



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**RECONSTITUIÇÃO DA PALEOVEGETAÇÃO DA REGIÃO DA LAGOA
DOS COUTOS, BARÃO DE COCAIS-MG NA PRIMEIRA METADE DO
HOLOCENO**

Carolina Batista de Oliveira Viana

Ouro Preto, julho de 2017

**RECONSTITUIÇÃO DA PALEOVEGETAÇÃO DA REGIÃO
DA LAGOA DOS COUTOS, BARÃO DE COCAIS-MG NA
PRIMEIRA METADE DO HOLOCENO**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.^a Dr.^a Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.^a Dr.^a Tânia Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Dr. José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. Dr. Luís Antônio Rosa Seixas

MONOGRAFIA

Nº 238

RECONSTITUIÇÃO DA PALEOVEGETAÇÃO DA REGIÃO DA LAGOA DOS COUTOS, BARÃO DE COCAIS – MG NA PRIMEIRA METADE DO HOLOCENO

Carolina Batista de Oliveira Viana

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Raquel Franco Cassino

Monografia do Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 402, ano 2017/1.

OURO PRETO

2017

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606

Direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Revisão geral: Carolina Batista de Oliveira Viana

Catálogo elaborado pela Biblioteca Prof. Luciano Jacques de Moraes do
Sistema de Bibliotecas e Informação - SISBIN - Universidade Federal de Ouro Preto

V614r Viana, Carolina Batista de Oliveira

Reconstituição da paleovegetação da região da Lagoa dos Coutos, Barão dos Cocais – MG na primeira metade do holoceno [manuscrito] / Carolina Batista de Oliveira Viana - 2017.

xix, 51 f.; il. color.; grafs.; tabs.; mapas

Orientadora: Prof^a Dr^a Raquel Franco Cassino.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia.

1. Palinologia. 2. Paleontologia. 3. Mata Atlântica. I. Cassino, Raquel Franco. II. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. III. Título.

CDU: 56.02(815.1)

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

Ficha de Aprovação

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Reconstituição da Paleovegetação da Região da Lagoa dos Coutos, Barão de Cocais - MG na Primeira Metade do Holoceno.

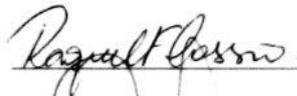
AUTORA: CAROLINA BATISTA DE OLIVEIRA VIANA

ORIENTADORA: Profa. Dra. Raquel Franco Cassino

Aprovada em: 17 de agosto de 2017

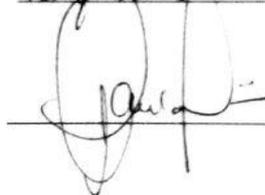
BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Raquel Franco Cassino



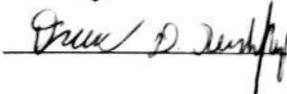
DEGEO/UFOP

Profa. Dra. Maria Paula Delicio



DEGEO/UFOP

Prof. Dr. Isaac Daniel Rudnitzki



DEGEO/UFOP

Ouro Preto, 17/08/2017

Agradecimentos

Agradeço à minha mãe Vânia e ao meu pai Adelson, que são o meu núcleo e a minha fonte de amor, força e por terem me apoiado em todas minhas mudanças de planos. Ao meu irmão Matheus por ser sempre exemplo de determinação e esforço. Aos meus familiares Batista de Oliveira e Viana pelo apoio.

À professora Raquel Cassino pelos ensinamentos, orientação e paciência durante todas as etapas da realização deste trabalho.

Aos grandes amigos que a cidade de Ouro Preto me deu e à toda turma da geologia, que me propiciaram uma graduação cheia de amizade e ajuda mútua. Às queridas da República Afrodite pela torcida e pelos anos de carinho e cuidado.

Por fim, agradeço ao Departamento de Geologia, à Escola de Minas, à Universidade Federal de Ouro Preto por terem me proporcionado um ensino público superior de qualidade durante toda a minha graduação.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	APRESENTAÇÃO	1
1.2	ASPECTOS GERAIS DA ÁREA	3
1.2.1	Serra do Gandarela	3
1.2.2	Lagoa dos Coutos	5
1.3	MATERIAIS E MÉTODOS	7
1.3.1	Coleta das amostras	7
1.3.2	Datação das amostras.....	8
1.3.3	Preparação química das amostras	9
1.3.4	Análises qualitativas e quantitativa	9
1.3.5	Elaboração de diagramas polínicos	9
2	PALINOLOGIA.....	11
2.1	MORFOLOGIA POLÍNICA	11
2.2	PROBLEMAS E DIFICULDADES NA ANÁLISE POLÍNICA	15
3	TRABALHOS ANTERIORES	16
3.1	TRABALHOS REALIZADOS EM REGIÕES PRÓXIMAS À ÁREA DE ESTUDO ...	16
3.2	TRABALHOS REALIZADOS NA ÁREA DE ESTUDO.....	19
4	RESULTADOS	22
4.1	GEOCRONOLOGIA DO TESTEMUNHO	22
4.2	ANÁLISE PALINOLÓGICA.....	22
5	DISCUSSÃO.....	31
5.1	COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO COM OUTROS REGISTROS.....	40
5.1.1	Comparação e Discussão com Trabalhos Realizados na Área de Estudo .	40
5.1.2	Comparação e Discussão com Trabalhos Realizados em Áreas Próximas à Área de Estudo	42
5.2	DINÂMICA DE CLAREIRAS.....	44
6	CONCLUSÕES.....	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1.1: Localização da área de estudo, Serra do Gandarela no Quadrilátero Ferrífero.....	3
Figura 1.2: Aspecto da Lagoa dos Coutos em período de chuva (foto superior) e em período de seca (foto inferior). Modificada de Dias (2014).	5
Figura 1.3: Disposição na direção NE-SW das três lagoas na Serra do Gandarela.....	6
Figura 1.4: Imagem do <i>Google Earth Pro</i> evidenciando o relevo e vegetação no entorno da Lagoa do Coutos.	7
Figura 1.5: Localização do ponto de coleta do testemunho P1C4 na Lagoa dos Coutos	8
Figura 2.1: 1) Vista polar; 2) Vista Equatorial; 3) Aspecto geral do grão. Modificado de Stanski <i>et al.</i> (2016).	12
Figura 2.2: Representação da parede de um grão de pólen. Retirado de Dias (2006).	13
Figura 2.3: Nomeclatura de grãos de pólen em relação às suas aberturas. Modificado de Moore <i>et al.</i> (1991).	14
Figura 2.4: Classificação dos pólenes de acordo com padrão de ornamentação da exina. Modificado de Jansonius & McGregor 2002.....	14
Figura 4.1: Diagrama polínico de porcentagem das amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15	26
Figura 4.2: Diagrama polínico de concentração das amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15	26
Figura 4.3: Diagrama polínico dos táxons de matas encontrados nas amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15	27
Figura 4.4: Diagrama polínico dos táxons de vários hábitos de distribuição encontrados nas amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15.....	29
Figura 4.5: Táxons de ervas (Bromeliaceae), plantas aquáticas (<i>Equinodorus</i>) e plantas de ambientes úmidos (Cyperaceae) encontrados nas amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15	30
Figura 4.6: Concentração de algas <i>Botryococcus</i> e de Poaceae nas amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15.	31

