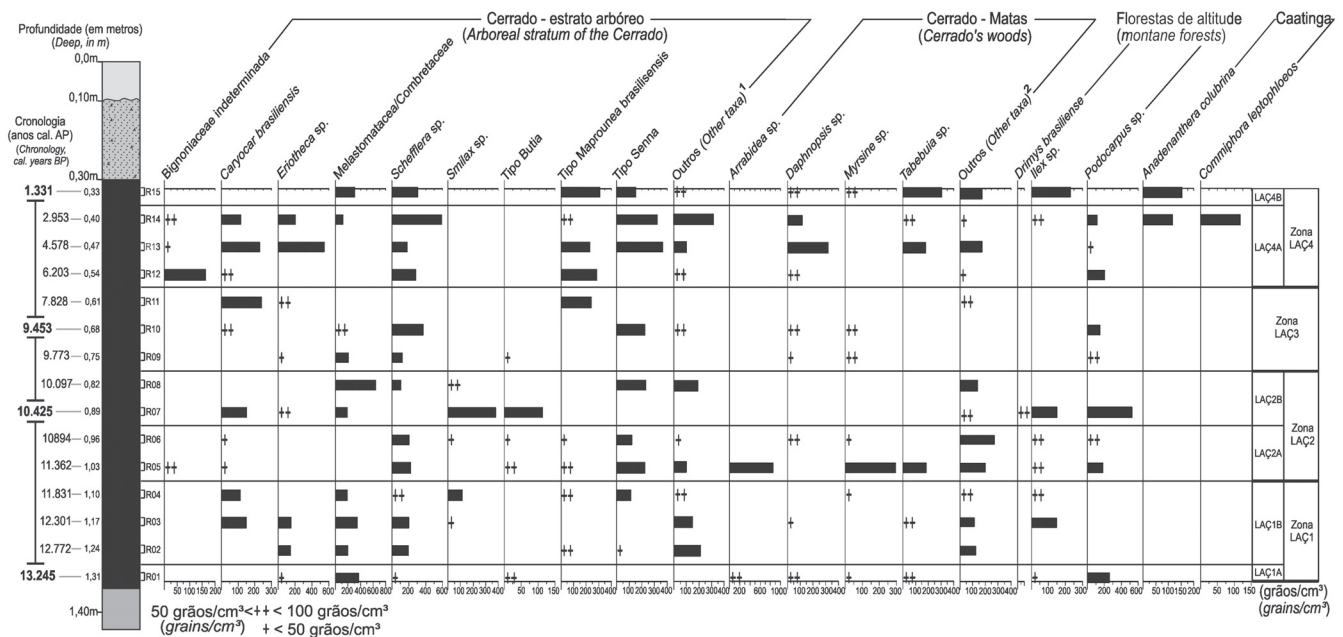
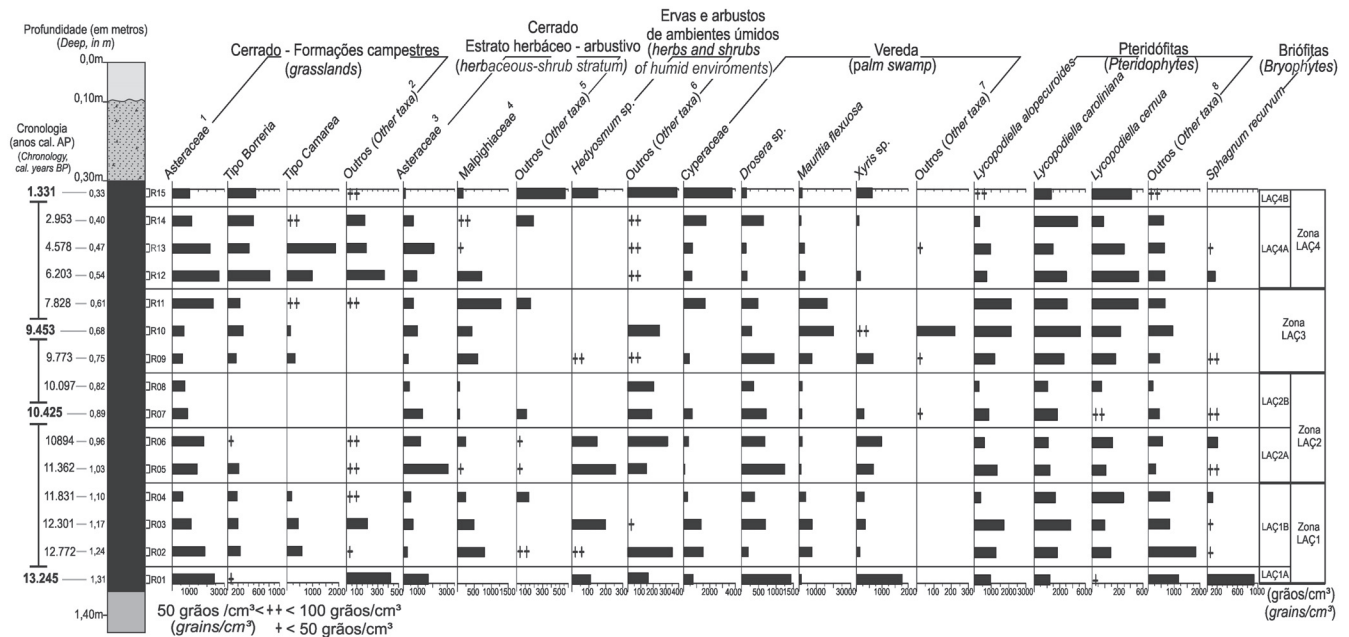


Figura 7. Diagrama de concentração dos elementos dos grupos Cerrado – Estrato arbóreo, Cerrado – Matas, Florestas de altitude e Caatinga.

Figure 7. Concentration diagram of the taxa from "Arboreal Stratum of the Cerrado", "Cerrado's woods", "Montane forests" and "Caatinga".

de Altitude diminuem nesta mesma direção (Figura 5). O aumento nas porcentagens de táxons arbóreos do Cerrado é acompanhado por um aumento na diversidade dos elementos deste grupo: na subzona LAÇ1A, apenas as melastomatáceas e as palmeiras do Tipo *Butia* Becc., 1916 ocorrem com frequências significativas; já na subzona LAÇ1B, aparecem vários táxons muito característicos do Cerrado (Figura 7). A porcentagem de táxons herbáceos e arbustivos (grupos formações Campestres e Estrato herbáceo-arbustivo do

Cerrado) diminui em direção ao topo da zona (Figura 5) e, enquanto na subzona LAÇ1A, os táxons herbáceos mais abundantes são as asteráceas (Figuras 8), a subzona LAÇ1B é caracterizada pela presença de táxons herbáceos e arbustivos da família Malpighiaceae. De forma semelhante aos demais táxons herbáceos, a concentração de Poaceae é alta na subzona LAÇ1A, atingindo cerca de 30.000 grãos/cm<sup>3</sup>, e mais baixa na subzona LAÇ1B, onde apresenta valores menores do que 20.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 6). Destaca-se



<sup>1</sup>inclui (taxa included): Tipo *Baccharis*, Tipo *Eupatorium* e Tipo *Senecio*; <sup>2</sup>inclui (taxa included): *Hyptis*, *Tragia lagoensis* e Tipo *Agarista*; <sup>3</sup>inclui (taxa included): Tipo *Aspilia* e Tipo *Vernonia*; <sup>4</sup>inclui (taxa included): Tipo *Heteropterys*, Tipo *Mascagnia*, Tipo *Peixotoa* e Tipo *Tetrapteryx*; <sup>5</sup>inclui (taxa included): *Gomphrena*, *Sebastiania* e *Solanum*; <sup>6</sup>inclui (taxa included): *Eryngium*, *Hidrocotyle*, *Peperomia*, *Utricularia* e Tipo *Gnaphalium*; <sup>7</sup>inclui (taxa included): *Ludwigia* e *Eriocaulaceae*; <sup>8</sup>inclui (taxa included): *Alsophila*, *Anemia*, *Cheilanthes*, *Cyathea*, *Gleichenia*, *Lindsaea*, *Lycopodium*, *Schizaea*, *Selaginella asperula*, *Selaginella marginata*, Tipo *Blechnum* e Tipo *Polypodium*.

**Figura 8.** Diagrama de concentração dos elementos dos grupos Formações Campestres, Estrato herbáceo-arbustivo, Ervas e arbustos de ambientes úmidos, Vereda, Pteridófitas e Briófitas.

