

PALINOLOGIA DA VEREDA JUQUINHA/CUBA, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO CABRAL, MINAS GERAIS, BRASIL

GABRIELA LUIZA PEREIRA PIRES

Programa de Pós-Graduação em Geologia da UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. gabriela@lopan.eti.br

KARIN ELISE BOHNS MEYER

CPMTC e Departamento de Geologia, IGC, UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. bohnsmeier@yahoo.com.br

MAKÊNIA OLIVERA SOARES GOMES

Programa de Pós-Graduação em Geologia da UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. makenia@ymail.com

ABSTRACT – PALYNOLOGY OF JUQUINHA/CUBA PALM SWAMP, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO CABRAL, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL. Organic sediments rich in palynomorphs, as the ones studied in Juquinha/Cuba palm swamp, in Serra do Cabral, Minas Gerais State, can be an important proxy to reconstruct paleoenvironment evolution. This study presents the qualitative and quantitative pollen analysis of 35 stratigraphic levels from a core sample of 400 cm length corresponding to the last ~18.500 years cal. BP. Regarding to the climatic changes a colder and wetter climate was registered between ~18.500 and ~8.250 years cal. BP and a wetter climate with increase in temperatures from ~7.800 years cal. BP to the present days. Three different intervals called JCI, JCII e JCIII were established based on palynological changes along the core: interval JCI, with colder and wetter climatic conditions, between ~18.500 and ~8.250 years cal. BP recording *Podocarpus*, *Drimys brasiliensis*, *Eryngium*, *Hydrocotyle* and *Peperomia* taxa; interval JCII, from ~7.100 to ~2.900 years cal. BP, with the increase in humidity, temperature and taxa diversity and the first occurrence of *Mauritia flexuosa* at ~4.200 years cal. BP, the palm swamp in these interval was surrounded by a mosaic of *Cerrado* (broad sense) and forests; interval JCIII, with higher humidity conditions such as JCII conditions but with palm swamp expansion and mosaic of *Cerrado* (broad sense) and forests decrease.

Key words: palynology, Serra do Cabral, Cerrado, Quaternary, palaeoclimate.

RESUMO – Sedimentos orgânicos ricos em palinórfos, como os estudados na Vereda Juquinha/Cuba, na Serra do Cabral, no Estado de Minas Gerais, constituem um importante parâmetro para reconstituir a evolução paleoambiental. Este estudo apresenta a análise polínica qualitativa e quantitativa de 35 níveis estratigráficos de um testemunho de sondagem de 400 cm de profundidade que corresponde aos últimos ~18.500 anos cal. AP. No que diz respeito às mudanças climáticas um clima mais frio e úmido foi verificado entre ~18.500 e ~8.250 anos cal. AP e um clima mais úmido, com aumento nas temperaturas, que se iniciou a partir de ~7.800 anos cal. AP até os dias atuais. Três diferentes intervalos denominados JCI, JCII e JCIII foram estabelecidos com base nas mudanças palinológicas ao longo do testemunho de sondagem: intervalo JCI, com condições climáticas mais frias e mais úmidas que as atuais, entre ~18.500 e ~8.250 anos cal. AP, período em que foram registrados os táxons *Podocarpus*, *Drimys brasiliensis*, *Eryngium*, *Hydrocotyle* e *Peperomia*; intervalo JCII, de ~7.100 a ~2.900 anos cal. AP, com aumento de umidade, temperatura e diversidade de táxons e surgimento de *Mauritia flexuosa* a ~4.200 anos cal AP, neste intervalo a vereda tinha vegetação de entorno formada por um mosaico de *Cerrado stricto sensu* e Matas; intervalo JCIII, com condições de muita umidade como JCII mas com maior expansão da vereda e diminuição do mosaico de *Cerrado stricto sensu* e Matas da vegetação de entorno.

Palavras-chave: palinologia, Serra do Cabral, Cerrado, Quaternário, paleoclima.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a vegetação do passado, bem como as mudanças ocasionadas por alterações climáticas, são importantes na compreensão dos mecanismos responsáveis pelo surgimento e manutenção da biodiversidade florística, fornecendo modelos mais adequados de conservação e manejo dos ecossistemas atuais (Salgado-Labouriau, 1994).

Essas mudanças pretéritas podem ser reconhecidas através da análise e associação de dados obtidos de estudos dos grãos de pólen, esporos de pteridófitos, algas e fungos, associados a métodos de datação como o ^{14}C que permitem constatar o impacto sobre a vegetação e os demais seres vivos ao longo do Quaternário (Salgado-Labouriau, 2001).

Trabalhos prévios mostram que as análises palinológicas têm contribuído significativamente para o conhecimento da evolução da vegetação do Cerrado brasileiro durante o Quaternário (e.g. Absy *et al.*, 1991; De Oliveira, 1992; Ledru, 1993; Behling, 1995; 2002; 2003; Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau, 1996; Parizzi *et al.*, 1998; Barberi *et al.*, 2000; Ledru *et al.*, 2006; Horák, 2009; Lorente *et al.*, 2010; Cassino, 2011; Rackza *et al.*, 2012).

Este trabalho apresenta resultados do estudo palinológico de um testemunho sedimentar obtido na Vereda Juquinha/Cuba, localizada no Parque Estadual da Serra do Cabral (PESC), região centro-norte do Estado de Minas Gerais, nos municípios de Buenópolis e Joaquim Felício, bem como suas correlações com os padrões paleoclimáticos conhecidos para o Cerrado. São apresentadas considerações sobre a evolução da vegetação e mudanças climáticas nos últimos 18.500 anos cal. AP, aproximadamente.

LOCALIZAÇÃO, ASPECTOS GEOLÓGICOS E FÍSICOS

Localização e acesso

A Vereda Juquinha/Cuba, coordenadas 17°56'57.91''S, 44°15'30.64''O, está localizada no PESC, inserido na região centro-norte do Estado de Minas Gerais. A Serra do Cabral abrange a região situada nos municípios de Várzea da Palma, Buenópolis, Joaquim Felício, Augusto de Lima, Lassance e Francisco Dumont. As altitudes da serra variam entre 900 e 1.500 m e a Serra do Cabral é um divisor de águas entre os rios das Velhas e Jequiitá, ambos afluentes da margem direita do rio São Francisco (IEF, 2010/2011).

Aspectos geológicos

Os sedimentos da Vereda Juquinha/Cuba estão assentados sobre os quartzitos da Formação Galho do Miguel, Grupo Diamantina, Supergrupo Espinhaço, na área da Serra do Cabral (Figura 1).

A Serra do Cabral em Minas Gerais corresponde a uma grande estrutura braquianticlinal que expõe, no interior do Cráton do São Francisco, os metassedimentos proterozoicos do Supergrupo Espinhaço. A leste ocorre uma depressão sinformal dominada por metassedimentos do Supergrupo São Francisco, em especial o Grupo Bambuí, que recebe o nome

de sinclinal de Buenópolis (Viveiros & Walde, 1976; Walde, 1978; Uhlein, 1991; Souza Filho & El-Robrini, 1995).

A região é caracterizada pelo relevo de chapadas quartzíticas na cota de 900 a 1.300 m resultantes da estrutura braquianticlinal combinada com denudação diferencial entre os quartzitos ou meta-arenitos do Supergrupo Espinhaço e os metapelitos, principalmente metassiltitos, do Grupo Bambuí, estes em cotas de 500 a 600 m. Na Serra do Cabral existe um relevo irregular, onde alguns picos podem atingir até 1.500 m de altitude. Este relevo íngreme dentro da serra permitiu o desenvolvimento de coberturas terciárias e quaternárias, de composição arenosa, por vezes conglomeráticas, representadas por colúvios, elúvios e depósitos aluvionares. Localmente se desenvolvem também coberturas arenopelíticas ricas em matéria orgânica, provavelmente de origem lacustre ou fluvial e depósitos do tipo veredas (Uhlein *et al.*, 1995; Uhlein *et al.*, 2004; Lopes, 2012).

Clima e vegetação

O Estado de Minas Gerais é influenciado durante todo o ano pela circulação do anticiclone subtropical do Atlântico Sul que se caracteriza por ventos predominantemente do quadrante nordeste-leste, nos baixos níveis da troposfera. O clima da região estudada é do tipo quente, úmido, chuvoso a sudoeste da região e moderadamente chuvoso a nordeste, do tipo Aw (Cwa) segundo a classificação de Köppen (EMBRAPA, 2008). A precipitação média anual atinge valores acima de 750 mm. O período seco tem duração de 5 meses, com início em junho e término em outubro, coincidindo com a época mais fria do ano. A temperatura média anual na Serra do Cabral é de 22°C, sendo a média do mês frio superior a 18°C e, do mês mais quente sempre acima de 22°C (IBGE, 2011).

A vegetação da Serra do Cabral está inserida no contexto do bioma Cerrado, na área da serra são identificadas cinco fitofisionomias principais: a vegetação rupestre (35,27%), o cerrado (25,15%), os campos (20,2%), as veredas (0,02%) e as formações florestais (0,87%) (IEF, 2010/2011). As veredas, segundo Ab'Saber (1971), consistem em um sistema de drenagem superficial, geralmente mal definida, regulado pelo regime climático regional, estando presentes nos interflúvios largos onde, na estação seca, o lençol d'água permanece abaixo da linha dos talvegues desses pequenos vales, tangenciando as cabeceiras de drenagens caracterizadas em anfiteatros rasos e pantanosos com presença de buritis, *Mauritia flexuosa*. As veredas são consideradas áreas de preservação permanente pela Lei Estadual 14.309 de 20/06/2002 (IEF, 2010/2011).

MATERIAL E MÉTODOS

Um testemunho de sondagem foi coletado na zona encharcada da Vereda Juquinha/Cuba com um testemunhador do tipo *Russian* e recuperou 400 cm. O testemunho foi retirado de 50 em 50 cm de profundidade e amostrado de 2 em 2 cm.