Figura 5.1: Diagrama polínico de concentração do testemunho P1C4. Legenda: A1 (árvores de matas); A2 (árvores de vários tipos de vegetação (Cerrado/Caatinga/Florestas)); E (ervas); L (ervas, lianas ou arbustos); Q (aquáticas); U (plantas de ambientes úmidos); V (plantas com vários hábitos de distribuição).....	33
Figura 5.2: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de árvores de vários tipos de vegetação (Cerrado/Caatinga/Florestas) do testemunho P1C4 -Parte 2.....	36
Figura 5.3: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de árvores de vários tipos de vegetação (Cerrado/Caatinga/Florestas) do testemunho P1C4 -Parte 1.....	35
Figura 5.4: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de vários tipos de distribuição do testemunho P1C4.....	36
Figura 5.5: Diagrama polínico de concentração de plantas de ambientes úmidos do testemunho P1C4.....	37
Figura 5.6: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de mata no testemunho P1C4 - Parte 1.....	37
Figura 5.7: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de mata no testemunho P1C4 - Parte 2.....	38
Figura 5.8: Diagrama polínico de porcentagem de Poaceae no testemunho P1C4.....	40
Figura 5.9: Diagrama polínico de concentração do testemunho retirado da margem da Lagoa dos Coutos. Retirado de Cassino (comunicação pessoal)	41
Figura 5.10: Diagrama polínico de porcentagem de algas no testemunho P1C4.....	46
Figura 5.11: Diagrama polínico de concentração de táxons pioneiros no testemunho P1C4.....	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2-1: Classificação da forma dos grãos de pólen de acordo com a razão entre os eixos polar e equatorial. Modificado de Salgado-Laboriau (1973). 12

Tabela 4-1: Grãos de pólen identificados nas amostras P1C12, P1C4-14 e P1C4-15.22

Resumo

A reconstrução paleoecológica através de pólen é possível devido às características presentes nos grãos de pólen, tais como características morfológicas específicas para cada gênero ou espécie, produção em vasta quantidade, polinização eólica propiciando uma ampla distribuição dos mesmos, resistência à decomposição em certos ambientes sedimentares e o fato de refletirem a vegetação natural no momento da deposição do pólen, ou seja, com auxílio da datação por radiocarbono, fornecem informações sobre condições ambientais passadas. Para estudar os pólenes e as mudanças ocorridas na vegetação e no clima de um lago temporário raso (Lagoa dos Coutos), localizado na Serra do Gandarela, município de Barão de Cocais – (MG), foi coletado um testemunho de 15 cm de comprimento, na região central da lagoa, que foi dividido em intervalos de 1 ou 2 cm, para estudo polínico. Neste trabalho foram analisadas as amostras correspondentes à base do testemunho, sendo identificados 34 táxons de grãos de pólen. Essas amostras foram comparadas às outras 6 amostras correspondentes às profundidades entre 5 e 15 cm, sendo definidas 4 zonas paleoambientais.

Palavras chave: palinologia, pólen, Mata Atlântica, Serra do Gandarela.

Abstract

The paleoecological reconstruction using pollen is possible due to features present on the grain of pollen, such as morphological features specific for each genus and species, production on a large scale, wind pollination allowing a wide distribution of pollen, resistance of decomposition in certain sedimentary environments and the fact that they reflect the natural vegetation at the moment of the pollen deposition, that is, with help of radiocarbon dating, they provide information about past environmental conditions. To study the pollen and the changes on vegetation and climate of a temporary shallow lake (Lagoa dos Coutos), situated at Serra do Gandarela, in the city of Barão de Cocais - MG, a 15cm long core was collected at the central region of the lake, and it was split in intervals of 1 or 2cm, for pollinic studies. In this project, samples from the core's base were analyzed, and 34 taxa of grains of pollen were identified. Those samples were compared to other 6 samples from depths of 5 to 15 cm, demarcating 4 paleoenvironmental zones.

Key words: palinology, pollens, Atlantic Forest, Serra do Gandarela.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O Holoceno, época que segundo a Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS 2017), compreende os últimos 11.700 anos da idade Terra, tem seu início marcado pela glaciação de Würm, ocorrida no final do Pleistoceno. O Holoceno é a época em que se reconhece o aparecimento do homem moderno e o desenvolvimento das primeiras civilizações (Souza *et al.* 2005).

Durante o Holoceno ocorreram várias oscilações climáticas, nas quais as temperaturas atingiram “ótimos climáticos” em dois momentos diferentes, intercalados com períodos mais frios (Souza *et al.* 2005). Essas mudanças afetaram os continentes numa escala global, no entanto, as informações sobre essas mudanças paleoambientais ao longo desta época são escassas para algumas regiões do planeta, como por exemplo, o Brasil.

Uma das formas de estudar estas variações paleoambientais é através das análises da matéria orgânica de solos e sedimentos lacustres. Através da datação de ^{14}C , é possível estabelecer uma geocronologia dos perfis sedimentares, e, juntamente com estudos geoquímicos e polínicos, inferir as variações paleoclimáticas ocorridas (Saia 2006).

A Palinologia é uma ciência interdisciplinar (geologia e ciências biológicas, especialmente da botânica) e sua maior área de atuação é o estudo da constituição, estrutura e dispersão dos grãos de pólen e esporos, incluindo os exemplares recentes e fossilizados. Os microfósseis orgânicos, também denominados palinomorfos (cistos de dinoflagelados, ovos de copépodes, cutículas vegetais, matéria orgânica amorfa), também são enfoque da palinologia. A Palinologia é aplicada em diversas áreas de conhecimento, como por exemplo, na Paleoecologia, Bioestratigrafia, Sistemática vegetal, análise de qualidade do mel e Arqueologia.

Segundo Bradley (1999), a reconstrução paleoecológica através de grãos de pólen é possível devido à quatro características presentes nos grãos de pólen: características morfológicas específicas para cada gênero ou espécie; produção em vasta quantidade e polinização eólica propiciando uma ampla distribuição dos mesmos; resistência à decomposição em certos ambientes sedimentares; refletem a vegetação natural no momento da deposição do pólen, ou seja, com auxílio da datação por radiocarbono, fornecem informações sobre condições ambientais passadas.