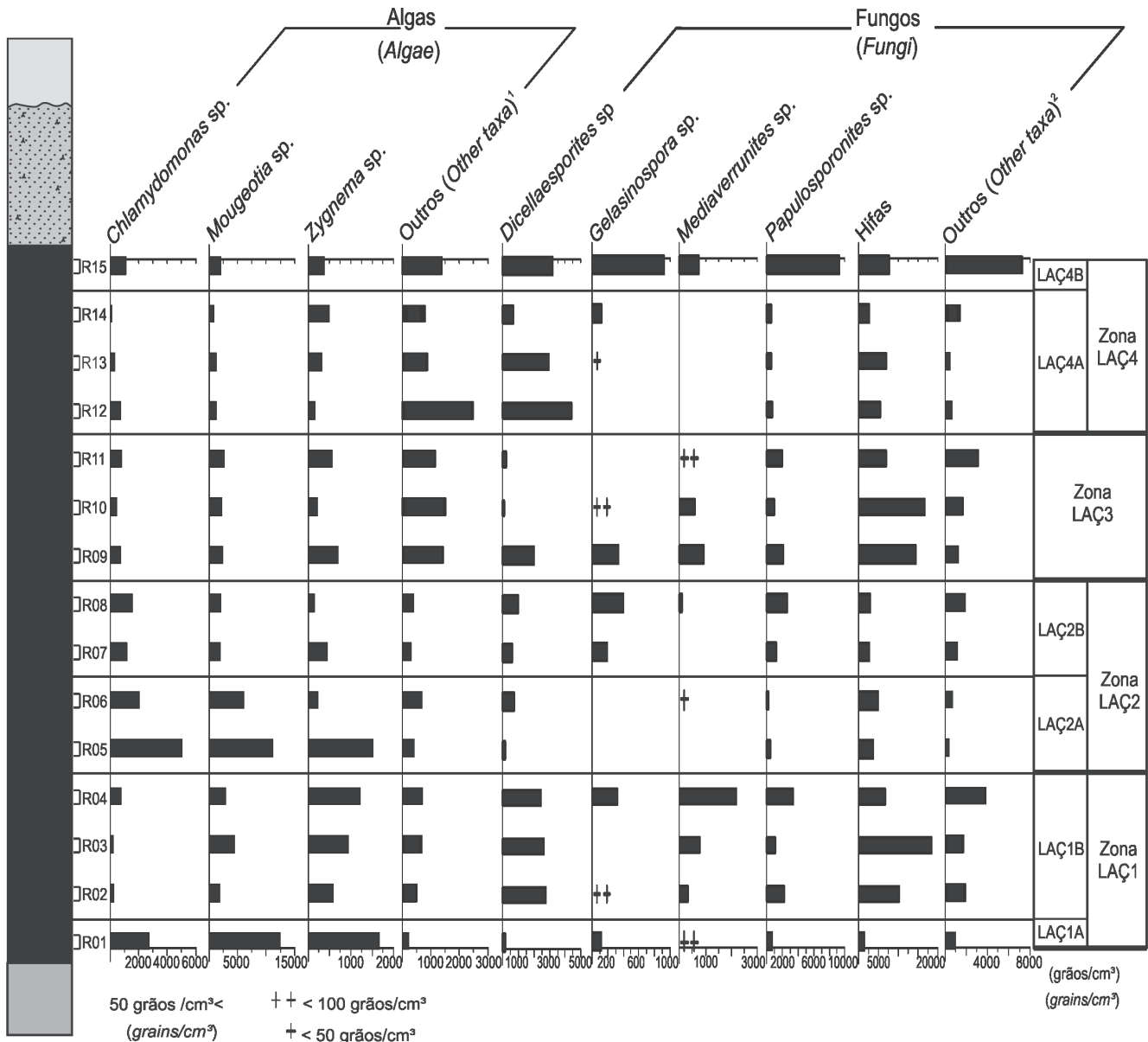
**Figure 8.** Concentration diagram of the taxa from “Grasslands”, “Herbaceous-shrub stratum of the Cerrado”, “Herbs and shrubs of humid environments”, “Palm Swamp”, “Pteridophytes” and “Bryophytes”.

ainda que a subzona LAÇ1A é a porção do perfil com mais alta concentração de briófitas, representadas pela espécie *Sphagnum recurvum* P. Beauv., 1805 (Figura 8), e apresenta também um dos mais altos valores de concentração de algas (Figura 9).

As características descritas para o conjunto polínico da subzona LAÇ1A indicam que há aproximadamente 13.245 anos AP, a zona encharcada da vereda, com a presença da palmeira *Mauritia flexuosa*, já estava presente, no entanto, os buritis eram pouco abundantes e a zona encharcada restrita. Em torno desta zona restrita com buritis, um espaço brejoso era habitado por ervas aquáticas como *Xyris* L., 1753 e *Drosera* L., 1753, por ciperáceas, por grande quantidade de gramíneas e pela briófito *Sphagnum recurvum*. A existência deste espaço brejoso sem a presença de buritis possibilitou o desenvolvimento de grande quantidade de algas como *Mougeotia* C. Agardh, 1824 e outras Zignematáceas. Os arbustos *Hedyosmum* Sw., 1788 e *Peperomia* Ruiz & Pav., 1794 também se desenvolveram neste local, ao lado de melastomatáceas. Ao redor deste espaço brejoso, havia uma vegetação campestre dominada por poáceas e asteráceas, semelhante à fitofisionomia Campo Limpo. Próximo ao córrego situado a jusante da vereda, e ao longo de outros córregos adjacentes, se desenvolviam Matas de Galeria com a presença de melastomatáceas, da palmeira *Butia*, e de *Podocarpus* L’Heritier ex Pers., 1807, *Ilex* L., 1753, *Myrsine* L., 1753 e *Bignoniáceas*. A presença nesta subzona de esporos de *Lycopodium* L., 1753, *Alsophila* R. Br., 1810 e *Schizaea* Sm., 1793 é condizente com a presença de Matas

de Galeria. Este quadro paleoambiental da subzona LAÇ1A (Figura 10A) indica que em 13.245 anos cal. AP, o clima na região do Chapadão dos Gerais era provavelmente um clima relativamente úmido e um pouco mais frio que o atual. Temperaturas um pouco mais baixas são sugeridas pela presença de Matas de Galeria com *Podocarpus*, *Ilex* e *Myrsine* aliada à ausência de táxons típicos do Cerrado, e pela grande quantidade de *Sphagnum recurvum*. No entanto, as temperaturas eram suficientemente altas para a ocorrência, ainda que restrita, de *Mauritia flexuosa*.

As características descritas para o conjunto polínico da subzona LAÇ1B indicam que a partir de cerca de 13.000 anos AP até aproximadamente 11.600 anos AP (subzona LAÇ1B) a vereda se expandiu sobre o espaço brejoso, aumentando a colonização pela palmeira *Mauritia flexuosa* (Figura 10B). A zona brejosa com *Sphagnum recurvum* deixou de existir e foi substituída pela vereda, agora bem desenvolvida, onde passaram a predominar pteridófitas típicas deste ambiente como as licopodiáceas. Em decorrência da expansão da vereda e da presença de grande quantidade de raízes na zona encharcada, diminuiu a quantidade de algas e os fungos aumentaram significativamente. As gramíneas continuaram muito abundantes, como parte do estrato herbáceo da vereda. Concomitantemente ao desenvolvimento da vereda, ocorreu uma mudança na vegetação do entorno, onde houve a substituição do Campo Limpo por uma vegetação do tipo Cerrado *sensu strictu*, com a presença de várias árvores típicas do Cerrado como *Caryocar brasiliensis* Cambess., 1828, *Eriotheca* Schott & Endl., 1832, *Erythroxylum* P.



<sup>1</sup>inclui (taxa included): *Botryococcus*, *Debarya*, *Spyrogira*, *Pseudoschyzaea*; <sup>2</sup>inclui (taxa included): *Biporipsilonites*, *Brachysporisporites*, *Diporicellaesporites*, *Desmidiospora*, *Frasnacritetrus*, *Hypoxylonites*, *Inapertisporites*, *Multicellites*, *Palaeomyces*, *Pluricellaesporites*, *Striadisporites*.

Figura 9. Diagrama de concentração dos elementos dos grupos Algas e Fungos.

Figure 9. Concentration diagram of the taxa from "Algae" and "Fungi".