Foram selecionadas trinta e cinco amostras ao longo do perfil sedimentar denominadas da base para o topo, JC 01 a JC 35 para processamento químico e análise palinológica.

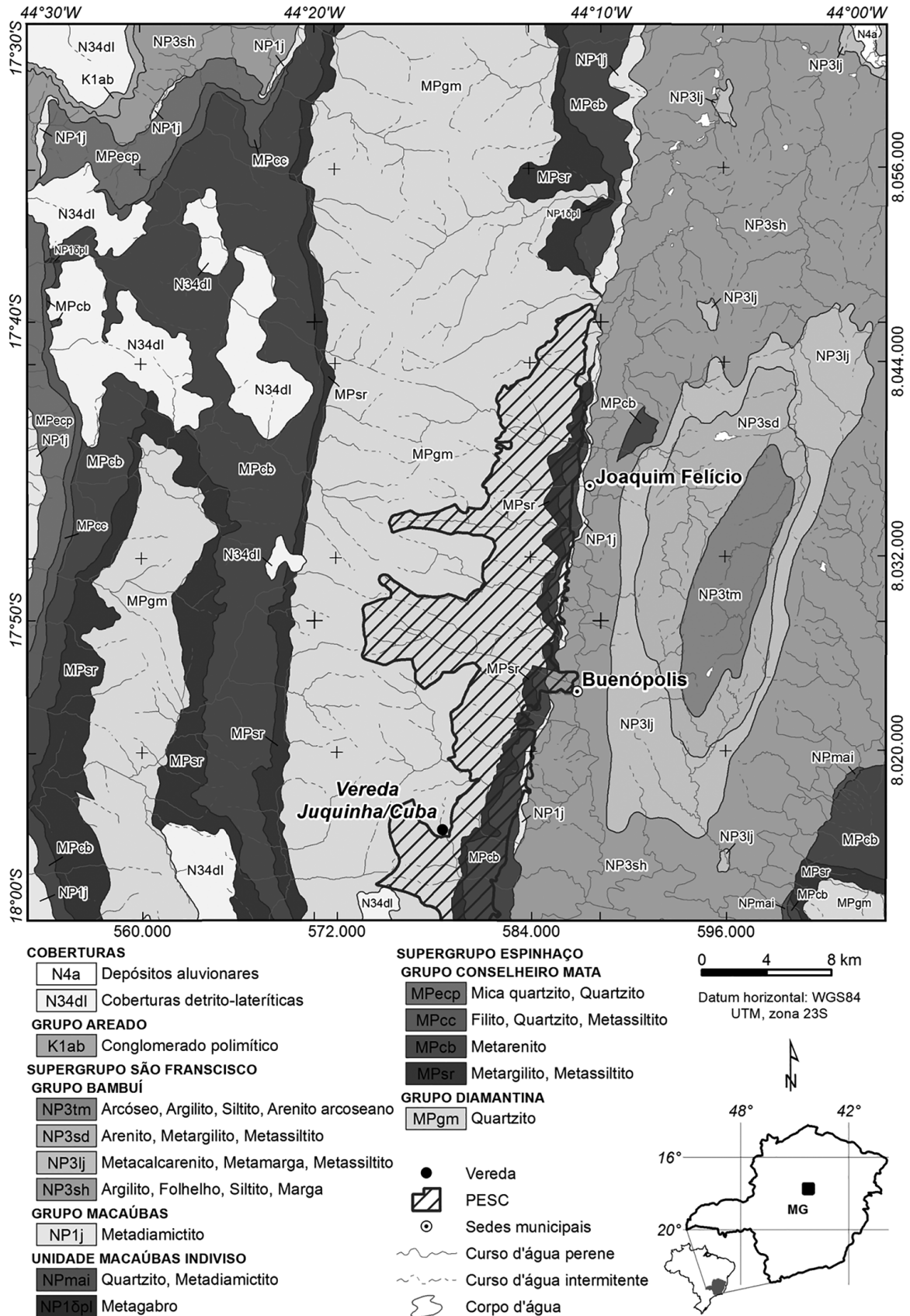


Figura 1. Mapa geológico simplificado da Serra do Cabral com localização da Vereda Juquinha/Cuba e limites do PESC (modificado de Lopes, 2012).

Figure 1. Simplified geological map of Serra do Cabral with the location of Juquinha/Cuba palm swamp and limits of PESC (modified from Lopes, 2012).

Foram selecionadas três amostras, uma da base (JC 05), uma da porção mediana (JC 15) e uma do topo do testemunho (JC 32) para datação pelo método ^{14}C no Laboratório *Beta Analytic*. As idades convencionais fornecidas pelo laboratório foram calibradas pelo programa *Calib7.0.2* (Stuiver & Reimer, 1993), sendo utilizada a base de dados *SHCal13* (Hogg *et al.*, 2013). Ainda foram realizadas estimativas das idades das demais amostras através do cálculo das idades interpoladas utilizando o modelo de idade/profundidade (*age depth model*) do mesmo programa.

Preparação palinológica

O processamento químico das amostras foi realizado no Laboratório de Palinologia do Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira Costa (CPMTC), do Instituto de Geociências (IGC), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), seguindo os procedimentos descritos por Faegri & Iversen (1989) com modificações introduzidas por Colinvaux *et al.* (1999).

Este processo requer a eliminação da fração mineral através de tratamento com ácido fluorídrico (HF), remoção de carbonatos através da adição de ácido clorídrico (HCl) e adição de hidróxido de potássio (KOH) para a eliminação de ácidos húmicos, lignina e os restos orgânicos e mistura de acetólise (9:1 de anidrido acético e ácido sulfúrico) para a remoção da celulose e do conteúdo citoplasmático. Antes da adição dos ácidos no tubo de ensaio de cada amostra contendo 2 cm³ de sedimentos, foi inserida uma pastilha do marcador exótico *Lycopodium clavatum* (Stockmar, 1971). As pastilhas adicionadas pertencem ao lote 17.745 e contém aproximadamente 18.584 esporos de *Lycopodium clavatum* em cada pastilha. A montagem das lâminas foi feita com *Entellan* Merck, e os resíduos foram armazenados em frascos âmbar de 5 ml. As lâminas permanentes foram depositadas

na coleção do Laboratório de Palinologia do CPMTC, IGC-UFMG sob a numeração MP-P123 a MP-P157.

Análise qualitativa dos palinomorfos

A análise qualitativa das lâminas foi realizada em Microscópio *Zeiss Imager M2* em aumento 630x e 1000x com o intuito de identificar e classificar taxonomicamente os palinomorfos. A identificação dos palinomorfos foi feita através da comparação dos mesmos com material polínico disponível na Palinoteca de Referência do Laboratório de Palinologia do CPMTC, IGC-UFMG e com base na literatura especializada (*e.g.* Salgado-Labouriau, 1973; Barth & Melhem, 1988; Lorente, 2010; Cassino, 2011) buscando sempre chegar ao nível de identificação taxonômica mais detalhado.

Análise quantitativa dos palinomorfos

A análise quantitativa consistiu na contagem de 300 grãos de pólen, que foram agrupados de acordo com o hábito e/ou habitat. Os esporos de pteridófitas, algas e o marcador exótico *Lycopodium clavatum* foram contados separadamente. As amostras JC 01 a JC 04, JC 07, JC 18, JC 27, JC 30, JC 33 e JC 35 não atingiram a soma de 300 grãos de pólen, por isso não foram incluídas nas análises.

Os dados são apresentados em forma de diagramas polínicos de porcentagem e de concentração, elaborados com os programas *Tilia*, *Tiliagraph* e *Coniss* (Grimm, 1987). As análises de porcentagem foram baseadas na soma polínica total, a qual foi atribuída o valor 100. Para elaborar os diagramas de concentração utilizou-se uma pastilha do marcador exótico *Lycopodium clavatum* contendo 18.589 esporos para calcular a concentração por cm³ de sedimento de cada palinomorfo. Os táxons encontrados foram agrupados de acordo com as fitofisionomias? (Tabela 1).

Tabela 1. Divisão dos táxons de acordo com os grupos fitofisionômicos.

Table 1. Division of taxa according to the fitofisionomics groups.

GRUPO	TÁXONS
Campos	Poaceae, <i>Cuphea</i> sp., <i>Diplusodon</i> sp., Euphorbiaceae e Tipo Gomphrena
Ervas e arbustos do Cerrado	<i>Begonia</i> sp., <i>Mimosa</i> sp., <i>Ouratea</i> sp., <i>Richardia</i> sp., Tipo Camarea, Tipo Eupatorium, Tipo Sebastiania e Tipo Senna
Veredas, Campo Úmido e Brejos	Cyperaceae, <i>Drosera</i> sp., <i>Eryngium</i> sp., <i>Hedyosmum</i> sp., <i>Hydrocotyle</i> sp., <i>Ludwigia</i> sp., <i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Peperomia</i> sp., <i>Utricularia</i> , Xyridaceae e Tipo Gnaphalium
Matas	Bombacaceae, <i>Cabralea</i> sp., <i>Chrysophyllum</i> sp., <i>Ilex</i> sp., <i>Myrsine</i> sp., <i>Symplocos</i> sp., Tipo Alchornea, Tipo Serjania, Tipo Heteropteris e Tipo Plukenetia
Árvores do Cerrado	Anacardiaceae, Bignoniaceae, <i>Caryocar brasiliensis</i> , <i>Dacryodes</i> sp., Ericaceae, Eriotheca sp., <i>Erythroxylum</i> sp., <i>Pseudobombax</i> sp., <i>Sapium</i> sp., <i>Stryphnodendron</i> sp., <i>Styrax</i> sp. e Tipo Butia
Floresta Montana	<i>Drymis brasiliensis</i> e <i>Podocarpus</i>
Vários ambientes	<i>Doliocarpus</i> sp., <i>Microlicia</i> sp., <i>Pavonia</i> sp., <i>Polygala</i> sp., <i>Polygonum</i> sp., <i>Smilax</i> sp., <i>Solanum</i> sp., Bignoniaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, <i>Daphnopsis</i> sp., <i>Gaylussacia</i> sp., Malpighiaceae, Melastomataceae, <i>Pouteria</i> sp., Tipo Baccharis, Tipo Borreria, Tipo Maprounea brasiliensis, Tipo Senecio, Tipo Vernonia, Tipo Arrabidaea, Tipo Campomanesia e Tipo Eremanthus
Esporos	<i>Blechnum</i> , <i>Cheilantes</i> , Cyatheaceae, <i>Lycopodiella alopecuroides</i> , <i>Lycopodiella caroliniana</i> , <i>Lycopodiella cernua</i> , <i>Polypodium</i> , <i>Selaginella</i> , <i>Thelypteris</i> e <i>Trichomanes</i>
Algas	<i>Clamidomonas</i> , <i>Debarya</i> , <i>Mougeotia</i> , <i>Spirogyra</i> cf. <i>scrobiculata</i> e <i>Zygnema</i>
<i>Incertae sedis</i>	<i>Pseudoschizaea rubina</i>