Ainda conforme Bradley (1999), a reconstituição paleoclimática através de pólen baseia-se na noção de que a distribuição da vegetação é determinada pelo clima, sendo possível utilizar essa distribuição para reconstruir um clima passado. Atualmente, há vários bancos de dados de pólen de diferentes regiões do planeta que permitem que os conjuntos polínicos sejam calibrados em termos de clima. De acordo com Ribeiro & Barberi (2005), as interpretações paleoecológicas de períodos anteriores ao Neógeno são dificultadas devido aos grupos de vegetais que se extinguíram, mas a partir do Mioceno, e mais precisamente, no Plioceno, quando 95% da floral atual já se encontrava distribuída na Terra (Poumot 1989), as análises paleoecológicas resultam em resultados confiáveis.

De acordo com Parizzi (1998), a pesquisa paleoclimática e paleoecológica na América do Sul baseada em microfósseis começou na porção norte do continente (Colômbia, Suriname, Venezuela e bacia amazônica), sendo os primeiros trabalhos publicados a partir da década de 70 do séc. XX, por exemplo o trabalho de Absy (1979), que estudou algumas seções curtas de idade holocênica na Amazônia (Souza *et al.* 2005).

Os trabalhos referentes à porção sul do continente foram publicados mais recentemente, a partir da década de 90 do séc. XX, sendo, inicialmente, a maioria deles relativos às áreas em que a vegetação predominante é o Cerrado (Parizzi 1998). Dentre estes trabalhos citam-se Ledru (1992), De Oliveira (1992), Parizzi (1993), Parizzi *et al.* (1998), Salgado-Labouriau *et al.* (1997), Salgado-Labouriau *et al.* (1998), Barberi (2001) para o Cerrado; De Oliveira *et al.* (1999a) para a Caatinga; Garcia (1994), Behling (1995), Costa (2000), Bissa *et al.* (2000) para a Mata Atlântica e De Oliveira (1996), Colinvaux *et al.* (1996), Colinvaux *et al.* (1999), Bush *et al.* (2000) e Behling (1996, 2002) para a região amazônica.

Recentemente, mais estudos paleoecológicos têm sido publicados utilizando a análise polínica como metodologia, a exemplo de Horák (2009), Behling & Safford (2010), Verissimo *et al.* (2012), Buso *et al.* (2013) e Cassino (2014).

Este trabalho constitui uma contribuição para o aumento do acervo de dados relativos às mudanças ambientais e climáticas do Holoceno, a partir da reconstituição paleoecológica da região da Lagoa dos Coutos, localizada na Serra do Gandarela, no município de Barão de Cocais – (MG).

A Lagoa dos Coutos é peculiar por se tratar de uma lagoa de temporária, não alimentada por nenhum córrego ou rio e rodeada por afloramentos de canga. A partir da análise palinológica de sedimentos da lagoa, este trabalho apresenta novos dados sobre a paleovegetação holocênica do Quadrilátero Ferrífero, região escassa de trabalhos paleoambientais publicados, contribuindo então para o conhecimento das alterações paleoambientais que ocorreram nessa região e de como a Lagoa dos Coutos e a vegetação em seu entorno responderam a essas mudanças.

O presente trabalho está relacionado com o trabalho de mestrado defendido por Leibowitz (2016), intitulado *Diatoms as Proxies for Environmental Change: a Paleolimnological Investigation of*

a *Shallow Iron Outcrop Lake* (Lagoa dos Coutos, Serra do Gandarela, MG), no qual dois testemunhos foram coletados e datados para estudo com diatomáceas, objetivando esclarecer mudanças paleolimnológicas ocorridas na lagoa nessa época. Neste trabalho, a porção basal de um desses testemunhos será analisado para análise palinológica.

1.2 ASPECTOS GERAIS DA ÁREA

1.2.1 Serra do Gandarela

A Serra do Gandarela faz parte de um sinclinal situado na porção norte do Quadrilátero Ferrífero, no estado de Minas Gerais que abrange os municípios de Barão dos Cocais, Santa Bárbara, Caeté, Rio Acima, Itabirito e Raposos, localizados na região metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1.1).

Segundo Dias (2014), a serra é um dos mais importantes sinclinais da região central de Minas Gerais e integra uma importante área de proteção ambiental de Belo Horizonte, que preserva grande parte dos mananciais da região metropolitana da cidade, incluindo córregos e riachos com águas de classe especial como definido pela resolução CONAMA n°357/2005.

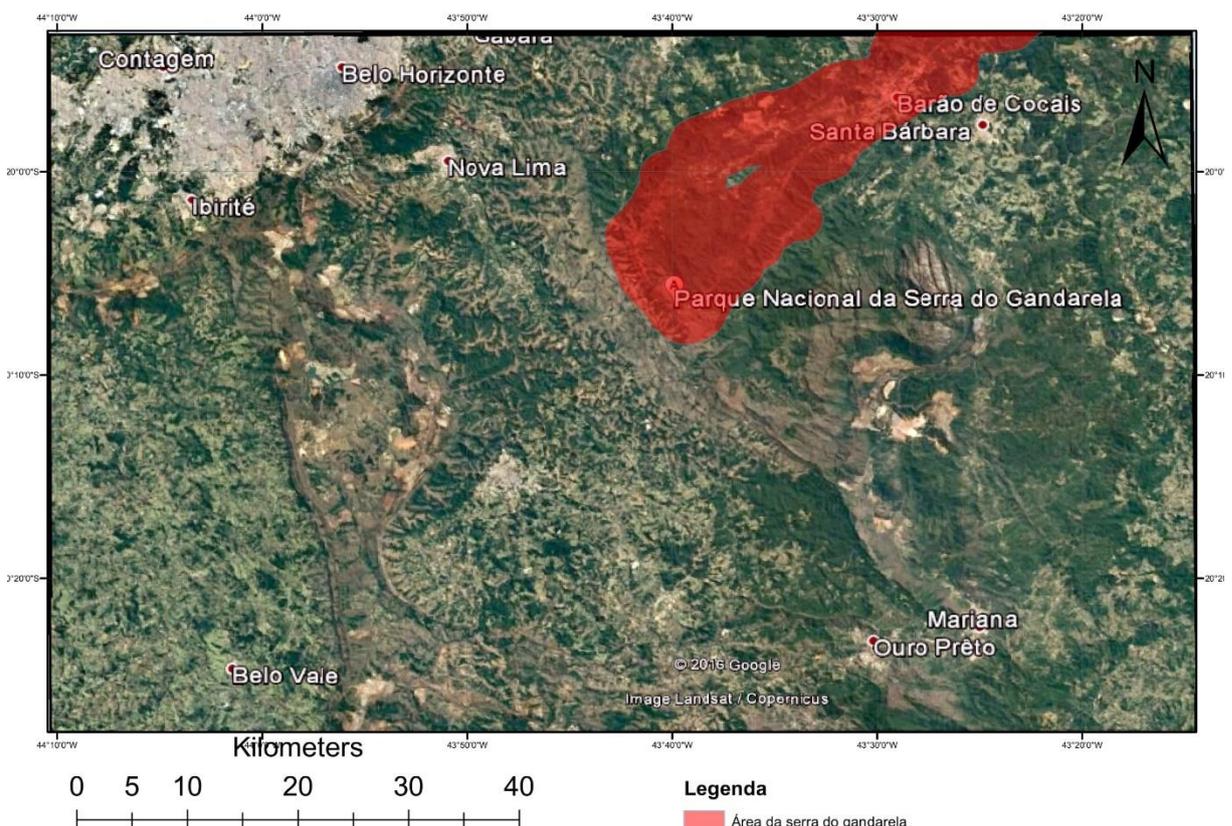


Figura 1.1: Localização da área de estudo, Serra do Gandarela, no Quadrilátero Ferrífero – (MG).