Browne, 1756, *Lafoensia* Vand., 1788, *Schefflera* J.R. Forst. & G. Forst., 1775, *Campomanesia* Ruiz & Pav., 1794, *Allophylus* L., 1753, *Maprounea* A. St.-Hil., 1828, *Senna* Mill., 1754 e melastomatáceas. Um estrato herbáceo-arbustivo bem desenvolvido estava presente com várias espécies de Malpighiaceae, Asteraceae e Rubiaceae, entre outras. Provavelmente, ao longo dos córregos permaneceram as Matas de Galeria, agora compostas por alguns dos táxons típicos do Cerrado já citados além de *Tabebuia* Gomes ex DC., 1838, *Doliocarpus* Rol., 1756 e anacardiáceas. Esta mudança na vegetação entre 13.000 e 11.600 anos AP mostra um aumento na temperatura em relação à subzona anterior e a ocorrência de um clima semelhante ao atual, do

tipo tropical subúmido, com uma estação seca de quatro a cinco meses, propício para o desenvolvimento da vegetação do Cerrado. No topo da subzona, há cerca de 11.800 anos AP, é provável a ocorrência de uma estação seca um pouco mais prolongada, o que gerou uma retração da vereda neste período. Este fato é sugerido pela diminuição na concentração de *Mauritia flexuosa* e é a provável explicação para a baixa concentração de grãos de pólen na amostra R04. Um clima com estação seca mais prolongada que levaria ao ressecamento ocasional das bordas da zona de fundo, expondo o solo turfoso, ocasionaria uma má preservação dos grãos de pólen, diminuindo a sua concentração ou oxidando-os parcialmente, fatos verificados na amostra



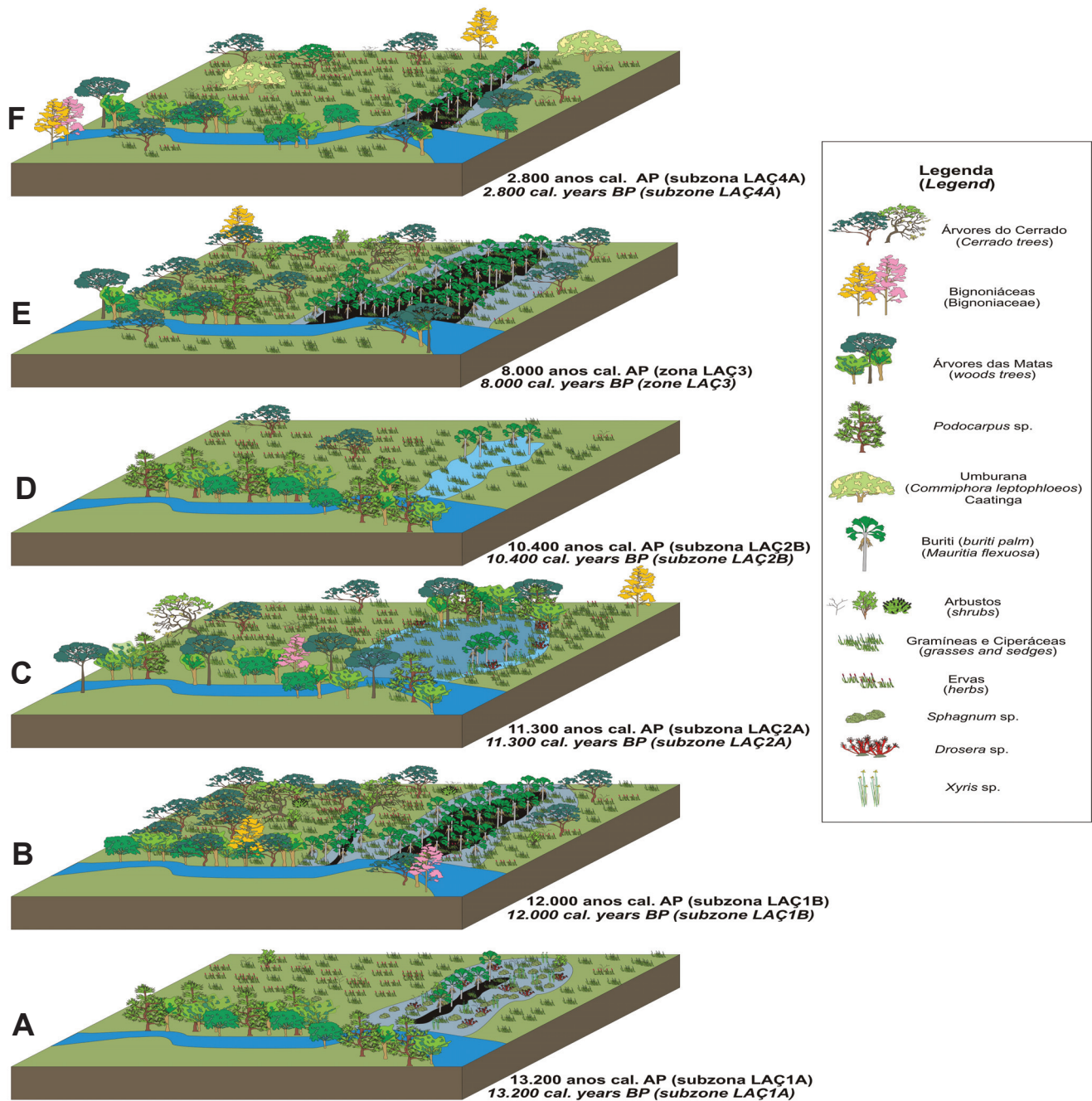


Figura 10. Representação esquemática da evolução da paisagem da região da Vereda Laçador ao longo dos últimos 13.200 anos AP.

Figure 10. Schematic representation of the landscape evolution of the Laçador Palm Swamp during the last 13,200 years BP.

do topo da subzona LAÇ1B (R04). A presença de incêndios neste período como consequência da estação seca mais prolongada, é indicada pela alta concentração de *Gelasinospora Cain*.

**Zona LAÇ2**, 1,06m a 0,78m de profundidade; ca. 11.600 anos AP a ca. 9.935 anos AP (idades interpoladas). Duas subzonas, **LAÇ2A**: ca. 11.600 anos AP a ca. 10.660 anos AP (idades interpoladas); **LAÇ2B**: ca. 10.660 anos AP a ca. 9.935 anos AP (idades interpoladas, idade  $^{14}\text{C}$  de 10.425 anos cal. AP em 0.89m de profundidade).

Na Zona LAÇ2, os elementos de vereda constituem sempre menos que 45% da soma polínica, valor baixo quando comparado com as outras zonas (Figura 5). A baixa porcentagem destes elementos é principalmente o reflexo de uma baixa concentração de *Mauritia flexuosa*; outros elementos, como *Drosera* e *Xyris*, estão presentes e são relativamente abundantes (Figura 8). Os táxons arbóreos do Cerrado estão presentes ao longo da Zona LAÇ2 em concentrações significativas. No entanto, na subzona LAÇ2A, os elementos arbóreos típicos de Matas chegam a representar mais de 10% da soma polínica, o que é o

maior valor percentual atingido para estes elementos no perfil (Figura 5) e em R05, a concentração destes elementos (superior a 1.500 grãos/cm<sup>3</sup>) é maior que a concentração de elementos arbóreos do Cerrado (Figura 6). Na subzona LAÇ2B, destaca-se a alta concentração de *Podocarpus* e a presença de *Drimys brasiliense* Miers. na amostra R07, sua única ocorrência no perfil (Figura 7). Quanto aos elementos herbáceos e arbustivos, estes são abundantes em toda a zona (Figura 5), e apresentam os maiores valores percentuais na subzona LAÇ2A. Concentrações relativamente altas de ervas de ambientes úmidos também foram encontradas nesta subzona (Figura 6). As algas são muito abundantes na subzona LAÇ2A; em R05 ocorre a maior concentração de algas do perfil e em R06, a concentração diminui bastante, mas permanece relativamente alta (Figura 6). Já a subzona LAÇ2B é marcada pela baixa concentração e porcentagem de algas. Em relação aos fungos, destaca-se que a subzona LAÇ2B apresenta grande diversidade destes elementos e nota-se também a ocorrência expressiva de esporos de *Gelasinospora* nesta subzona, indicando a presença de incêndios frequentes.

Em síntese, o conjunto polínico da Zona LAÇ2 é caracterizado por porcentagens relativamente baixas de elementos de vereda; as suas duas subzonas apresentam conjuntos polínicos diferenciados: a subzona LAÇ2A é marcada pelo aumento de elementos arbóreos de Mata e pela alta concentração de algas; na subzona LAÇ2B, destaca-se a baixa concentração total de grãos de pólen e a presença de táxons de florestas de altitude.