RESULTADOS

Descrição do testemunho

O testemunho recuperado da Vereda Juquinha/Cuba é composto por uma sucessão de sedimentos arenosos e siltosos intercalados. Na base há o predomínio de um pacote de areia média e fina, que se repete na porção mediana. Entre essas porções ocorre um pacote de sedimentos areno-siltosos e silte. Há o predomínio de areia grossa entre 108 e 100 cm. Na porção do topo percebe-se uma intercalação de sedimentos areno-siltosos e silte-argiloso finalizando com uma pequena porção de areia fina (Figura 2).

Datação pelo método ^{14}C

Três amostras, JC05, JC15 e JC32 foram datadas pelo método ^{14}C no Laboratório *Beta Analytic* (Florida, EUA). A profundidade das amostras datadas, as idades ^{14}C convencionais, os intervalos de calibração e as idades médias calibradas obtidas com o programa *Calib 7.0.2* (Stuiver & Reimer, 1993), assim como uma estimativa das taxas de sedimentação média ao longo do perfil são mostradas na Tabela 2. Também foram calculadas pelo programa *Calib 7.0.2*, as idades interpoladas dos limites de cada intervalo (Figura 2).

Através dos resultados obtidos pelas análises citadas acima, foi observada uma variação na dinâmica deposicional da vereda ao longo do tempo no que diz respeito à taxa de sedimentação. Os primeiros 68 cm de sedimentos da base do testemunho foram depositados em cerca de 10.200 anos AP, enquanto os 182 cm da porção mediana até o topo foram depositados em aproximadamente 7.850 anos AP. Isto indica taxas de sedimentação variáveis, as quais são de 0,66 cm/100 anos na base e 2,31 cm/100 anos no topo.

Análise palinológica

Foram identificados 81 palinórfos sendo cinco algas, 11 pteridófitos, um *incertae sedis*, uma gimnosperma e 63 angiospermas ao longo do perfil, sendo Poaceae e Cyperaceae os elementos predominantes.

Os resultados da análise palinológica são apresentados na forma de diagramas de porcentagem e concentração (Figuras

3, 4, 5 e 6) elaborados pelos programas *Tilia* e *Tiliagraph* (Grimm, 1987). Por meio da análise de agrupamento obtida pelo programa *Coniss* (Grimm, 1987) foram identificados 3 intervalos, denominados da base para o topo, Intervalo JCI, Intervalo JCII e Intervalo JCIII. A seguir são apresentadas as principais características acerca da interpretação do significado paleoambiental e paleoclimático destes intervalos com base na variação da frequência dos palinórfos que foram agrupados de acordo com a fitofisionomia as quais pertencem.

Intervalo JCI (310 cm -230 cm, amostras JC04 a JC 17; ~18.450 AP a ~8.250 anos cal AP, idade interpolada)

Este intervalo representa a parte basal do perfil, caracterizada do ponto de vista sedimentológico por intercalações de camadas areno-siltosas e siltosas de coloração variando de cinza a preta, ricas em matéria orgânica (Figura 2).

No intervalo JCI, pode-se verificar que a porcentagem dos elementos do grupo vereda atinge aproximadamente 24% da soma polínica. A concentração dos táxons deste grupo é maior na porção mediana do intervalo entre 280 cm a 270 cm de profundidade, com exceção do táxon *Utricularia*, que teve a sua maior concentração próxima a base do intervalo, entre 294 cm e 292 cm de profundidade. Porém, mesmo com a presença de elementos típicos de vereda, não se pode afirmar que a Vereda Juquinha/Cuba já tinha se estabelecido neste período, devido ao fato de que os grãos de pólen *Mauritia flexuosa* ainda não estarem presentes no espectro polínico deste intervalo.

A porcentagem dos táxons típicos do Cerrado foi de 6,17% para os elementos arbóreos e 0,64% para ervas e arbustos do Cerrado, já o grupo Matas atingiu 4% do total dos grãos contados neste intervalo. Os elementos representados no grupo Floresta de Altitude tiveram uma porcentagem de 1% da soma polínica. É possível verificar a maior concentração dos grupos do Cerrado e Matas na porção mediana do intervalo, já os táxons do grupo Floresta Montana, tiveram a sua maior concentração na base do intervalo. O grupo contendo os elementos típicos de Campos foi o que apresentou maior porcentagem dentro do intervalo,

Tabela 2. Profundidade das amostras datadas, idades ^{14}C convencionais, intervalos de calibração, idades médias calibradas e estimativas das taxas de sedimentação.

Table 2. Depths of the dated samples, conventional ^{14}C ages, calibration intervals and median ages and estimations of sedimentation rates.

Amostras	Profundidade	Código/ Laboratório	Idade ^{14}C convencional (anos AP)	Idade calibrada 2σ (95% probabilidade) Intervalos (anos cal. AP)	Área relativa	Idade média (anos cal. AP)	Taxa de Sedimentação
JC 05	3.10	Beta 359716	15.260 ± 60	[18.315 -18.657]	1	18.486	Entre JC 05 e JC 15: 0,66 cm/100 anos
JC 15	2.42	Beta 388508	7.500 ±30	[8.191- 8361]	1	8.276	
JC 32	0.60	Beta 388509	400 ±30	[324 - 496]	0.88	410	Entre JC 15 e JC 32: 2,31 cm/100 anos

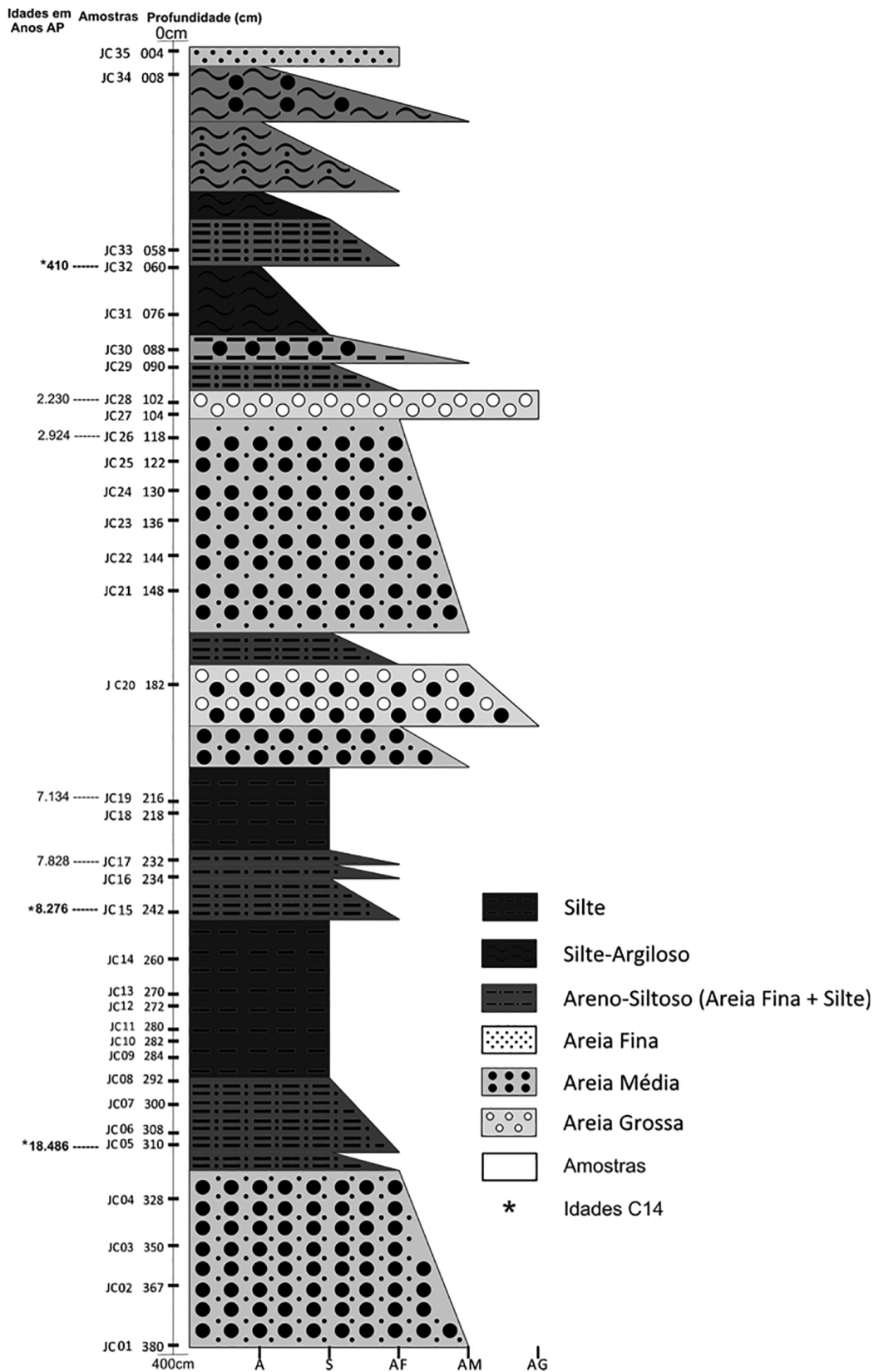


Figura 2. Perfil sedimentar da Vereda Juquinha/Cuba com as amostras selecionadas, idades ¹⁴C convencionais * (*Beta Analytic*) e idades interpoladas (*Calib 7.0*, *Stuiver & Reimer*, 1993 e *Hogg et al.*, 2013).