A geologia do Sinclinal Gandarela é composta por metassedimentos do Supergrupo Minas em contato com a Grupo Nova Lima, pertencente ao Supergrupo Rio das Velhas (Endo & Rocha Filho

2003). Como definido por Alkmin & Marshak (1998), o Supergrupo Rio das Velhas encontra-se sobreposto ao embasamento cristalino e subdivide-se nos grupos Nova Lima, na porção inferior, e Maquiné, na porção superior. No Grupo Nova Lima são encontrados filitos, clorita-xistos, rochas metavulcânicas, dolomitos e formações ferríferas bandadas. No Grupo Maquiné são encontrados quartzitos, xistos, conglomerados e também sericita-clorita-xistos e filitos (Alkmin e Marshak 1998).

As rochas do Supergrupo Minas, sobreposto ao Supergrupo Rio das Velhas, encontram-se na parte central do Sinclinal Gandarela. O Supergrupo Minas é dividido, de acordo com Alkmin e Marshak (1998), em grupos Caraça, Itabira e Piracicaba, nesta sequência, da base para o topo. O Grupo Caraça é constituído por metaconglomerados, quartzitos e filitos; o grupo Itabira é composto essencialmente de formações ferríferas bandadas e carbonáticas, representadas pelas formações Cauê e Gandarela, respectivamente. O Grupo Piracicaba compõe-se de rochas terrígenas de ambientes deltaicos plataformais intercaladas com lentes de carbonato.

De acordo com Fonseca (2014), a região da Serra do Gandarela é marcada por vegetação de Campos ferruginosos, Cerrado e Mata Atlântica (em matas remanescentes no interior do sinclinal) e um conhecido sistema de recarga de aquíferos, proporcionado pela litologia local. Segundo o ICMBIO (2010), a região possui alta diversidade de fauna e flora, com taxas excepcionais de ocorrência de espécies raras, endêmicas, microendêmicas e ameaçadas de extinção. A região é o último fragmento significativo de áreas naturais em bom estado de conservação dentro do Quadrilátero Ferrífero, contendo importantes remanescentes de Mata Atlântica semidecídua, de vegetação de campos rupestres sobre canga e sobre quartzito, em transição com formações do cerrado (ICMBIO 2010).

Segundo Jacobi & Carmo (2008b In: ICMBIO 2010), a vegetação de campos ferruginosos apresenta alta diversidade florística, no entanto é um dos ecossistemas menos estudados de Minas Gerais e talvez o mais ameaçado, principalmente por atividade mineradora associada a seus afloramentos de ferro. A Mata Atlântica é o ecossistema que sofreu maior devastação no Brasil, sendo esse processo iniciado antes mesmo da colonização do território brasileiro pelos europeus. Hoje, restam apenas aproximadamente 8% da área original do bioma ainda cobertos de remanescentes em condições de razoáveis a boas de preservação. As Matas Estacionais, encontradas na região da Serra do Gandarela, são um tipo florestal que correspondia a cerca de 50% da Mata Atlântica, sendo hoje preservados apenas cerca de 3% de sua cobertura original (Galindo & Câmara 2005 In: ICMBIO 2010).

O clima no Quadrilátero Ferrífero é classificado nos tipos Cwa e CWb de acordo com Köppen. O primeiro predomina na área dos complexos metamórficos, sendo caracterizado por temperatura média de 27,9°, com chuvas concentradas nos meses de outubro a março. O CWb, comum nas áreas mais altas onde se têm as supracrustais, é marcado por um maior índice pluviométrico, correspondendo ao clima tropical de altitude (Radam Brasil 1983 In: Costa 2005).

1.2.2 Lagoa dos Coutos

A Lagoa dos Coutos ($19^{\circ}59'6.54''S$; $43^{\circ}33'4.75''W$) é uma lagoa de caráter temporário (Figura 1.2) localiza-se na Serra do Gandarela, no município de Barão de Cocais, a cerca de 100 Km de Belo Horizonte. A lagoa localiza-se em uma área rica em ferro e rodeada por vegetação de canga (Leibowitz 2016).



Figura 1.2: Aspecto da Lagoa dos Coutos em período de chuva (foto superior) e em período de seca (foto inferior). Modificada de Dias (2014).

A lagoa está situada a 1.072 metros acima do nível do mar, sendo o clima da região classificado como subtropical de altitude, intercalando verões chuvosos e invernos secos (Do Carmo 2010). De

acordo com Leibowitz (2016), a lagoa apresenta profundidade média de 0.65 m, alcançando máxima de 1.5 m no período chuvoso até ficar completamente seca no mês de agosto.

A Lagoa dos Coutos possui perímetro e área estimados em de 1.600m e 113m² respectivamente, e está disposta juntamente com outras duas lagoas na Serra do Gandarela na direção NE-SW (Figura 1.3). A lagoa de maior perímetro está situada na porção nordeste e é conhecida como Lagoa das Antas e a lagoa de menor perímetro é conhecida como Lagoa do Meio.