A significativa diminuição de *Mauritia flexuosa* observada no conjunto polínico da subzona LAÇ2A indica a ocorrência de uma queda na temperatura no período entre 11.600 anos AP e 10.660 anos AP. A menor quantidade de buritis, e a proliferação de algas *Mougeotia* C. Agardh, 1824, *Zygnema* C. Agardh, 1817 e *Chlamydomonas* Ehrenberg, 1833, cuja presença é compatível com uma diminuição da temperatura, indicam a retração da vereda propriamente dita e a formação de um pântano no local. Vários elementos que fazem parte de Matas inundáveis estão presentes, como a própria *Mauritia*, e os gêneros *Protium* Burm. f., 1768, *Peperomia*, *Hedyosmum brasiliense* e *Ilex*, além de *Symplocos* Jacq., 1760 e *Schefflera* que podem fazer parte destas matas. Além destes elementos comuns em locais periodicamente inundáveis, outros elementos de Matas estão presentes como *Podocarpus*, *Myrsine*, bignoniáceas, *Daphnopsis* Mart., 1824 e *Doliocarpus*. Provavelmente as Matas se desenvolveram nas regiões próximas aos córregos e talvez cobrissem parcialmente a região anteriormente ocupada pela vereda, se dispondo ao redor da zona brejosa (Figura 10C). Grande parte dos elementos presentes nestas matas é adaptada a um clima relativamente frio. Os elementos herbáceos foram extremamente abundantes neste período e dominavam a paisagem. A grande quantidade e diversidade de elementos herbáceos, e a presença de árvores típicas do Cerrado *stricto sensu* como *Caryocar brasiliensis* Cambess., 1828, *Bowdichia* Kunth., 1824, *Lafoensia* Vand., 1788 e *Maprounea* A. St.-Hil., 1828

indicam que existia no Chapadão das Gerais uma vegetação savânica do tipo Cerrado *stricto sensu* ralo nas áreas circunvizinhas à vereda. A predominância de elementos herbáceos sugere uma possível queda na umidade, associada à mencionada queda na temperatura.

Nas amostras da subzona LAÇ2B, que representa o período entre aproximadamente 10.660 e 9.935 anos AP, os grãos de pólen são menos abundantes que no restante do perfil e a comparação com as outras amostras é dificultada pelo fato de que quase todos os elementos apresentam uma baixa concentração. No entanto, a análise dos diagramas de porcentagem indica que há cerca de 10.400 anos AP (base da subzona LAÇ2B), houve a continuação da tendência anterior de queda na temperatura e na umidade (Figura 10D), *Mauritia* apresentou valores percentuais muito baixos, o que indica que este não era um elemento importante na vegetação da época, os táxons arbóreos *Podocarpus* e *Ilex* passaram a ser significativos em termos proporcionais e houve o aparecimento de *Drimys brasiliense*, táxon típico de ambientes mais frios.

Possivelmente, em aproximadamente 10.000 anos AP, o clima se tornou mais seco, com a presença de uma estação seca mais longa, o que gerou o ressecamento parcial da área da vereda e a exposição das camadas à oxidação, ocasionando a má preservação dos palinomorfs nas camadas correspondentes às amostras R07 e R08. A alta porcentagem de esporos de fungos e a presença de *Gelasinospora* na amostra R08 corroboram a presença de um clima mais seco nesta época.

**Zona LAÇ3**, 0,78m a 0,57m de profundidade; de ca. 9.935 anos AP a ca.7.020 anos AP (idades interpoladas, idade <sup>14</sup>C de 9.453 anos cal. AP em 0,68m de profundidade).

Na Zona LAÇ3, os elementos de Vereda atingem um máximo de 80% do conteúdo polínico. Este pico de elementos de vereda está relacionado ao considerável aumento na concentração de *Mauritia flexuosa*. Apesar de todos os elementos de vereda estarem presentes nesta zona, *M. flexuosa* é responsável pela quase totalidade da concentração do grupo Vereda (Figura 8). Na Zona LAÇ3, os táxons arbóreos do Cerrado, das Matas e das Florestas de Altitude apresentam valores percentuais muito baixos (Figura 5), no entanto, diferentes táxons arbóreos típicos do Cerrado aparecem com concentrações significativas em amostras da zona (Figura 7). A porcentagem de elementos herbáceos e arbustivos é mais alta que a de elementos arbóreos, apesar de que em relação às outras zonas, esta apresenta os valores percentuais mais baixos destes elementos (Figura 5). A concentração de Poaceae é relativamente baixa, próxima de 20.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 6), e em termos percentuais os valores alcançados pelas poáceas são, em relação ao resto do perfil, muito baixos nesta zona (Figura 5).

As características do conjunto polínico da Zona LAÇ3 indicam que, após um período relativamente mais seco e frio (Zona LAÇ2), a umidade voltou a aumentar no Chapadão dos Gerais. Entre 9.935 e 7.020 anos AP, a vereda se expandiu novamente e os buritis se tornaram muito

abundantes, mais do que em qualquer outra época do perfil. No entorno da vereda, havia uma vegetação do tipo Cerrado *stricto sensu* com a presença de árvores como *Caryocar brasiliensis*, *Eriotheca*, *Schefflera* e *Stryphnodendron* Mart., 1837 e um estrato herbáceo-arbustivo com a presença de poáceas, asteráceas, malpighiáceas e rubiáceas (Figura 10E). A vegetação neste período foi semelhante àquela que existiu entre 13.000 e 11.600 anos AP (subzona LAÇ1B), mas a vereda era provavelmente mais desenvolvida que naquele período. Assim, entre 9.345 e 7.020 anos AP o clima da região era quente e úmido, talvez um pouco mais quente e um pouco mais úmido que o clima atual.

**Zona LAÇ4**, 0,57 a 0,30m de profundidade; de 7.020 anos AP (idade interpolada) a 1.330<sup>14</sup> C anos cal. AP. Duas subzonas, **LAÇ4A**, 7.020 anos AP a 2.140 anos AP (idades interpoladas); **LAÇ4B**, 2.140 anos AP (idade interpolada) a 1.330<sup>14</sup> C anos cal. AP.

Na subzona LAÇ4A, os valores percentuais de táxons de vereda estão abaixo de 40% (Figura 5). Na subzona LAÇ4B, há um aumento na concentração e na porcentagem destes elementos, que passam a representar aproximadamente 55%, no entanto, este aumento é principalmente devido a uma maior concentração de Cyperaceae, que atinge o seu maior valor de todo o perfil; a concentração de *Mauritia flexuosa* permanece baixa na subzona LAÇ4B (Figura 8). Os táxons arbóreos do Cerrado são abundantes em toda a zona; os táxons arbóreos das Matas também voltam a ser abundantes. Além destes elementos, aparecem também táxons arbóreos da vegetação da Caatinga: *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, 1980 e *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan., 1955 (Figura 7); estes táxons ocorrem no topo da subzona LAÇ4A (amostra R14) e na subzona LAÇ4B (amostra R15). Apesar dos táxons arbóreos apresentarem concentrações relativamente altas nesta zona, em termos percentuais, os elementos herbáceo-arbustivos são mais representativos (Figura 5); por exemplo, os elementos típicos das formações Campestres atingem o seu maior valor percentual do perfil. As poáceas são muito abundantes em toda a zona, mas especialmente na subzona LAÇ4B, onde sua concentração ultrapassa os 50.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 6). Destaca-se ainda, o baixo percentual de algas em toda a zona e a alta concentração e diversidade dos fungos na subzona LAÇ4B.

Em síntese, o conjunto polínico da Zona LAÇ4 é caracterizado por uma nova diminuição na porcentagem de táxons de Vereda, pelo aumento de elementos herbáceos, pela presença significativa de árvores do Cerrado e ocorrência de elementos da Caatinga. Estas características indicam que, entre 7.020 e 1.330 anos AP, houve uma tendência de diminuição da umidade. A vereda volta a se retrair, a presença de *Mauritia flexuosa* é bem menor que no período anterior. A possível ocorrência de um hiato deposicional, mencionada anteriormente, se deu neste período, em algum momento entre 7.020 e 1.330 anos AP. O hiato seria então decorrente de um período em que a diminuição da umidade atingiu o seu máximo, com a instalação de um período semi-árido e consequente ressecamento prolongado da vereda.