Figure 2. Sedimentary profile of Juquinha /Cuba palm swamp with selected samples, conventional ¹⁴C ages * (*Beta Analytic*) and interpolated ages (*Calib 7.0*, *Stuiver & Reimer*, 1993 and *Hogg et al.*, 2013).

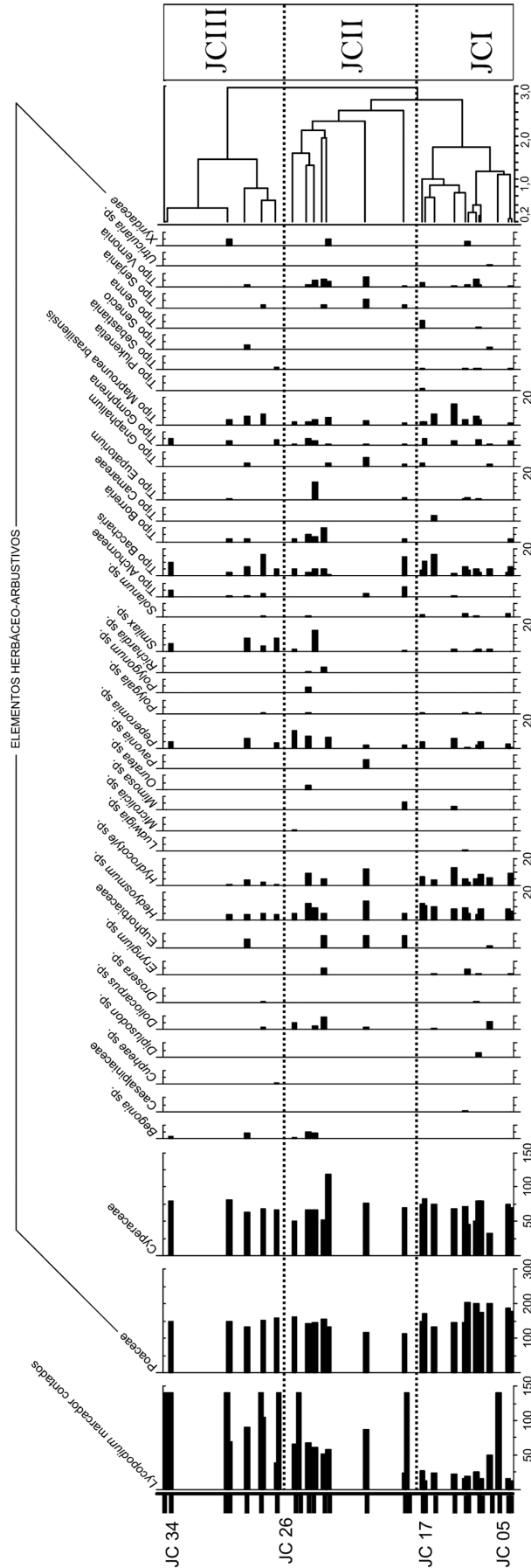


Figura 3. Diagrama de porcentagem dos elementos herbáceo- arbustivos.

Figure 3: Percentage diagram of herbaceous-shrub elements.

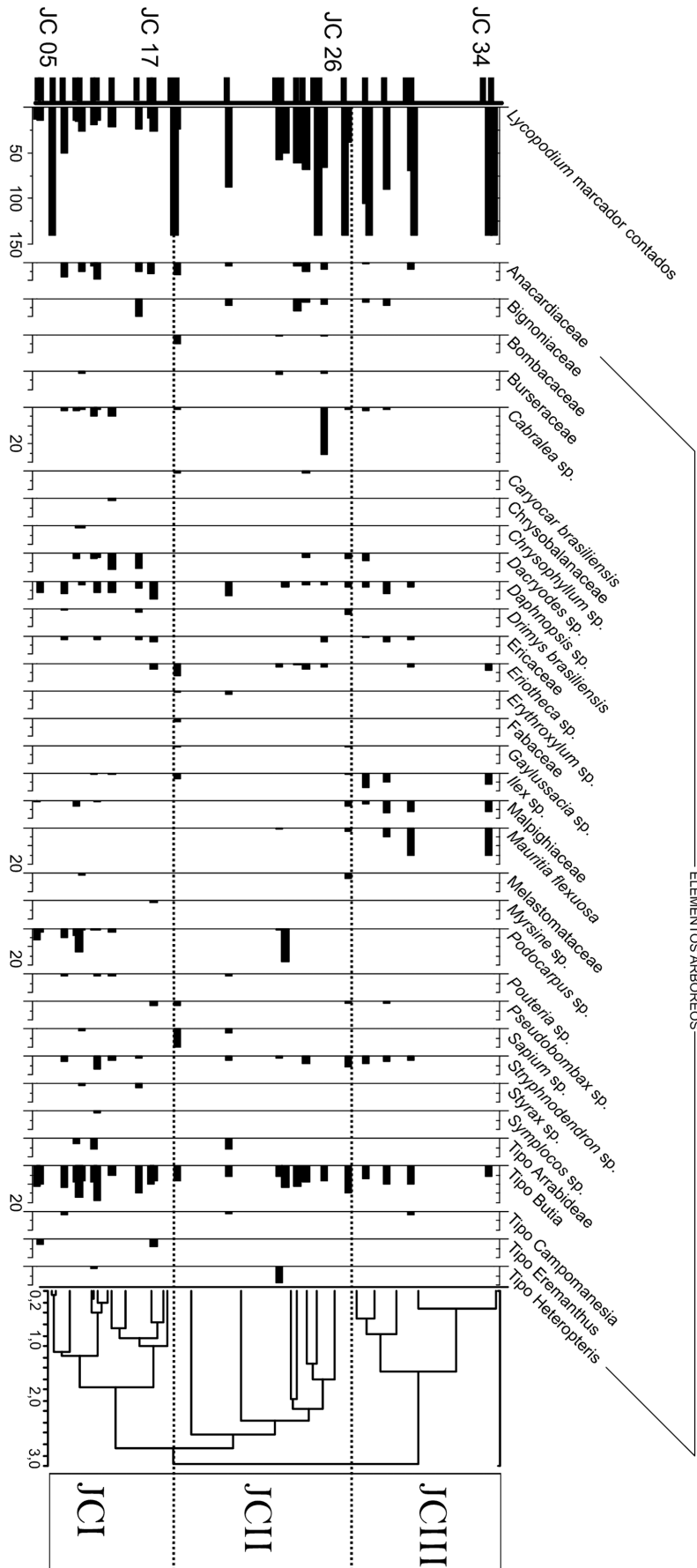


Figura 4. Diagrama de porcentagem dos elementos arbóreos.
 Figure 4. Percentage diagram of arboreal elements.

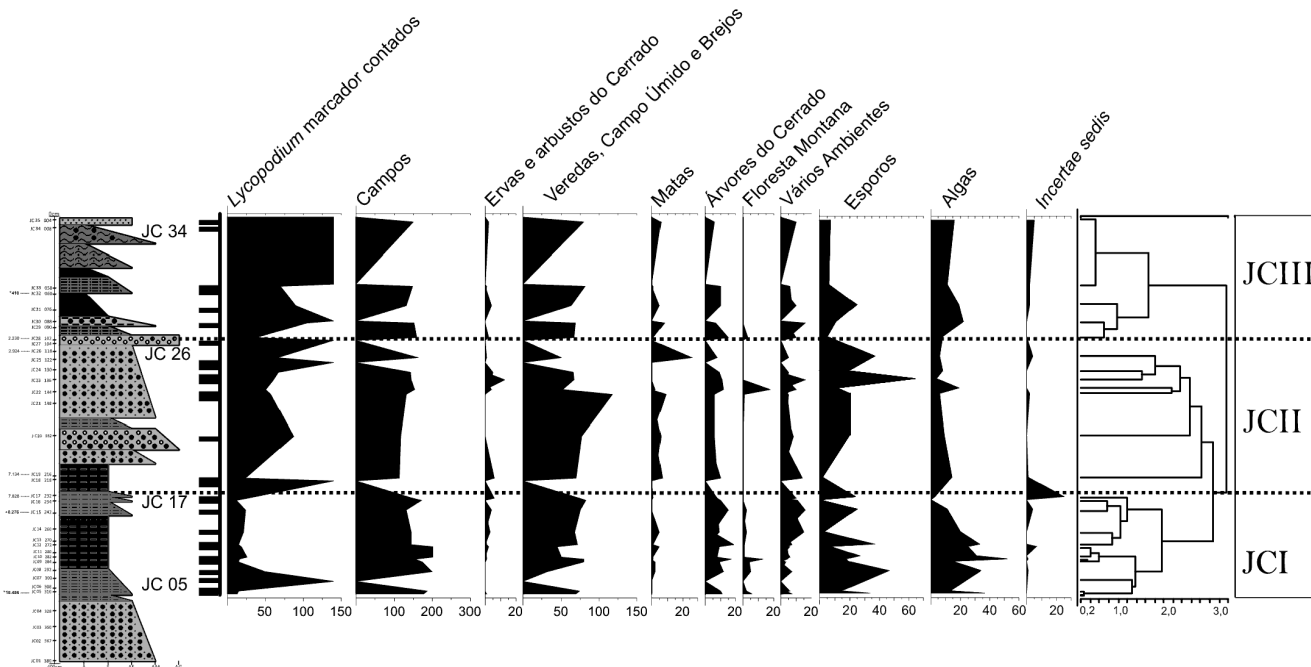


Figura 5. Diagrama de porcentagem dos grupos polínicos.