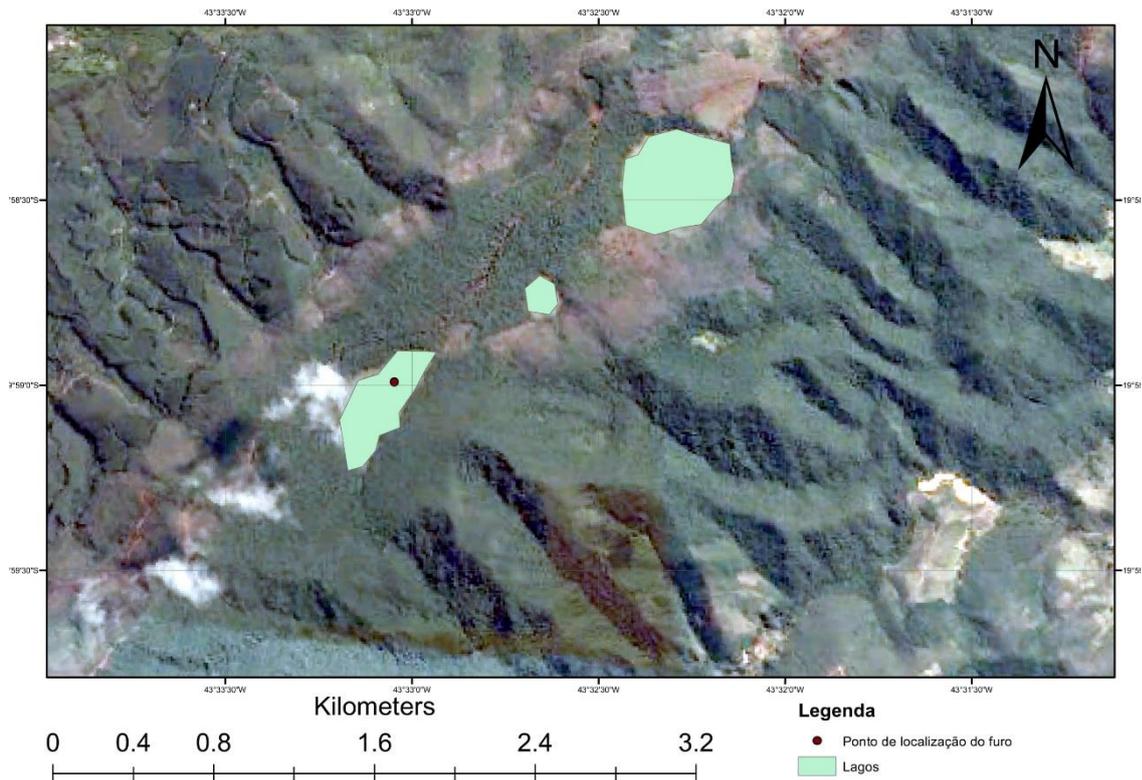


Figura 1.3: Disposição na direção NE-SW das três lagoas na Serra do Gandarela.

Na imagem de satélite obtida pelo *Google Earth Pro* (Figura 1.4), percebe-se que a lagoa está localizada na crista do sinclinal, sendo o relevo em seu entorno caracterizado por vales e morros. A vegetação no entorno da Lagoa dos Coutos é homogênea, densa e apresenta árvores de grande porte formando uma mata fechada, representativa da Mata Atlântica residual existente na área.

A lagoa dos Coutos está circundada por vegetação de Mata Atlântica, no entanto, no topo da serra ocorre vegetação de campos ferruginosos ou canga, principalmente nas porções mais quartzíticas ou ferruginosas. Segundo o ICMBIO (2010), as cangas ocorrem em poucos locais no Brasil, em fragmentos relativamente pequenos e representam uma fonte direta de riqueza mineral, portanto, foram sempre vistas como áreas de “destinação natural” à mineração. No entanto, as cangas contêm também uma importante biodiversidade; de acordo com Jacobi & Carmo (2008 In: ICMBIO 2010), em quatro afloramentos de cangas, cujas áreas disjuntas totalizam menos de 300 ha, foram identificadas 86

famílias, 250 gêneros e 458 espécies de plantas vasculares, sendo que apenas 5% das espécies ocorreram em todas as cangas amostradas, caracterizando uma baixa similaridade florística entre as localidades.

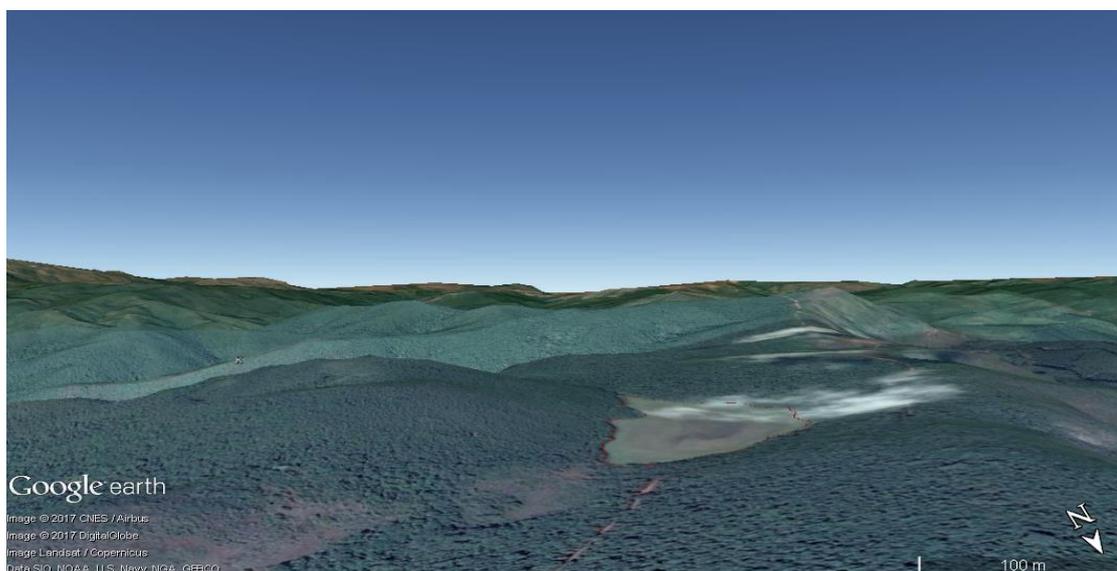


Figura 1.4: Imagem do *Google Earth Pro* evidenciando o relevo e vegetação no entorno da Lagoa do Coutos.

De acordo com Leibowitz (2016), a Lagoa dos Coutos se insere na bacia do Rio Doce, mas não é alimentada por nenhum córrego ou rio. Segundo Dias (2014), num intervalo de um ano, a variação de temperatura da água foi de 11,9°C (máxima de 29,9°C e mínima de 18°C), sendo a temperatura média 24,56°C. Em relação ao pH, a lagoa apresenta características ácidas, sendo o pH máximo medido 7,46 e o mínimo 4,77. A taxa de oxigênio dissolvido variou entre 13,74 e 6,88 mg/L e a condutividade elétrica é baixa, variando de 70 a 120 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Dias 2014).

Nos últimos anos, a região tem recebido impactos derivados da ação antrópica, como por exemplo a poeira proveniente da construção civil e da utilização de estradas associadas à mineração. (Leibowitz 2016).

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado conforme os itens descritos a seguir.

1.3.1 Coleta das amostras

As amostras são provenientes do testemunho coletado para análise de diatomáceas para o trabalho de Leibowitz (2016) na Lagoa dos Coutos, sendo este mesmo testemunho utilizado neste trabalho para análise palinológica. A testemunhagem foi feita na região central da lagoa, sendo o local de coleta escolhido devido à extensão de sua camada húmica, facilitando assim a datação por ^{14}C (Figura

1.5). Este testemunho foi denominado por Leibowitz (2016) PIC4, sendo esta nomenclatura também utilizada neste trabalho.