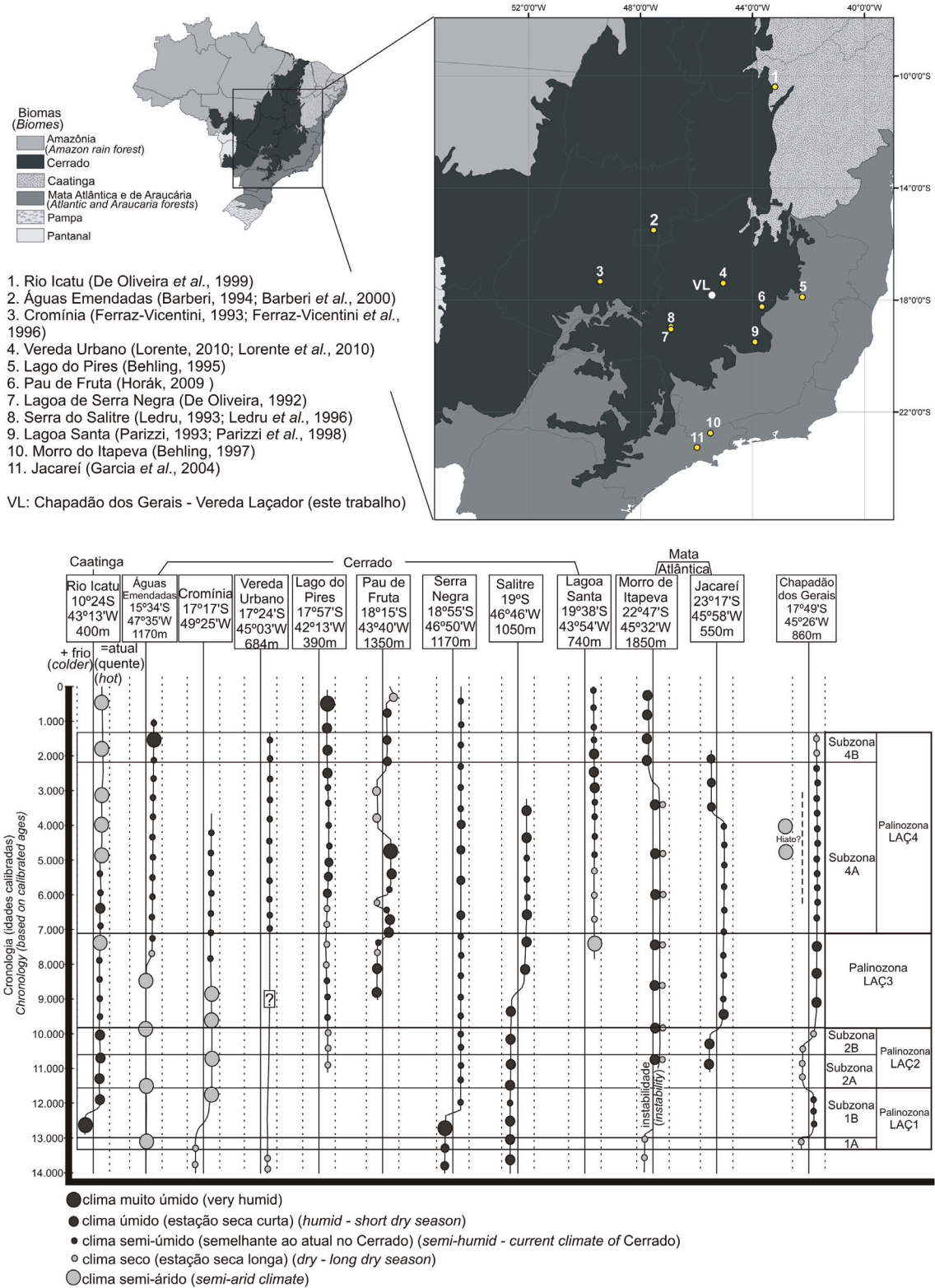
Além de ocorrer uma retração da vereda, depois de 7.020 anos AP, a vegetação no entorno da vereda se tornou uma vegetação mais aberta. Elementos arbóreos do Cerrado como *Caryocar brasiliensis*, *Eriotheca*, *Erythroxylum*, *Plenckia populnea* Reissek, 1861, *Lafoensia*, *Roupala* Aubl., 1775, *Schefflera*, *Styrax* L., 1753, *Maprounea* e *Senna* estavam presentes, no entanto plantas herbáceas típicas de formações campestres como *Polygala* L., 1753, *Borreria* G. Mey., 1818 e asteráceas eram proporcionalmente mais importantes que o estrato arbóreo. Isto indica que o Cerrado na região do Chapadão das Gerais era mais aberto que no período anterior e poderia ser caracterizado como um Cerrado *stricto sensu* ralo (Figura 10F). A alta concentração de gramíneas neste período também indica uma vegetação mais aberta. Assim, a retração da vereda e a presença de uma vegetação mais aberta aliadas à baixa ocorrência de algas indicam uma diminuição na disponibilidade hídrica da região. Além disto, no topo da subzona LAÇ4A aparecem dois elementos da Caatinga na vegetação do Chapadão dos Gerais, *Commiphora leptophloeos* e *Anadenanthera colubrina*. Atualmente, a nordeste do Chapadão das Gerais, na região de Montes Claros (norte de Minas Gerais) ocorrem áreas com vegetação da Caatinga; estas são as latitudes mais meridionais que este tipo de vegetação atinge na atualidade. Um clima com uma menor precipitação e uma estação seca um pouco mais longa (cinco a seis meses) pode ter ocasionado a expansão de alguns elementos da Caatinga para a região próxima à vereda. No entanto, o clima permaneceu suficientemente úmido e a estação chuvosa suficientemente longa para a permanência da vereda e dos buritis. Também, a presença de uma Mata de Galeria ao longo dos córregos próximos à vereda é indicada pela presença de anacardiáceas, *Daphnopsis*, *Tabebuia*, *Ilex* e *Podocarpus*.

Em aproximadamente 1.330 anos AP (subzona LAÇ4B) uma vegetação similar continuou existindo no local, havendo, no entanto, um aumento ainda maior na proporção de gramíneas na vegetação, um notável aumento na presença das ciperáceas, uma diminuição das pteridófitas e principalmente, um grande aumento na diversidade e na abundância de fungos. É particularmente notável a ocorrência significativa das duas espécies de *Gelasinospora*. A presença de *Mauritia* relativamente baixa, o aumento na ocorrência de Cyperaceae e *Xyris* e a presença de outras ervas de ambientes úmidos como *Gnaphalium* L., 1753 e *Utricularia* L., 1753 podem estar associados à substituição parcial da zona encharcada da vereda pela zona úmida, a primeira se tornando então mais restrita. Estas características da subzona LAÇ4B podem ser indicativas de uma maior ocorrência de fogos, o que seria uma consequência da maior duração da estação seca. Esta subzona parece assim representar um clima ainda mais seco do que a subzona anterior.

## DISCUSSÃO

Para avaliar a relação entre a sucessão fitofisionômica no Chapadão dos Gerais com as mudanças climáticas regionais no Quaternário tardio, foi feita uma comparação





**Figura 11.** Representação esquemática e simplificada das mudanças climáticas ao longo do Holoceno em onze sítios palinológicos de estudos prévios e na região do Chapadão dos Gerais. No topo da figura é apresentado um mapa com a localização dos sítios e as referências bibliográficas; na curva que representa o sítio do Morro do Itapeva, a parte onde figuram símbolos claros e escuros representa um período de clima seco no platô da Serra da Mantiqueira e clima úmido em suas vertentes.

**Figure 11.** Schematic and simplified representation of the climatic changes recorded during the Holocene in eleven palynological sites from previous studies and in the Chapadão dos Gerais region. On the top, is presented a map with the location of the sites and the bibliographic references of these previous studies; in the curve that represents Morro do Itapeva site, the part with dark and light symbols represents a phase when the climate was dry on the top of the Mantiqueira mountain range and was humid on the hillside.

dos dados paleoambientais obtidos na análise palinológica da Vereda Laçador com dados de trabalhos palinológicos prévios (Figura 11). Dos estudos prévios considerados, oito foram realizados dentro do Bioma Cerrado, nas localidades de Lagoa de Serra Negra, Cromínia, Salitre, Lagoa Santa, Águas Emendadas, Lago do Pires, turfeira de Pau da Fruta e Fazenda Urbano (De Oliveira, 1992; Ferraz-Vicentini, 1993; Ledru, 1993; Parizzi, 1993; Barberi, 1994; Behling, 1995; Horák, 2009; Lorente, 2010); dois na região da Mata Atlântica, em Morro do Itapeva e Jacaré (Behling, 1997; Garcia *et al.*, 2004) e um na região da Caatinga, no Vale do Rio Icatu (De Oliveira *et al.*, 1999).

A Figura 11 apresenta um mapa com a localização destes sítios e uma representação esquemática simplificada das mudanças climáticas sugeridas pelos autores para cada um dos locais. Nesta figura se encontram também as

coordenadas geográficas e a altitude dos sítios, assim como as referências bibliográficas para cada um dos trabalhos. Nota-se que está representado apenas o período entre 13.500 anos AP e o presente, apesar de alguns testemunhos abrangerem períodos de tempo mais longos, já que somente para este período é possível uma comparação com o presente trabalho. Nos trabalhos citados, os autores utilizaram idades radiocarbônicas convencionais, isto é, não calibradas. Para possibilitar uma comparação mais acurada entre os dados, todas as idades apresentadas nestes trabalhos foram calibradas com o programa *Calib 6.1.0* (Stuiver & Reimer, 1993), utilizando-se a base de dados *IntCal09* (Reimer *et al.*, 2009). O gráfico da Figura 11 foi construído a partir das idades calibradas (e não das idades convencionais utilizadas nos artigos citados) e todas as idades citadas abaixo são igualmente idades calibradas. A Tabela 3 apresenta os

**Tabela 3.** Intervalos de calibração das idades C<sup>14</sup> convencionais dos artigos citados no texto e na Figura 11. Idades calibradas com o programa *Calib 6.1.0* (Stuiver & Reimer, 1993) e a base de dados *IntCal09* (Reimer *et al.*, 2009).