Figure 5. Percentage diagram of pollen groups.

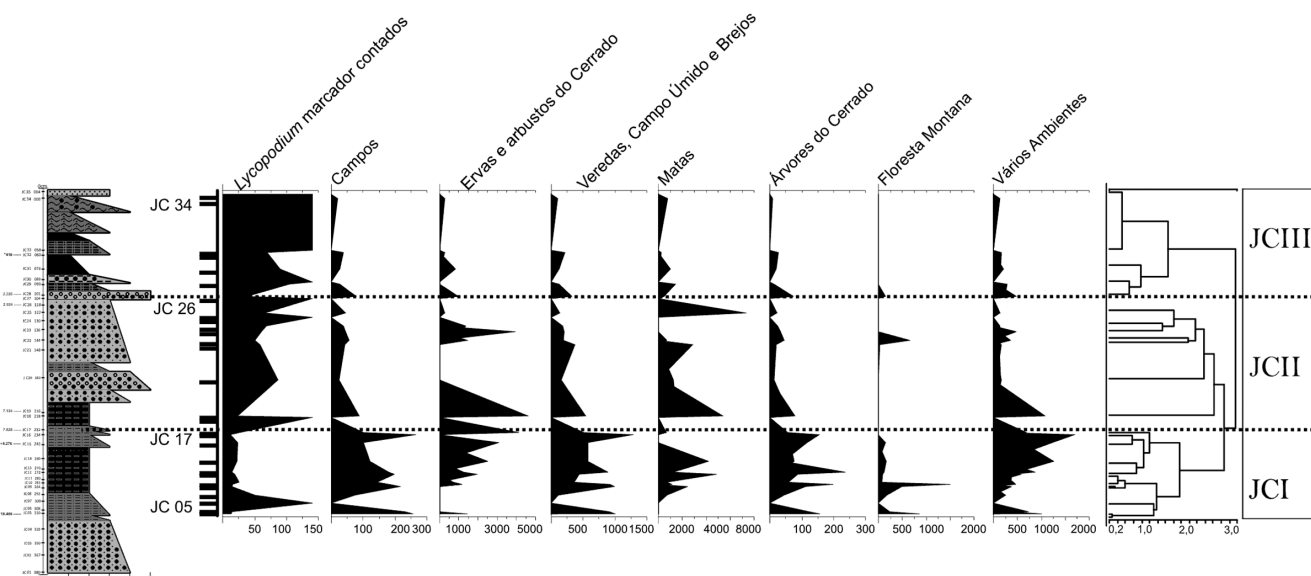


Figure 6. Diagrama de concentração dos grupos polínicos.

Figure 6. Concentration diagram of pollen groups.

atingindo aproximadamente 57% do total de palinórnios contados. Assim como a porcentagem, a concentração deste grupo também foi a mais alta, sendo Poaceae o táxon mais abundante, chegando a aproximadamente 10.000 grãos/cm³. O intervalo JCI apresentou uma grande abundância de pteridófitos representados principalmente pelas licopodiáceas, e algas, destacando-se o táxon *Mougeotia* ao longo de todo o perfil.

De acordo com as características descritas acima é possível afirmar que a vereda ainda não tinha se estabelecido ao longo deste intervalo, porém elementos típicos de lugares úmidos como *Eryngium*, *Drosera* e *Peperomia* indicam um ambiente úmido de ~18.500 anos AP até cerca de aproximadamente 8.250 anos AP, a ocorrência da alga *Mougeotia* corrobora este fato. Elementos arbóreos do Cerrado e de Matas estavam presentes em pequenas porcentagens, enquanto elementos

herbáceo-arbustivos dominavam a paisagem, sugerindo assim a existência da vegetação típica do Cerrado aberto. A presença de *Podocarpus* neste intervalo sugere clima mais frio que o atual. A diminuição dos elementos típicos de ambientes úmidos em direção ao topo, assim como a redução na diversidade de vários táxons sugere diminuição da umidade e a instalação de clima seco inferido pelo processo de ressecamento da zona úmida no intervalo de ~8.250 e ~7.800 anos cal. AP a partir da ocorrência de uma camada de areia no perfil.

O intervalo JCI mostrou condições climáticas mais frias e úmidas entre ~18.500 anos AP e ~8.250 anos AP e características de clima mais quente e seco no intervalo entre ~8.250 anos AP e ~7.800 anos cal. AP.

Intervalo JCII (216 cm -118 cm; amostras JC18 a JC26; ~7.100 a ~2.900 anos cal. AP, idade interpolada)

O intervalo JCII é caracterizado pelo predomínio de camadas arenosas com granulometria variando de areia grossa a fina com coloração cinza claro e uma camada areno-siltosa de 180 cm a 174 cm de coloração cinza. Neste intervalo é possível perceber um sutil aumento na porcentagem dos elementos típicos de vereda, representando aproximadamente 26% da soma polínica. Este aumento da porcentagem pode ser atribuído ao primeiro registro de grãos de pólen do buriti *Mauritia flexuosa* por volta de 4.200 anos cal. AP, quando se observou a maior concentração de táxons de vereda, entre eles, *Eryngium* e *Hydrocotyle*.

Os táxons arbóreos do Cerrado também estavam presentes neste intervalo, sua maior concentração foi na parte inferior do intervalo, entre aproximadamente 7.100 a 4.200 anos cal. AP, dentre eles *Caryocar brasiliensis*, *Erythroxylum* e *Sapium* foram os mais abundantes.

Os elementos do grupo Matas teve o maior valor percentual de todo o perfil atingindo mais de 7% do total de grãos, representados principalmente pelos táxons Bombacaceae, *Cabralea* e *Heteropteris*. As maiores concentrações destes elementos ocorreram entre ~4.200 a ~2.900 anos cal. AP que representa a parte superior do intervalo.

As ervas e arbustos do Cerrado tiveram uma queda em sua porcentagem e concentração neste mesmo intervalo de tempo. Apesar de ter ocorrido uma diminuição na porcentagem dos elementos campestres, estes ainda continuaram predominantes no intervalo com 48% da soma polínica. *Blechnum* e as licopodiáceas foram os esporos mais abundantes neste intervalo, já as algas foram representadas principalmente pelos táxons *Mougeotia* e *Spyrogira*. Em síntese, o conjunto polínico do Intervalo JCII indica que a umidade aumentou a partir de ~7.100 anos cal. AP que possibilitou o surgimento da vereda por volta de 4.200 anos cal. AP. No entorno da vereda foi possível verificar um mosaico da vegetação típica do Cerrado *stricto sensu* predominante principalmente no início do intervalo, entre ~7.100 e ~4.200 anos cal. AP, com a presença de árvores como *Caryocar brasiliensis*, *Eriotheca*, *Sapium* e *Erythroxylum* e vegetação típica de Matas, que atingiu sua maior porcentagem ao longo de todo o perfil com maior concentração no intervalo entre ~4.200 e ~2.900

anos cal. AP. O estrato herbáceo-arbustivo era composto por Poaceae, *Begonia*, *Ouratea*, *Peperomia*, *Richardia*, Tipo Borreria, Tipo Eupatorium e *Gnaphalium*. A vegetação neste período tinha maior diversidade de táxons do que a vegetação do intervalo anterior. Foi neste intervalo que ocorreu o surgimento da vereda com vegetação de entorno composta por um mosaico de Cerrado *stricto sensu* e Matas. O clima era mais quente e úmido que o clima do intervalo JCI.

Intervalo JCIII (102 cm -0 cm; amostras: JC 27 a JC 35; ~2.250 até o presente)

O perfil sedimentar do Intervalo JCIII é composto por uma camada de areia grossa, com coloração cinza claro no limite inferior do intervalo seguido por uma sucessão de camadas areno-siltosas, de coloração cinza a cinza clara com camadas de silte e argila de coloração preta em direção ao topo.

No intervalo JC III os elementos de vereda atingem 27,5% do conteúdo polínico. Este aumento percentual está diretamente relacionado ao aumento da concentração de grãos de pólen de *Mauritia flexuosa* que chegou a atingir 4.000 grãos por cm³ por volta de ~400 anos AP. Os táxons arbóreos do Cerrado assim como os táxons das Matas sofrem diminuição neste intervalo em relação ao intervalo anterior. As ervas e arbustos do Cerrado apresentaram a menor porcentagem verificada ao longo de todo o perfil, alcançando apenas 0,6% da soma polínica. Poaceae também com sua menor concentração em relação ao resto do perfil, próximo a 5.000 grãos/cm³. Dentre os elementos campestres, *Cuphea* aparece pela primeira vez ao longo do perfil na parte inferior do intervalo, cerca de aproximadamente 2.250 anos cal. AP indicando a presença de um solo úmido rico em matéria orgânica.

As características do conjunto polínico do Intervalo JCIII indicam que a umidade se manteve ao longo do intervalo possibilitando a expansão da vereda. Os buritis *Mauritia flexuosa* se tornaram muito mais abundantes do que os dos intervalos anteriores. No entorno da vereda a vegetação do Cerrado *stricto sensu*, com a presença de árvores como Ericaceae, *Eriotheca* e *Stryphnodendron*, assim como os elementos herbáceo-arbustivos *Smilax*, Tipo Borreria e Tipo Eupatorium apresentaram valores percentuais mais baixos em relação ao intervalo JCII. Assim como os elementos do Cerrado *stricto sensu* os elementos típicos de Matas também sofreram uma queda de concentração em relação ao intervalo anterior, estando representados principalmente pelo táxon *Ilex* sp. A vegetação neste intervalo foi semelhante à vegetação do intervalo anterior, porém foi possível observar uma expansão da vereda e uma diminuição do mosaico de Cerrado *stricto sensu* e matas da vegetação de entorno. As condições climáticas eram quentes e úmidas, semelhantes às condições atuais vigentes na região.