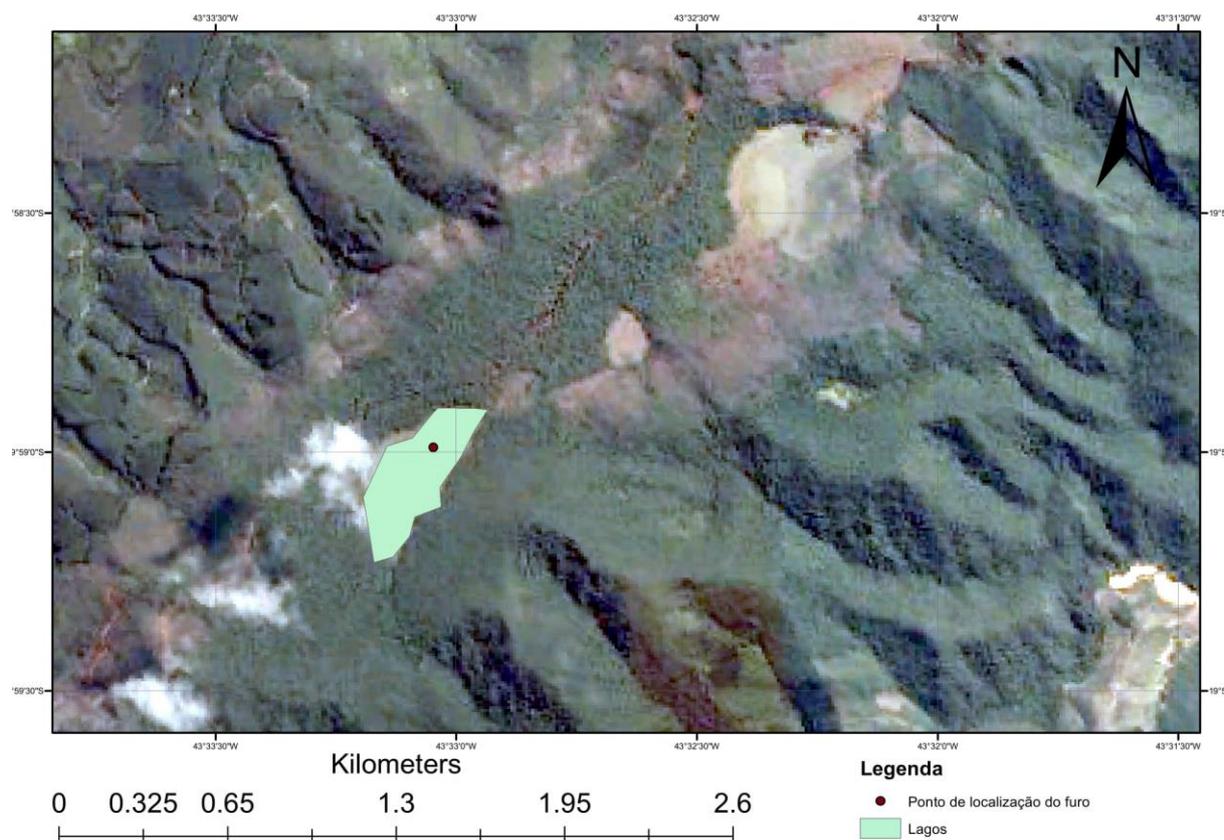


Figura 1.5: Localização do ponto de coleta do testemunho PIC4 na Lagoa dos Coutos

A testemunhagem foi feita por meio de um tubo de PVC de 15cm de diâmetro e aproximadamente 25cm de comprimento foi introduzido pelo menos 15cm no sedimento, sendo esse tubo desenterrado e recuperado. O testemunho foi selado com plástico filme e mantido em um resfriador a 8°C e transferido para um congelador a -4°C até o processamento.

Descongelado o testemunho, seu núcleo foi aberto em lados opostos usando uma serra rotativa Dremel 3000 e separados em duas metades (Leibowitz 2016). O núcleo foi cortado em seções de 1 ou 2 cm, sendo que nesse trabalho foi feita a análise polínica para as profundidades variando de 10 a 15 cm. As amostras foram denominadas P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15 e representam profundidades que variam de 12 a 10 cm, 14 a 12 cm e 15 a 14 cm, respectivamente.

1.3.2 Datação das amostras

As idades foram obtidas por datação de ^{14}C para o trabalho de Leibowitz (2016) e realizadas no Beta Analytic (Miami, Estados Unidos), sendo realizadas nos centímetros 5 e 10 do testemunho. Para

os primeiros 5 cm, foi obtida idade de 3330 ± 30 anos (3500 anos cal AP) e, para os próximos 5 cm, 4710 ± 30 (5450 anos cal AP).

Dessa forma, as idades das amostras deste trabalho são mais antigas que 5450 anos cal AP e foram extrapoladas a partir das idades obtidas para o trabalho de Leibowitz (2016), considerando uma taxa de sedimentação constante na região de estudo. Estas idades estão indicadas no capítulo 4 desta monografia.

1.3.3 Preparação química das amostras

A preparação química das amostras se deu pela extração de 2cm^3 de sedimento do material coletado e foram utilizados os métodos propostos por Bennet & Willis (2001) e Salgado-Labouriau (2007) para o tratamento químico das mesmas. Esse tratamento consiste na eliminação de ácidos húmicos com hidróxido de potássio (KOH); eliminação de carbonatos com ácido clorídrico (HCl); eliminação de sílica com ácido fluorídrico (HF) e, por fim, acetólise. Feito o tratamento químico, para cada amostra foram confeccionadas lâminas em gelatina glicerinada para análise no microscópio. Esporos de *Lycopodium clavatum* foram inseridos em cada amostra antes da preparação química como marcador exótico para os cálculos de concentração.

1.3.4 Análises qualitativas e quantitativa

Para cada amostra do testemunho foram feitas análises qualitativas (identificação, descrição e registro dos grãos de pólen e esporos encontrados nas três lâminas) e quantitativa (contagem dos grãos de pólen, sendo contados pelo menos 100 grãos de pólen além das Poaceae, de esporos e de algas).

Os grãos de pólen e esporos foram identificados em nível de família ou gênero, dependendo das características polínicas de cada família. As análises qualitativas e quantitativas foram feitas usando o microscópio Novel BM 2100, sendo a identificação dos palinomorfos feita a partir da consulta aos catálogos de referência para grãos de pólen, o *software Pollen Key* (Bush & Weng 2006) e também às estampas encontradas no trabalho de Cassino (comunicação pessoal). O registro dos palinomorfos foi feito com o software *TCapture*.

1.3.5 Elaboração de diagramas polínicos

Na confecção dos diagramas polínicos, os palinomorfos encontrados na análise palinológica foram agrupados levando em consideração as características ecológicas dos táxons, dados retirados principalmente do portal Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>). Esses diagramas foram construídos a partir do *software C2* (Juggins 2007). Os palinomorfos foram divididos nos seguintes grupos: “Árvores de vários tipos de vegetação”, “Árvores de matas”, “Ervas”, “Ervas, arbustos e lianas”, “Plantas aquáticas”, “Plantas de ambientes úmidos”, “Vários ambientes”, “Plantas exóticas”, “Não identificados”, “Samambaias e Licófitas”, “Briófitas” e “Algas”.