**Table 3.** Calibration intervals for the C<sup>14</sup> conventional ages of the sites used in the text and in Figure 11. Calibration performed with *Calib 6.1.0* (Stuiver & Reimer, 1993) and data set *IntCal09* (Reimer *et al.*, 2009).

Localidade	Referência Bibliográfica	Amostra (Código - Laboratório)	Idade C <sup>14</sup> convencional (anos AP)	Idade calibrada 2σ (95% probabilidade)		Idade média (anos cal. AP)
				Intervalos (anos cal. AP)	Área relativa	
Rio Icatu	De Oliveira <i>et al.</i> , 1999	Beta 97254	4.240 + 70	[4.569 - 4.969]	1	4.753
		Beta 97255	6.790 + 80	[7.498 - 7.794]	1	7.640
		Beta 97256	8.910 + 80	[9.741 - 10.225]	1	10.015
		Beta 97257	8.920 + 120	[9.603 - 10.254]	1	9.998
				[12.143 - 12.193]	0,037	
		Beta 97258	10.540 + 80	[12.208 - 12.358]	0,147	12.469
Águas emendadas	Barberi <i>et al.</i> , 2000	OBDY1593	1.080 + 40	[929 - 1.061]	1	991
		OBDY1592	2.260 + 80	[2.009 - 2.020]	0,005	2.245
				[2.040 - 2.468]	0,995	
		OBDY1595	2.600 + 60	[2.488 - 2.644]	0,349	2.722
				[2.665 - 2.849]	0,651	
		OBDY1152	7.220 + 50	[7.959 - 8.162]	1	8.036
Cromínia	Ferraz-Vicentini <i>et al.</i> , 1996	Beta 45715	6.680 + 90	[7.426 - 7.680]	1	7.550
		Bondy00956	13.150 + 50	[15.289 - 16.526]	1	15.993
Vereda Urbano	Lorente <i>et al.</i> , 2010			[1.307 - 1.422]	0,825	
		Beta276187	1.500 + 40	[1.431 - 1.442]	0,019	1.383
				[1.458 - 1.516]	0,155	
		Beta273522	11.640 + 60	[13.323 - 13.678]	1	13.487
		Beta273521	12.230 + 60	[13.858 - 14.538]	1	14.091
Lago do Pires	Behling, 1995			[15.241 - 16.481]	1	15.918
				[732 - 989]	0,977	
		Beta 70046	970 + 70	[993 - 998]	0,003	868
				[1.031 - 1.051]	0,02	
		Beta 70047	2.780 + 70	[2.757 - 3.066]	1	2.890
		Beta 67175	4.460 + 90	[4.861 - 5.313]	1	5.105
		Beta 68531	7.500 + 80	[8.165 - 8.447]	1	8.308
Beta 68532	8.810 + 120	[9.557 - 10.178]	1	9.873		
		[10.443 - 10.451]	0,003			
		[10.495 - 11.169]	0,997			
		Beta 68533	9.480 + 110			10.785

Tabela 3. Cont.

Localidade	Referência Bibliográfica	Amostra (Código - Laboratório)	Idade C <sup>14</sup> convencional (anos AP)	Idade calibrada 2σ (95% probabilidade)		Idade média (anos cal. AP)
				Intervalos (anos cal. AP)	Área relativa	
Turfeira Pau de Fruta	Horák, 2009	UGAMS4921	430 + 25	[343 - 346] [462 - 523]	0,005 0,995	501
		UGAMS4922	500 + 25	[506 - 544]	1	526
		UGAMS4920	4.030 + 30	[4.422 - 4.572]	1	4.485
		UGAMS4919	5.430 + 30	[6.190 - 6.290]	1	6.240
		UGAMS4923	8.090 + 30	[8.985 - 9.093] [9.102 - 9.122]	0,973 0,027	9.018
Lagoa de Serra Negra	De Oliveira, 1992		1.250 + 70	[1.001 - 1.031] [1.051 - 1.297]	0,035 0,965	1.178
			5.000 + 80	[5.602 - 5.905]	1	5.746
			14.340 + 90	[17.180 - 17.891]	1	17.555
Salitre	Ledru <i>et al.</i> , 1996	551	3.060 + 210	[2.755 - 3.720] [3.803 - 3.809]	0,999 0,001	3.241
		574	3.900 (+ 400) (- 380)	[3.356 - 5.330] [5.376 - 5.456]	0,989 0,01	4.339
		556	4.350 (+ 540) (- 510)	[3.560 - 6.206]	1	4.904
		555	5.560 (+ 370) (- 360)	[5.590 - 7.179] [7.194 - 7.245]	0,992 0,008	6.365
		569	7.990 (+360) (-350)	[8.042 - 9.668]	1	8.892
		570	9.150 (+ 330) (- 320)	[9.535 - 11.197]	1	10.337
		495	10.440 (+ 620) (- 580)	[10.394 - 13.466]	1	12.070
		496	10.350 (+ 910) (-820)	[9.471 - 14.124]	1	11.916
		550	12.890 (+ 390) (-170)	[14.109 - 16.747]	1	15.472
		571	14.230 (+ 610) (-570)	[15.288 - 15.312] [15.453 - 18.673]	0,002 0,998	17.335
Lagoa Santa	Parizzi <i>et al.</i> , 1998	OBDY716	1.440 + 430	[561 - 597] [633 - 2.332]	0,006 0,994	1.392
		OBDY948	5.020 + 50	[5.653 - 5.900]	1	5.771
Morro do Itapeva	Behling, 1997	Beta77279	580 + 50	[524 - 656] [2.363 - 2.422]	1 0,056	598
		Beta77280	2.570 + 80	[2.426 - 2.793] [2.828 - 2.840]	0,935 0,009	2.624
		Beta77281	4.090 + 60	[4.438 - 4.488] [4.497 - 4.730] [4.731 - 4.743]	0,105 0,677 0,015	4.613
		Beta79123	8.640 + 60	[4.748 - 4.821] [9.500 - 9.511] [9.516 - 9.772]	0,202 0,006 0,994	9.609
		Beta77283	14.270 + 130	[19.634 - 19.646] [19.839 - 20.459]	0,003 0,997	17.361
		Beta68157	4.130 + 70	[4.445 - 4.474] [4.477 - 4.481] [4.514 - 4.837]	0,038 0,004 0,958	4.665
		Beta68156	8.100 + 90	[8.653 - 8.671] [8.698 - 9.294]	0,009 0,991	9.031
Jacareí	Garcia <i>et al.</i> , 2004	Beta68155	9.720 + 100	[10.742 - 11.289] [11.292 - 11.303]	0,995 0,005	11.097



resultados da calibração das idades para cada um dos trabalhos citados.

Visando maior clareza na comparação destes dados, as considerações a seguir serão divididas em três intervalos de tempo: de 13.500 a 11.600 anos AP; de 11.600 a 7.000 anos AP; e de 7.000 a 1.300 anos AP.

#### De 13.500 a 11.600 anos AP

A análise palinológica do testemunho da Vereda Laçador mostrou que por volta de 13.250 anos cal. AP, o clima na região do Chapadão dos Gerais era um pouco mais frio que o atual. Na vereda da Fazenda Urbano, Lorente *et al.* (2010) encontraram até cerca de 13.490 anos cal. AP a predominância de elementos herbáceos e ocorrência dos táxons arbóreos *Podocarpus*, *Ilex*, *Daphnopsis*, *Hedyosmum* e *Butia*, que também foram os principais elementos arbóreos encontrados na Vereda Laçador neste período (subzona LAÇ1A); em ambos locais, a vegetação ao redor da vereda era constituída por um Campo Limpo. Para Lorente (2010), esta vegetação está relacionada a condições mais secas do que as atuais. Nas demais localidades do Cerrado (Figura 11), os dados palinológicos sugerem que o final do Pleistoceno foi uma época mais fria que a atual: na vereda de Cromínia (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau, 1996), até *ca.* 13.200 anos cal. AP, uma vegetação herbácea predominava em condições de clima mais frio e seco do que o atual; em Salitre (Ledru, 1993), na região oeste de Minas Gerais, a ocorrência de Matas de Galeria e Florestas de Araucária indica temperaturas mais baixas que as atuais e um clima úmido neste período; o mesmo foi atestado na Lagoa de Serra Negra (De Oliveira *et al.*, 1992), localizada perto de Salitre. Na vereda de Águas Emendadas, não houve deposição de turfa entre 25.040 e 7.500 anos cal. AP, todo esse período foi considerado como uma época de clima semi-árido (Barberi *et al.*, 2000). Na Mata Atlântica e na Caatinga, os estudos palinológicos também sugerem condições mais frias que as atuais no final do Pleistoceno: em Morro do Itapeva, entre *ca.* 20.190 e 12.800 anos cal. AP, sob um clima frio e relativamente úmido, se desenvolveu uma vegetação predominantemente herbácea com a presença de uma turfeira com *Sphagnum* e ocorrência localizada de florestas nebulosas com elementos da Mata Atlântica e da Mata de Araucária (Behling, 1997). Na região atualmente ocupada pela Caatinga, entre *ca.* 12.870 e 12.570 anos cal. AP, além de mais frio, o clima era muito mais úmido que o atual, fato atestado pela presença de uma cobertura florestal densa com alta frequência de elementos arbóreos da Mata Atlântica (De Oliveira *et al.*, 1999).