DISCUSSÃO

Para avaliar as variações na vegetação e a evolução da paisagem da Vereda Juquinha/Cuba com as mudanças climáticas do cerrado, durante o Quaternário, foi feita a comparação dos resultados obtidos neste estudo com dados

palinológicos de estudos prévios. A localização dos quinze sítios utilizados para esta comparação se encontra na Figura 7: Carajás, Lagoa de Serra Negra, Águas Emendadas, Cromínia, Salitre, Lagoa dos Olhos, Lagoa dos Mares, Lagoa do Caçó, Fazenda Urbano, Lagoa Santa, Lago do Pires, Chapadão dos Gerais, Pau de Fruta, Lagoa Nova e Lagoa da Confusão. A Figura 8 sintetiza as principais mudanças climáticas inferidas a partir dos registros polínicos do Cerrado brasileiro durante o Quaternário, incluindo o presente estudo.

A discussão das principais mudanças climáticas encontradas neste trabalho e a comparação com estudos prévios será feita em três intervalos de tempo: de ~18.500 a ~7.800 anos cal. AP; de ~7.800 a ~2.900 anos cal. AP e de ~2.900 anos cal. AP até o presente. É importante ressaltar que todas as idades ^{14}C convencionais dos trabalhos prévios foram calculadas para idades calibradas com o programa Calib 7.0 (Stuiver & Reimer, 1993), para possibilitar uma comparação mais acurada entre os dados.

De 18.500 a 7.800 anos cal. AP

A análise palinológica do testemunho da Vereda Juquinha/Cuba mostrou que por volta de 18.500 anos cal. AP até cerca de aproximadamente 8.250 anos cal. AP, as condições climáticas vigentes na região eram úmidas e mais frias que as atuais. Condições climáticas semelhantes foram encontradas na Lagoa de Serra Negra (De Oliveira, 1992) localizada no Estado de Minas Gerais, entre ~44.000 até ~17.500 anos cal. AP. Na região de Lagoa Santa, também localizada em Minas Gerais, o registro polínico da Lagoa Olhos d'Água e da Lagoa dos Mares também demonstrou a presença de táxons típicos de condições climáticas mais frias e úmidas durante o Último Máximo Glacial (UMG), como *Podocarpus* e *Hedyosmum*, e algas que também estavam presentes no registro polínico da Vereda Juquinha/Cuba (De Oliveira, 1992; Raczka, 2009; Raczka *et al.*, 2012).

Entre ~8.250 e ~7.800 anos cal. AP observou-se foi diminuição da umidade e da diversidade de vários táxons na Vereda Juquinha/Cuba, devido ao ressecamento da zona

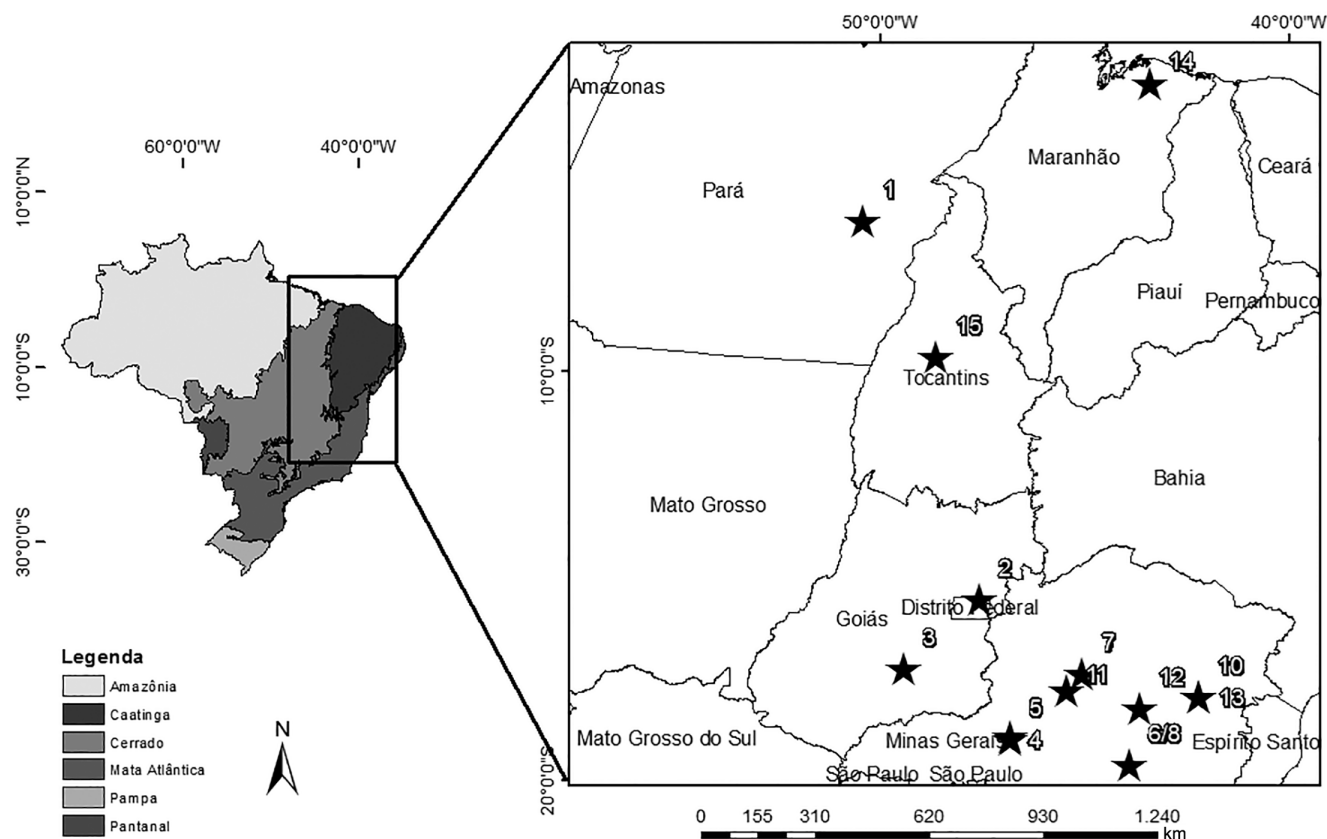


Figura 7. Mapa de localização dos sítios palinológicos estudados no Cerrado do Quaternário do Brasil: 1, Carajás (Absy *et al.*, 1991); 2, Águas Emendadas (Barberi *et al.*, 2000); 3, Cromínia (Ferraz-Vicentini & Salgado Labouriau, 1996); 4, Serra Negra (De Oliveira, 1992); 5, Salitre (Ledru, 1993); 6, Lagoa dos Olhos (De Oliveira, 1992; Raczka *et al.*, 2012); 7, Fazenda Urbano (Lorente, 2010); 8, Lagoa Santa (Parizzi *et al.*, 1998); 9, Lagoa dos Mares (Raczka *et al.*, 2012); 10, Lago do Pires (Behling, 1995); 11, Chapadão dos Gerais (Cassino, 2011); 12, Pau de Fruta (Horák, 2009); 13, Lagoa Nova (Behling, 2003); 14, Lagoa do Caçó (Ledru *et al.*, 2006); 15, Lagoa da Confusão (Behling, 2002) (modificado de Meyer *et al.*, 2014).

Figure 7. Location Map of palynological sites studied in the cerrado of Brazil in the Quaternary: 1, Carajás (Absy *et al.*, 1991); 2, Águas Emendadas (Barberi *et al.*, 2000); 3, Cromínia (Ferraz-Vicentini & Salgado Labouriau, 1996); 4, Serra Negra (De Oliveira, 1992); 5, Salitre (Ledru, 1993); 6, Lagoa dos Olhos (De Oliveira, 1992; Raczka *et al.*, 2012); 7, Fazenda Urbano (Lorente, 2010); 8, Lagoa Santa (Parizzi *et al.*, 1998); 9, Lagoa dos Mares (Raczka *et al.*, 2012); 10, Lago do Pires (Behling, 1995); 11, Chapadão dos Gerais (Cassino, 2011); 12, Pau de Fruta (Horák, 2009); 13, Lagoa Nova (Behling, 2003); 14, Lagoa do Caçó (Ledru *et al.*, 2006); 15, Lagoa da Confusão (Behling, 2002) (modified from Meyer *et al.*, 2014).