Elaborou-se diagramas de porcentagem e concentração dos palinórfos, sendo essas concentrações calculadas a partir da contagem de esporos de *Lycopodium clavatum* introduzidos no início da preparação das amostras, em concentração conhecida. Os cálculos seguiram a seguinte fórmula:

$$\text{Cont} = [\text{Ct} * ((\text{NL})/\text{P})]/\text{CL}$$

Na fórmula acima citada, Cont é a concentração do táxon t, em grãos/cm³; Ct é o número de grãos contados para o táxon t; NL é o número de esporos de *Lycopodium clavatum* inseridos na amostra no início da preparação (=18,584 (número de esporos em uma pastilha)); P é o volume da amostra processada (2cm³); e CL é o número de esporos de *Lycopodium clavatum* contados na amostra.

CAPÍTULO 2

PALINOLOGIA

A análise palinológica é uma das mais importantes ferramentas da paleoclimatologia quaternária, fornecendo informações dos continentes para complementar as informações referentes aos sedimentos marinhos e furos no gelo (Bradley 1999). As angiospermas e gimnospermas, plantas fanerógamas, produzem grãos de pólen contendo o material genético masculino, sendo seu sucesso reprodutivo dependente desse material chegar a um receptáculo feminino da mesma espécie de planta (Bradley 1999). Essa polinização pode-se dar naturalmente através da ação dos ventos (polinização anemófila), da água, dos animais (polinização zoófila) ou intencionalmente por ação antrópica.

Ainda segundo Bradley (1999), a palinologia é base para um aspecto importante para a reconstrução paleoclimática. O grão de pólen quando preservado em lagos, pântanos, estuários, ou outros ambientes deposicionais, ao longo do tempo, fornece um registro das mudanças vegetacionais passadas, que podem ser relacionadas com mudanças climáticas (Bradley 1999).

2.1 MORFOLOGIA POLÍNICA

De acordo com Salgado-Labouriau (2001), a grande diversidade morfológica dos grãos de pólen de angiospermas e gimnospermas, esporos de pteridófitas e a estabilidade química de sua membrana externa permitem a identificação dos táxons botânicos.

A identificação dos grãos é feita com base em um conjunto de características morfológicas, como por exemplo, número de aberturas, forma, âmbito, ornamentação, tamanho do grão na vista polar e na vista equatorial entre outras (Salgado-Laboriau 2001). Os grãos de pólen podem se apresentar com vista polar, quando o polo é observado de frente ou equatorial, quando o pólo é visto de frente (Figura 2.1). A vista polar dos grãos de pólen recebe o nome de âmbito.

Essa identificação é mais precisa no microscópio de transmissão, que produz imagens tridimensionais de alta resolução dos grãos de pólen.

A forma dos grãos de pólen em vista equatorial é definida a partir da razão entre as medidas do eixo polar (P) e do eixo equatorial (E). A classificação da forma dos grãos em relação à razão P/E é feita de acordo com a Tabela 2.1.

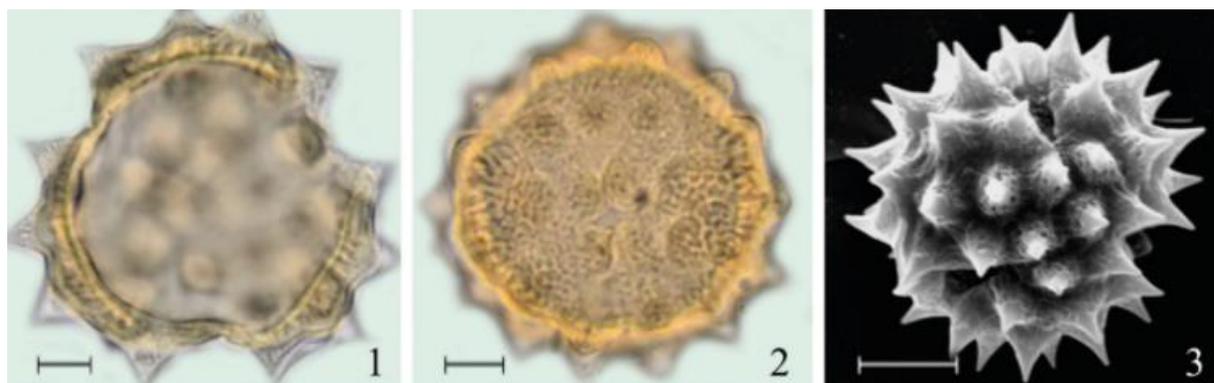


Figura 2.1: 1) Vista polar; 2) Vista Equatorial; 3) Aspecto geral do grão. Modificado de Stanski *et al.* (2016).

Tabela 2.1: Classificação da forma dos grãos de pólen de acordo com a razão entre os eixos polar e equatorial. Modificado de Salgado-Laboriau (1973).

Relação P/E	Denominação da forma
0,50	Peroblato
0,50 - 0,74	Oblato
0,75 - 0,87	Suboblato
0,88 - 0,99	Oblato-esferoidal
1,00	Esférico
1,01 - 1,14	Prolato-esferoidal
1,15 - 1,33	Subprolato
1,34 - 2,00	Prolato
2,00	Perprolato

Os grãos de pólen apresentam parede constituída por duas camadas, exina e intina. A exina é composta de esporopolenina e uma pequena quantidade de polissacarídeos, e a intina é constituída de por celulose. Apenas a esporopolenina, mais resistente, permanece durante a fossilização, sendo de grande importância para a correta identificação dos palinórfos, pois essa camada apresenta ornamentações típicas que contribuem para a distinção dos táxons (Moore *et al.* 1991). A exina ainda é dividida em sexina (camada mais externa e ornamentada) e em nexina (camada mais interna e sem ornamentação) conforme Figura 2.3 (Dias 2006):

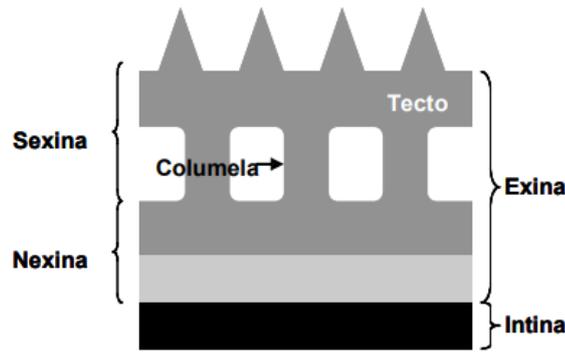


Figura 2.2: Representação da parede de um grão de pólen. Retirado de Dias (2006).