Assim, um clima mais frio que o atual no final do Pleistoceno é atestado não somente na região do Chapadão dos Gerais, mas também em várias outras localidades dentro e fora do Bioma Cerrado.

No entanto, quando se iniciou a deposição na Vereda Laçador, a fase climática fria, bastante longa, já estava no fim. De fato, se em 13.250 anos cal. AP, no início da deposição, existem indícios de temperaturas mais baixas, pouco tempo depois, a partir de aproximadamente 13.000

anos cal. AP, as temperaturas se elevaram no Chapadão dos Gerais e entre 13.000 e 11.600 anos cal. AP o clima se tornou semelhante ao atual. Neste período, a existência de uma vereda bem desenvolvida e o aparecimento de elementos arbóreos do Cerrado atesta a ocorrência de um clima quente e semi-úmido. De um ponto de vista regional, o clima deste período parece ter sido um tanto instável, e variável entre as regiões. Se no Chapadão dos Gerais, o clima era quente e semi-úmido, semelhante ao atual, no Distrito Federal, os testemunhos de Águas Emendadas e de Cromínia indicam, pela presença de hiatus deposicionais ou má preservação de palinórfos, a ocorrência de um clima semi-árido. Em Salitre, as temperaturas continuaram baixas e o clima foi em geral úmido, com a presença, por volta de 12.070 anos cal. AP de fases mais secas. Também no sítio da Lagoa de Serra Negra, o clima permaneceu mais frio até aproximadamente 12.470 anos cal. AP, mas neste local a umidade permaneceu sempre alta. Behling (1997) destacou no Morro de Itapeva um período de instabilidade climática entre 12.800 e 11.300 anos cal. AP.

#### De 11.600 a 7.000 anos AP

Entre 11.600 e 9.930 anos cal. AP houve retração da Vereda Laçador; o clima se tornou mais frio e a umidade também começou a diminuir, ocasionando a preponderância de elementos herbáceos. Esta fase mais fria não foi registrada na maioria das outras localidades consideradas, apenas em Salitre (Ledru, 1993), no interior de Minas Gerais e em Jacareí (Garcia *et al.*, 2004), próximo a Serra da Mantiqueira no Estado de São Paulo, o clima era frio neste período, mas em ambos os locais o clima era úmido e não mais seco como no Chapadão dos Gerais. Nas demais localidades, o clima registrado neste período foi predominantemente quente, e variável quanto à umidade: úmido em Rio Icatu, semi-úmido em Lagoa de Serra Negra, e semi-árido em Águas Emendadas, Cromínia e Lago do Pires.

No Chapadão dos Gerais, após 9.930 anos cal. AP, a umidade voltou a aumentar, e até cerca de 7.000 anos cal. AP, um clima quente e provavelmente mais úmido que o atual permitiu a expansão da Vereda Laçador e o desenvolvimento de uma vegetação do tipo Cerrado *stricto sensu* no entorno da vereda. Neste período, há novamente divergência entre os registros palinológicos do Cerrado, em Águas Emendadas e Cromínia, o clima era semi-árido até aproximadamente 8.000 anos AP e em Lago do Pires as condições foram predominante secas, diferindo, portanto, do Chapadão dos Gerais. Entretanto, em Salitre, a partir de aproximadamente 8.900 anos cal. AP vigorou um clima úmido e quente, com estação seca de dois meses, que possibilitou o desenvolvimento de uma floresta semi-decídua (Ledru, 1993) e na turfeira de Pau de Fruta na Serra do Espinhaço (Horák, 2009), onde a deposição começou por volta de 9.020 anos cal. AP, o clima foi mais úmido (embora também mais frio) que o presente até *ca.* 8.100 anos cal. AP. Nas outras localidades, predominou um clima do tipo semi-úmido durante esta fase.

### De 7.000 a 1.300 anos AP

No Chapadão dos Geraís, no final do Holoceno, depois da fase úmida e quente, a umidade diminuiu, e se instalou um clima semi-úmido com estação seca de cerca de cinco meses, ou um pouco mais longa. O início desta fase mais seca deve ter ocorrido por volta de 7.000 anos cal. AP, embora a idade não possa ser precisada em detalhe. Entre o início desta fase e *ca.* 1.300 anos cal. AP ocorreram uma ou várias fases em que houve uma tendência à aridização, ocasionando uma diminuição na taxa de sedimentação da vereda e a existência de um hiato deposicional. A subzona LAÇ4A foi representada na Figura 11 como um período de clima semi-úmido, mas o clima foi provavelmente um pouco mais seco que o clima atual. Próximo ao topo do perfil, por volta de 1.330 anos cal. AP há o registro de uma fase de clima ainda mais seco, provavelmente com a estação seca durando aproximadamente seis meses. O clima registrado na Vereda Laçador neste período difere da tendência climática encontrada nos outros sítios palinológicos do Cerrado e da Mata Atlântica. Na maioria das localidades consideradas, a tendência geral foi de aumento da umidade, embora em alguns locais, fases mais secas tenham sido registradas durante a segunda metade do Holoceno, como em Lagoa Santa entre 6.080 anos cal. AP e 5.170 anos cal. AP e na turfeira Pau de Fruta entre 4.400 e 2.580 anos cal. AP. No Nordeste, o testemunho do Rio Icatu indica a ocorrência de um período úmido entre 7.130 e 5.170 anos cal. AP, em que houve aumento na ocorrência de *Mauritia* e expansão de elementos de florestas em detrimento de elementos da Caatinga e do Cerrado. Mas, após 5.170 anos cal. AP instalou-se o clima semi-árido que ocorre atualmente nesta região; esta queda na umidade foi registrada pela diminuição na ocorrência de *Mauritia*, pelo aumento de elementos da Caatinga e diminuição das florestas de galeria.

Assim, o clima da região do Chapadão dos Geraís, durante a segunda metade do Holoceno, parece ter sido influenciado, embora de forma atenuada, pelos mesmos fenômenos climáticos que modificaram o clima na região Nordeste. Enquanto houve a instalação de um clima semi-úmido semelhante ao atual após 7.000 anos AP na maioria dos sítios estudados no Cerrado, a região do Chapadão dos Geraís, apesar de também ter tido um clima semi-úmido em grande parte deste período, sofreu uma maior influência do sistema climático semi-árido do Nordeste, pelo menos até 1.330 anos cal. AP. O limite meridional da vegetação da Caatinga e do clima semi-árido deve ter oscilado durante os últimos milhares de anos e a região do Chapadão dos Geraís foi possivelmente afetada periodicamente por estas oscilações, o que explicaria a presença de um clima mais seco do que o de outras regiões do Cerrado no final do Holoceno.

### CONCLUSÕES

A Vereda Laçador está localizada em uma zona limítrofe entre vários tipos climáticos: na região do Chapadão dos Geraís, o clima atual é quente e semi-úmido (estação seca

de quatro a cinco meses); um pouco mais ao sul, ocorre um clima também semi-úmido, mas sub-quente (temperaturas médias mais baixas); ao norte, não muito distante da área de estudo, encontra-se o limite meridional do clima semi-árido, com seis meses de seca; ao leste e a sul da vereda, o clima é mais frio e mais úmido que na região do Chapadão dos Geraís. Assim, a Vereda Laçador se encontra em uma região de transição, ou seja, uma área sensível a variações nos sistemas climáticos regionais. O testemunho da Vereda Laçador reflete esta condição e indica a ocorrência, durante o Quaternário tardio, de várias mudanças na vegetação, possivelmente relacionadas a mudanças climáticas, na região do Chapadão dos Geraís. Duas fases de clima mais frio que o atual foram registradas, uma delas no final do Pleistoceno e a outra entre aproximadamente 11.500 e 10.500 anos AP. Nestas fases, a Vereda Laçador se retraiu, elementos arbóreos adaptados a climas mais amenos estavam presentes nas Matas de Galeria e a vegetação regional era predominantemente herbácea. Intercalados às fases mais frias, ocorreram dois períodos de clima quente e semi-úmido, semelhantes ao atual, com prováveis fases de clima mais úmido. Nestes períodos houve expansão da Vereda Laçador e desenvolvimento de uma vegetação do tipo Cerrado *stricto sensu* em seu entorno. Finalmente, no Holoceno tardio, a partir de aproximadamente 7.000 anos AP, a presença de um clima quente e mais seco que o atual foi registrado pelo aumento de elementos herbáceos, diminuição na ocorrência da palmeira buriti e pela presença de elementos arbóreos adaptados a um clima mais seco.

### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto “A evolução paleo-geo-ambiental quaternária das veredas da bacia do Rio São Francisco, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil: Geoquímica Ambiental, Ambiente Depositional e Palinologia” com recursos do CNPq (MCT/CNPq 15/2007-Universal). As autoras agradecem a M.J. Garcia e a um segundo revisor anônimo pelas sugestões e contribuições à versão inicial. A primeira autora agradece também à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.

### REFERÊNCIAS

- Ab'Saber, A.N. 2006. *Ecossistemas do Brasil*. São Paulo, Editora Metalivros, 299 p.
- Barberi, M. 1994. *Paleovegetação e Paleoclima no Quaternário Tardio da Vereda de Águas Emendadas*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Dissertação de Mestrado, 110 p.
- Barberi, M.; Salgado-Labouriau, M.L. & Suguio, K. 2000. Paleovegetation and paleoclimate of “Vereda de Águas Emendadas”, Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **13**:241-254. doi:10.1016/S0895-9811(00)00022-5
- Behling, H. 1995. A high resolution Holocene pollen record from Lago do Pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. *Journal of Paleolimnology*, **14**:253-268. doi:10.1007/BF00682427
- Behling, H. 1997. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva,

- SE Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **129**:407-422. doi:10.1016/S0031-0182(97)88177-1
- Colinvaux, P.; De Oliveira, P.E. & Patino, J.E.M. 1999. *Amazon Pollen Manual and Atlas / Manual e Atlas Palinológico da Amazônia*. Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 322 p.
- De Oliveira P. E. 1992. *A palynological record of Late Quaternary vegetation and climatic change in Southeastern Brazil*. Ohio State University, Columbus, Tese de Doutorado, 250 p.
- De Oliveira, P.E.; Barreto, A.M.F. & Suguio, K. 1999. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **152**:319-337. doi:10.1016/S0031-0182(99)00061-9
- Fægri, K. & Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. New York, Hafner Pub., 486 p.
- Ferraz-Vicentini, K.R. 1993. *Análise Palinológica de uma Vereda em Cromínia, GO*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Dissertação de Mestrado, 87 p.
- Ferraz-Vicentini, K.R. & Salgado-Labouriau, M.L. 1996. Palynological analysis of a palm swamp in central Brazil. *Journal of South American Earth Science*, **9**:207-219. doi:10.1016/0895-9811(96)00007-7
- Ferreira, I.M. 2008. Cerrado: classificação geomorfológica de vereda. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 9/ SIMPÓSIO INTERNACIONAL DAS SAVANAS TROPICAIS, 2, 2008. *Resumos expandidos*, Brasília, p.1-7.
- Garcia, M.J.; De Oliveira, P.E.; Siqueira, E. & Fernandes, R.S. 2004. A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, SE Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **131**:181-199. doi: 10.1016/j.revpalbo.2004.03.007
- Geominas, 1996a. Mapa de Precipitação Média Anual de Minas Gerais. Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais. Disponível em <http://www.geominas.mg.gov.br>
- Geominas, 1996b. Mapa de Temperatura Média Anual de Minas Gerais. Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais. Disponível em <http://www.geominas.mg.gov.br>
- Grimm, E.C. 1987. Coniss: a 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geoscience*, **13**:13-35. doi:10.1016/0098-3004(87)90022-7
- Horák, I. 2009. *Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da turfeira da Área de Proteção Especial (APE) Pau de Fruta, Serra do Espinhaço Meridional*. Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 203p.
- IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/mapas/>
- Kalgutkar, R.M. & Jansonius, J. 2000. *Synopsis of Fossil Fungal Spores, Mycelia and Fructifications*. Dallas, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 423 p. (Contributions Series 39).
- Ledru, M.P. 1993. Late Quaternary Environmental and Climatic Changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, **39**:90-98. doi:10.1006/qres.1993.1011
- Ledru, M.P.; Braga, P.I.S.; Soubiès, F.; Fournier, M.; Martin, L.; Suguio, K. & Turcq, B. 1996. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **123**:239-257. doi:10.1016/0031-0182(96)00105-8
- Lorente, F.L.; Meyer, K.E.B. & Horn, A.H. 2010. Análise Palinológica da Vereda da Fazenda Urbano, Município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos*, **18**:57-72.
- Lorente, F.L. 2010. *Análise palinológica da vereda da Fazenda Urbano, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia do IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 230 p.
- Martins-Neto, M.A. & Pinto, C.P. 2001. A Bacia do São Francisco: definição de base de dados. In: C.P. Pinto & M.A. Martins-Neto (eds.) *Bacia do São Francisco – Geologia e Recursos Naturais*, SBG-MG, 349 p.
- Melo, D.R. 2008. *Evolução das veredas sob impactos ambientais nos geossistemas planaltos de Buritizeiro/MG*. Programa de Pós-Graduação em Geologia do IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, Tese de Doutorado, 283 p.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Figueira, J.S. & Nogueira, P.E. 2008. Flora vascular do bioma Cerrado: um “checklist” com 11.430 espécies. In: S.M. Sano; S.P. Almeida & J.F. Ribeiro (eds) *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, **2**:423-1279.
- Oliveira, A.A.K.; Valle, C.R.O. & Féboli W.L. 2003. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Projeto São Francisco*. CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Folhas: SE.23-V-D-V I- Chapadão dos Gerais e SE.23-V-D-III- Serra do Jatobá.
- Parizzi, M.G. 1993. *A gênese e a dinâmica da Lagoa Santa com base em estudos palinológicos, geomorfológicos e geológicos de sua bacia*. Programa de Pós-Graduação em Geologia do IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 103 p.
- Parizzi, M.G.; Salgado-Labouriau, M.L. & Kohler, C.H. 1998. Genesis and environmental history of Lagoa Santa, SE, Brazil. *The Holocene*, **8**:311-321. doi:10.1191/095968398670195708
- Reimer, P.J.; Baillie, M.G.L.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J.W.; Blackwell, P.G.; Bronk Ramsey, C.; Buck, C.E.; Burr, G.S.; Edwards, R.L.; Friedrich, M.; Grootes, P.M.; Guilderson, T.P.; Hajdas, I.; Heaton, T.J.; Hogg, A.G.; Hughen, K.A.; Kaiser, K.F.; Kromer, B.; McCormac, F.G.; Manning, S.W.; Reimer, R.W.; Richards, D.A.; Southon, J.R.; Talamo, S.; Turney, C.S.M.; van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C.E. 2009. Intcal09 and marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **51**:1111-1150.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Cerrado. In: S.M. Sano; S.P. Almeida & J.F. Ribeiro (eds.) *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, **1**:151-199.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 291 p.
- Sano, S.M.; Almeida, S.P. & De Ribeiro, J.F. 2008. *Cerrado: Ecologia e Flora*. Volume I. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 279 p.
- Silva, C.I. 2009. *Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por espécies de Xylocopa (Hymenoptera, Apidae) e interação com plantas do Cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro*. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Uberlândia, Tese de Doutorado, 283 p.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2008. *Botânica Sistemática: guia para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 703 p.
- Stuiver, M. & Reimer, P.J. 1993. Extended <sup>14</sup>C Data Base and Revised Calib 3.0 <sup>14</sup>C Age Calibration Program. *Radiocarbon*, **35**:215-230.



- Van der Hammen, T. 1991. Palaeoecology of the Neotropics: an overview of the state of affairs. *Boletim IG-USP*, **8**:35-55.
- Van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **25**:1-120. doi:10.1016/0034-6667(78)90040-4
- Ybert, J.P.; Salgado-Labouriau, M.L.; Barth, O.M.; Lorscheitter, M.L.; Barros, M.A.; Chaves, S.A.M.; Luz, C.F.P.; Ribeiro, M.; Scheel, R. & Ferraz-Vicentini, K. 1992. Sugestões para Padronização da Metodologia Empregada em Estudos Palinológicos do Quaternário. *Revista IG*, **13**:47-49.

*Received in September, 2011; accepted in January, 2013.*