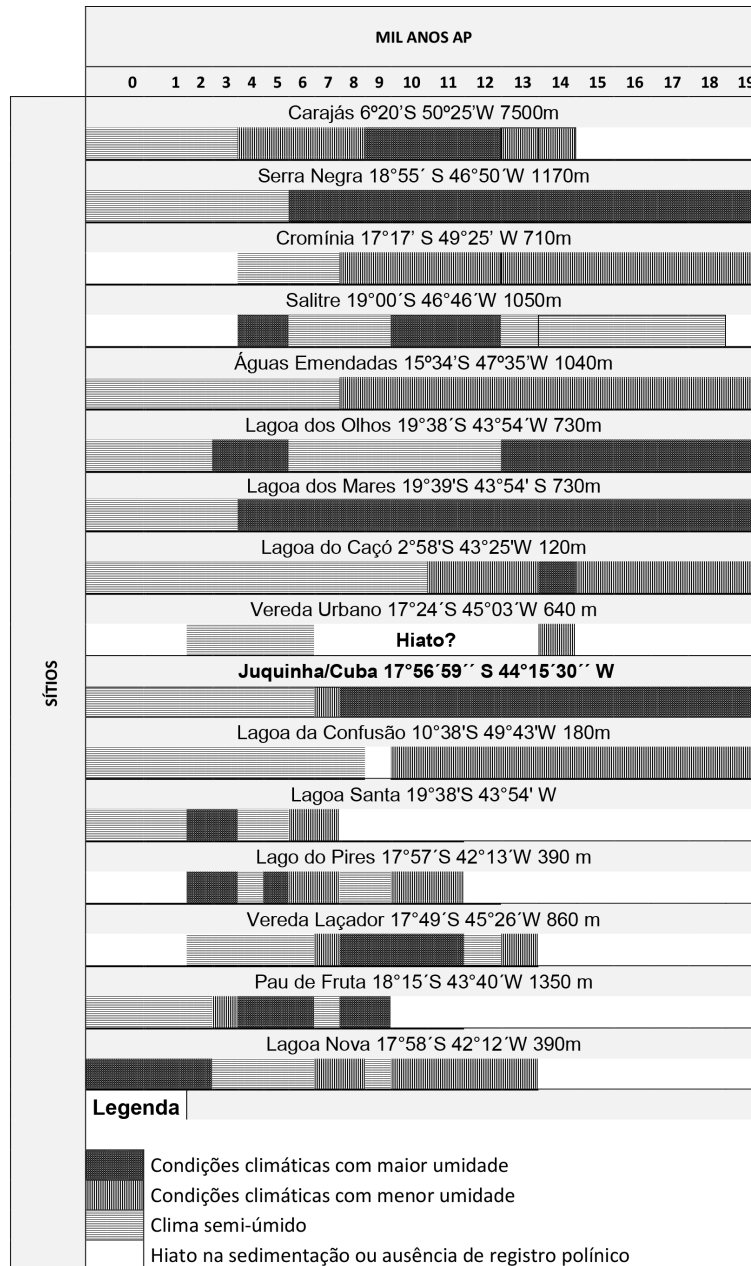


Figura 8. Principais mudanças climáticas inferidas a partir dos registros polínicos do Cerrado brasileiro durante o Quaternário incluindo o presente estudo.

Figura 8. Major climatic changes inferred from pollen records of the Brazilian Cerrado during the Quaternary including the present study.

úmida. Na vereda de Águas Emendadas (DF), Barberi *et al.* (2000) verificaram a existência de um hiato na sedimentação entre ~25.000 e ~8.050 anos cal. AP o que fez com que a camada orgânica fosse substituída por uma fina camada de areia. Um hiato deposicional também foi observado na Lagoa da Confusão, Tocantins, porém sua extensão cronológica não foi definida, mas se estendeu até o final do Pleistoceno, início do Holoceno (Behling, 2002). Na Vereda Urbano, no intervalo de tempo de ~15.900 até ~13.487 anos cal. AP, houve o predomínio de grãos de pólen de elementos arbustivos-herbáceos, rara ocorrência de grãos de pólen de elementos arbóreos e ausência de *Mauritia flexuosa*, sugerindo que

formações campestres semelhantes à fitofisionomia Campo Limpo ocupavam a região sob condições climáticas mais secas do que as atuais.

Na Lagoa do Caçó, Maranhão, entre ~12.800 e ~11.000 anos cal. AP houve drástica diminuição dos táxons arbóreos, acompanhada por aumento de poáceas, indicou condições climáticas mais secas.

Esse clima mais seco também foi observado nas localidades de Cromínia, Goiás; Lagoa dos Olhos d'Água, Minas Gerais (MG); Carajás, Pará, no intervalo entre aproximadamente 21.000 e 11.000 anos cal. AP (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau, 1996; De Oliveira, 1992;

Absy *et al.*, 1991; Ledru, 1993). Em Salitre (MG) também foi observado um clima mais seco entre ~15.500 anos e ~12.250 anos cal. AP, marcado pela diminuição de elementos arbóreos e predomínio de táxons herbáceos assim como na Vereda Juquinha/Cuba (Ledru, 1993). Essa fase mais seca também foi verificada no sítio palinológico do Lago do Pires (MG), onde vegetação campestre típica de Campo Cerrado predominava no entorno do lago entre ~11.200 e ~9.900 anos cal. AP (Behling, 1995). O sítio de Lagoa Nova (MG) mostrou o mesmo padrão do Lago do Pires entre ~11.800 e ~9.500 anos cal. AP.

De 7.800 a 2.900 anos cal. AP

Entre ~7.800 e ~2.900 anos cal. AP o aumento da umidade e da temperatura na região, possibilitou o surgimento da vereda por volta de ~4.200 anos cal. AP, a vegetação presente no entorno da vereda era composta por um mosaico de Cerrado *stricto sensu* e Matas. Os registros da Vereda de Águas Emendadas, Cromínia e Lagoa do Caçó também mostraram uma tendência no aumento da umidade a partir de ~8.500 anos cal. AP (Barberi *et al.*, 2000; Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau, 1996; Ledru *et al.*, 2006). Na Vereda Laçador entre ~9.900 até ~7.000 anos cal. AP a vereda expandiu e o desenvolvimento vegetação do Cerrado *stricto sensu* na vegetação de entorno também indicaram um clima quente e úmido (Cassino & Meyer, 2013). Na Turfeira Pau de Fruta (MG) um período de clima úmido estava presente entre ~7.300 e ~4.700 anos cal. AP, tendo uma pequena estação seca em ~5.700 anos cal. AP (Horák, 2009). No Lago do Pires uma vegetação de Cerrado *stricto sensu* se desenvolveu no lugar do Campo Cerrado entre ~6.300 e ~2.900 anos cal. AP, na Lagoa Nova essa fase mais úmida surgiu a partir de ~6.900 anos cal. AP (Behling, 1995; Behling, 2003). No registro de Lagoa Santa o lago se tornou mais profundo entre ~5.100 e ~3.600 anos cal. AP com vegetação típica do Cerrado no entorno do lago (Parizzi *et al.*, 1998). Na Lagoa dos Olhos D'Água o registro também indica condições climáticas mais úmidas a partir de ~5.500 anos cal. AP.

De 2.900 anos cal. AP ao presente

A partir de aproximadamente 2.900 anos cal. AP a vegetação e o clima da região da Vereda Juquinha/Cuba não sofreram mudanças drásticas em relação ao período anterior. A umidade continuou, e clima quente, semelhante ao atual se estabeleceu, permitindo a expansão da vereda. A vegetação de entorno da vereda ainda era constituída pelo mosaico de Cerrado *stricto sensu* e Matas, porém em menores porcentagens. Em Águas Emendadas este período de clima úmido ocorreu a cerca de 1.500 anos cal. AP, quando também foi constatado um pico de *Mauritia flexuosa* (ver Barberi *et al.*, 2000). A partir de ~2.000 anos cal. AP no sítio da Vereda Urbano foi constatada uma vegetação típica de Cerrado *stricto sensu* ralo com elementos de vereda (Lorente *et al.*, 2010). Esta fase de clima úmido, semelhante às condições ambientais atuais também foram registradas a partir de aproximadamente 2.900 no Lago do Pires, a partir de ~3.100 anos cal. AP em

Carajás, na Lagoa de Serra Negra a partir de ~1.200 anos cal. AP, já em Lagoa Santa as condições climáticas semelhantes às atuais foram verificadas a partir de ~1.400 anos cal. AP (Behling, 1995; Absy *et al.*, 1991; De Oliveira, 1992; Parizzi *et al.*, 1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo polínico da Vereda Juquinha/Cuba localizada na região Centro-Norte de Minas Gerais, na Serra do Cabral, mostrou em linhas gerais, três fases de mudanças climáticas e da vegetação que foram identificadas ao longo do perfil sedimentar e denominadas da base para o topo Intervalo JCI, JCII e JCIII.

O testemunho da Vereda Juquinha/Cuba apresentou uma fase com condições climáticas úmidas e mais frias que as atuais no período de ~18.500 a ~8.250 anos cal. AP corroboradas pela presença de *Podocarpus* e *Drimys brasiliensis* no espectro polínico. Entre ~8.250 e ~7.800 anos cal. AP a diminuição de elementos típicos de ambientes úmidos como *Eryngium*, *Hydrocotyle* e *Peperomia*, pode ter gerado um ressecamento da zona úmida, deixando as camadas superiores expostas à erosão.

A partir de ~7.800 anos cal. AP se inicia uma fase mais úmida e mais quente do que a anterior, com o surgimento da vereda e ocorrência de *Mauritia flexuosa* por volta de 4.200 anos cal. AP. Essas condições climáticas foram favoráveis ao surgimento de elementos típicos de Matas e Cerrado *stricto sensu* ao redor da vereda, que atingiram o seu pico entre ~7.800 e ~2.900 anos cal. AP. A fase úmida se estendeu até os dias atuais, e as temperaturas provavelmente se igualaram às temperaturas modernas a partir de ~2.900 anos cal. AP. Por volta de ~400 anos cal AP a vereda se expandiu e o táxon *Mauritia flexuosa* chegou a atingir uma concentração de 4.000 grãos/cm³. Os elementos de Cerrado *stricto sensu* e de Matas continuaram compondo a vegetação entorno da vereda, porém em menores porcentagens, semelhante à vegetação atual da Vereda Juquinha/Cuba.

Os resultados descritos neste trabalho possibilitaram ainda a correlação dos eventos paleoclimáticos e paleoambientais registrados na Serra do Cabral, com dados palinológicos de outras regiões do Cerrado durante o Quaternário.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto “Reconstituição da vegetação quaternária da Serra do Cabral, Minas Gerais, através de estudos palinológicos”, financiado pela FAPEMIG, com recursos do Edital 01/2011-Demanda Universal (APQ-01697-11). As autoras agradecem ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) pela autorização para a realização de pesquisa no Parque Estadual da Serra do Cabral (SIGED-IEF/DPBIO/GPROP 03921012013). A primeira autora agradece a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado. As autoras agradecem aos dois revisores anônimos que com suas sugestões e críticas muito contribuíram para o aprimoramento do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Ab'Saber, A.N. 1971. Contribuição à Geomorfologia da área dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1, 1971. *Resumos expandidos*, São Paulo, EDUSP, p. 97-103.
- Absy, M.L.; et al. 1991. Misé em évidence de quatrephase d'ouverture de La forêt dense dans lesud-est de l'amazonomie au cours dès 60,000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. *Comptes Rendus Academie des Sciences*, **312**:673-678.
- 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
- Barth, O.M. & Melhem, T.S. 1988. *Glossário ilustrado de palinologia*. Campinas, Editora da Unicamp, 77 p.
- Behling, H. 1995. A high resolution Holocene pollen record from Lago do Pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. *Journal of Paleolimnology*, **4**:253-268.
- Behling, H. 2002. Late quaternary vegetation and climate dynamics in southeastern Amazonia inferred from Lagoa da Confusão in Tocantins State, Northern Brazil. *Amazoniana*, **17**:27-39.
- Behling, H. 2003. Late glacial and Holocene vegetation, climate and fire history inferred from Lagoa Nova in the southeastern Brazilian lowland. *Vegetation history and archaeobotany*, **12**:263-270. doi: 10.1007/s00334-003-0020-9
- Cassino, R.F. 2011. *Reconstituição da vegetação e do clima do Chapadão dos Gerais durante o Holoceno, a partir da análise palinológica da vereda Laçador*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 215 p.
- Cassino, R.F. & Meyer, K.E.B. 2013. Reconstituição paleoambiental do Chapadão dos Gerais (Quaternário Tardio) a partir da análise palinológica da Vereda Laçador, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **16**:127-146. doi:10.4072/rbp.2013.1.10
- 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 vegetational and climatic change in southeastern Brazil*. The Ohio State University, PhD Thesis, 238 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. 2008. Disponível em <https://www.embrapa.br>; acessado em 15/12/2013.
- Faegri, K. & Iversen, J. 1989. *Text book of Pollen Analysis*. New York, Hafner Press, 486 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
- 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
- Hogg, A.G. et al. 2013. SHCAL13 Southern Hemisphere calibration, 0-50,000 yearscal BP. *Radiocarbon*, **55**: 1889-1903. doi: 10.2458/azu_js_rc.55.16783
- 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, 203 p.
- IBGE. 2011. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acessado em 13/03/2014.
- IEF. 2010/2011. Instituto Estadual de Florestas. Disponível em <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protetidas/210>, acessado em 20/11/2012.
- 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.; Ceccantini, G.; Gouveia, S.E.M.; López-Sáez, J.A.; Pessenda, L.C.R. & Ribeiro, A.S. 2006. Millennial-scale climatic and vegetation changes in a northern Cerrado (Northeast, Brazil) since the last glacial maximum. *Quaternary Science Reviews*, **25**:1110-1126. doi:10.1016/j.quascirev.2005.10.005
- Lopes, T.C. 2012. *O Supergrupo Espinhaço na Serra do Cabral, Minas Gerais: contribuição ao estudo de proveniência sedimentar*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 116 p.
- Lorente, F.L. 2010. *Análise palinológica da vereda da Fazenda Urbano, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 59 p.
- 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.
- Meyer, K.E.B.; Cassino, R.F.; Lorente, F.L.; Raczka, M. & Parizzi, M.G. 2014. Paleoclima e paleoambiente do cerrado durante o Quaternário com base em análises palinológicas. In: I.S. Carvalho; M.J. Garcia; C. Cunha Lana & O. Strohschoen Jr. (eds). *Paleontologia: cenários da vida*. Interciência, p. 403-420.
- Parizzi, M.G.; Salgado-Labouriau, M.L. & Kohler, C.H. 1998. Genesis and environmental history of Lagoa Santa, southeastern Brazil. *The Holocene*, **8**:311-321. doi:10.1191/095968398670195708
- Raczka, M.F. 2009. *Mudanças paleoambientais quaternárias na região de Lagoa Santa, MG, Brasil: A palinologia como subsídio para o entendimento do padrão de ocupação humana*. Mestrado em Análise Geoambiental, Universidade de Guarulhos, Dissertação de Mestrado, 119 p.
- Raczka, M.F.; De Oliveira, P.E.; Bush, M. & McMichael, C.H. 2012. Two paleoecological histories spanning the period of human settlement in southeastern Brazil. *Journal of Quaternary Science*, **28**:144-151. doi:10.1002/jqs.2597
- Salgado-Labouriau, M.L. 1973. *Contribuição à palinologia dos Cerrados*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 291 p.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1994. *História ecológica da Terra*. São Paulo, Edgard Blücher, 320 p.
- Salgado-Labouriau, M.L. 2001. Reconstruindo as comunidades vegetais e o clima no passado. *Humanidades*, **48**:24-40.
- Souza Filho, P.W.M. & El-Robrini, M. 1995. Um exemplo de sistema deposicional dominado por macromaré: a planície costeira Bragantina - NE do Pará (Brasil). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 5, 1995. *Anais*, Niterói, ABEQUA, p. 278-284.
- Stockmar, J. 1971. Tablets spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, **13**:615-621.
- Stuiver, M. & Reimer, P.J. 1993. Extended 14C database and revised CALIB 3.0 14C age calibration. *Radiocarbon*, **35**:215-230.
- Uhlein, A. 1991. *Transição cráton-faixa dobrada: um exemplo do Cráton do São Francisco e da Faixa Araçuai (Ciclo Brasileiro) no Estado de Minas Gerais: Aspectos estratigráficos e*

- estruturais*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 295 p.
- Uhlein, A.; Alvarenga, C.J.S.; Trompette, R.; Dupont, H.S.J.B.; Egydio-Silva, M.; Cuckov, N. & Lima, O.N.B. 2004. Glaciação neoproterozóica sobre o cráton do São Francisco e faixas dobradas adjacentes. *In*: V. Mantesso-Neto; A. Bartorelli; C.D.R. Carneiro & B.B. Brito-Neves (eds) *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, Beca. p. 539-553.
- Uhlein, A.; Trompette, R. & Egydio-Silva, M. 1995. Rifteamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton do São Francisco. *Geonomos*, 3:99-107.
- Viveiros, J.F. M. & Walde, D. 1976. Geologia da Serra do Cabral, Minas Gerais, Brasil. *Münsterische Forschungshefte Geologie und Paläontologie*, 38/39:15-27.
- Walde, D. 1978. Desenvolvimento faciológico do Pré-cambriano entre a Serra Mineira e a Serra do Cabral (região sudoeste da Serra do Espinhaço, Minas Gerais). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978. *Anais*, Recife, p. 711-725.

Received in October, 2014; accepted in December, 2015.

Apêndice 1. Táxons estudados.

Appendix 1. Studied taxa.

Algas

- Chlamydomonas* sp. Ehrenberg, 1833
Debarya sp. (Wittrock) Transeau, 1934
Mougeotia sp. C. Agardh, 1824
Spyrogira sp. (Stockmayer) Czurda, 1932
Zygnema sp. C. Agargh, 1817

Pteridófitos

- Cheilanthes* sp. Sw., 1806
Cyathea sp. Sm., 1793
Lycopodiella alopecuroides (L.) Cranfill., 1981
Lycopodiella caroliniana (L.) Pic. Serm., 1968
Lycopodiella cernua (L.) Pic. Serm., 1968
Lycopodium clavatum L., 1753
Selaginella sp. Spring., 1840
Thelypteris sp. Schimidel, 1763
Tipo *Blechnum* L., 1753
Tipo *Polypodium* L., 1753
Trichomanes sp. L., 1753

Incertae sedis

- Pseudoschizaea* Rossignolex Christopher, 1962

Gimnospermas

- Podocarpus* sp. L'Heritierex Pers., 1807

Angiospermas

- Anacardiaceae (indeterminada) R. Brown
Bignoniaceae (indeterminada) A.L. de Jussieu, 1789
Burseraceae (indeterminada) Kunth, 1824
Cabralea sp. A. Juss., 1830
Caryocar brasiliensis Cambess., 1828
Chrysophyllum sp. L., 1753
Cuphea sp. Koehne, 1903
Cyperaceae (indeterminada) A.L. de Jussieu, 1789
Dacryodes sp. Vahl., 1810
Daphnopsis sp. Mart., 1824
Diplusodon sp. Pohn., 1827
Doliocarpus sp. Rol., 1756
Drimys brasiliensis Miers.
Eriotheca sp. Schott & Endl., 1832
Eryngium sp. L., 1753
Erythroxyllum sp. P. Browne, 1756

Apêndice 1. Continuação.**Appendix 1.** Continuation.

Euphorbiaceae (indeterminada) A.L. de Jussieu, 1789

Gaylussacia sp. Kunth, 1818

Hedyosmum sp. Sw., 1788

Hydrocotyle sp. L., 1753

Ilex sp. L., 1753

Ludwigia sp. L., 1753

Mauritia flexuosa L. f., 1781

Microlicia sp. D. Don., 1823

Mimosa sp. L., 1753

Myrsine sp. L., 1753

Ouratea sp. Aublet, 1775

Pavonia sp. Cav., 1876

Peperomia sp. Ruiz & Pav., 1794

Poaceae (indeterminada) Barnhart, 1895

Polygala sp. L., 1753

Polygonum sp. (Tourn.) L., 1753.

Pouteria sp. Aubl., 1775

Richardia sp. L., 1753

Schefflera sp. J.R. Forst. & G. Forst., 1775

Sebastiania sp. Spreng., 1820

Serjania sp. Mill., 1754

Smilax sp. L., 1753

Solanum sp. L., 1753

Stryphnodendron sp. Mart., 1837

Symplocos Jacq., 1760

Tipo Agarista D. Don ex G. Don, 1834

Tipo Alchornea Sw., 1788

Tipo Baccharis L., 1753

Tipo Borreria G. Mey., 1818

Tipo Butia Becc., 1916

Tipo Camarea L., 1753

Tipo Campomanesia Ruiz & Pav., 1794

Tipo Eremanthus Less., 1829

Tipo Eupatorium L., 1753

Tipo Gnaphalium L., 1753

Tipo Gomphrena L., 1753

Tipo Heteropterys Kunth, 1822

Tipo Maprounea brasiliensis A, St.-Hil., 1828

Tipo Senna Mill., 1754

Tipo Vernonia Schreb., 1791

Utricularia sp. L., 1753

Xyris sp. L., 1753