Existem dois tipos de aberturas nos grãos de pólen: os poros e os colpos, sendo essas aberturas ao nível da exina. Os poros são normalmente aberturas idodiamétricas ligeiramente alongadas e com as extremidades arredondadas, enquanto os colpos, que são mais primitivos que os poros, são longos e afunilados nas duas extremidades. Grãos que apresentam apenas poros são ditos porados, os que apresentam somente colpos são designados colpados e os que apresentam poros e colpos são chamados de grãos colporados (Moore *et al.* 1991).

De acordo com Dias (2006), pode-se agrupar os grãos de pólen a partir do número, posição e características de suas aberturas. O número de aberturas é indicado por um prefixo (mono, di, tetra, etc.) antes dos termos porado, colpado e colporado, sendo que quando o número de abertura é maior que 6, utiliza-se o prefixo poli. Na maior parte das vezes, os poros e colpos se dispõem numa posição equidistante no diâmetro equatorial, recebendo o prefixo zono. Quando essa distribuição se dá em toda superfície do grão, utiliza-se o prefixo panto (Dias 2006). A figura 2.3 representa a nomenclatura dos grãos de pólen em relação às suas aberturas.

Os grãos de pólen também podem ser classificados em relação ao padrão e forma de ornamentação da exina, conforme Figura 2.4.

	Di-		Tri-		Tetra-		Penta-		Hexa-		Pol-	
	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.
Zonoporado												
	e.g. <i>Colchicum</i>		e.g. <i>Betula</i>		← e.g. <i>Alnus, Ulmus</i> →							
Zonocolpado												
	e.g. <i>Tofieldia</i>		e.g. <i>Acer</i>		e.g. <i>Hippuris</i>		← e.g. <i>Labiatae, Rubiaceae</i> →					
Zonocolporado												
		e.g. <i>Parnassia</i>		e.g. <i>Rumex</i>		e.g. <i>Viola</i>		e.g. <i>Sanguisorba officinalis</i>		e.g. <i>Utricularia</i>		
Pantoporado												
		← e.g. <i>Urtica</i> →		e.g. <i>Plantago</i>						Chenopodiaceae		
Pantocolpado												
			e.g. <i>Ranunculaceae</i>			e.g. <i>Spergula</i>		e.g. <i>Polygonum amphibium</i>				
Pantocolporado												
			e.g. <i>Rumex</i>			e.g. <i>Polygonum oxyspermum</i>						

Figura 2.3: Nomeclatura de grãos de pólen em relação às suas aberturas. Modificado de Moore *et al.* (1991).

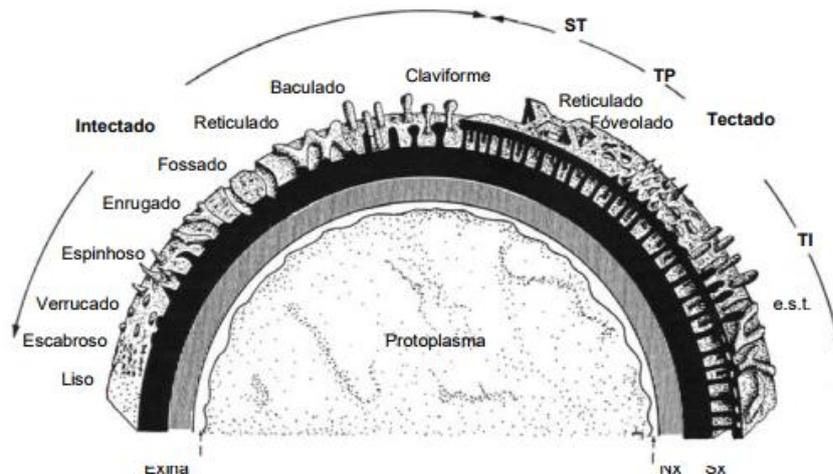


Figura 2.4: Classificação dos pólenes de acordo com padrão de ornamentação da exina. Modificado de Jansonius & McGregor 2002.

2.2 PROBLEMAS E DIFICULDADES NA ANÁLISE POLÍNICA

As plantas produzem diferentes quantidades de grãos de pólen e esporos por ciclo reprodutivo e as análises palinológicas para estudos paleoambientais se baseiam nas características qualitativas e quantitativas dos palinomorfos e zoomorfos. Dessa forma, as espécies que produzem maior número de grãos de pólen tendem a ser mais representadas nos diagramas polínicos, distorcendo os resultados (Bush 1995).

A morfologia da flor e o potencial de autofecundação da planta interferem na representação polínica das plantas. As flores com estrutura (corola) aberta têm tendência de serem mais representadas nos diagramas polínicos, uma vez que a probabilidade de os grãos de pólen serem lançados na atmosfera é maior (Bush 1995).

As espécies dioicas (flores masculinas e femininas separadas) necessitam de polinização cruzada, ou seja, os grãos de pólen da flor masculina são dispersos até uma flor feminina da mesma espécie. As espécies dioicas têm maior probabilidade de estar representadas em diagramas polínicos que as monoicas (estruturas femininas e masculinas numa mesma flor), pois a autofecundação prejudica a dispersão de grãos de pólen (Bush 1995).

Assim como a produção dos grãos de pólen, sua preservação também se dá de maneira diferencial nos diferentes táxons, ou seja, alguns tipos polínicos são destruídos mais facilmente que outros. Esse fato se dá em razão das diferenças na espessura da exina, em que os táxons que possuem exina mais delgada são mais facilmente desgastados (Salgado-Laboriau 1961 In: Ribeiro & Barberi 2005) e também em decorrência do tipo de solo em que se depositam. Os melhores sedimentos para coleta de material palinológico são os substratos lamosos (pântanos, turfeiras, fundo de lagos) que tornam o ambiente redutor, permitindo a preservação de estruturas essenciais para identificação dos táxons (Plá Junior *et al.* 2006).

Outra causa de problemas e dificuldades nas análises polínicas são as convergências morfológicas, quando grupos vegetais filogeneticamente próximos apresentam grãos de pólen muito semelhantes, dificultando ou até mesmo inviabilizando a identificação corretas dos táxons a partir de suas características morfológicas (Salgado-Laboriau 1961 In: Ribeiro & Barberi 2005).

CAPÍTULO 3

TRABALHOS ANTERIORES

A revisão bibliográfica objetivou buscar um acervo de dados que fizeram uso de análise palinológica realizadas em regiões próximas ou na própria área de estudo deste trabalho (Lagoa dos Coutos) e que tenham idades correlatas para comparação de mudanças paleoambientais do Holoceno. Os principais trabalhos utilizados como base de consulta para esse fim foram os de Parizzi *et al.* (1998), Veríssimo *et al.* (2012) e Buso *et al.* (2013), Leibowitz (2016) e de Cassino (comunicação pessoal).

3.1 TRABALHOS REALIZADOS EM REGIÕES PRÓXIMAS À ÁREA DE ESTUDO

O trabalho realizado por Parizzi *et al.* (1998) foi feito na cidade de Lagoa Santa – (MG), aproximadamente 38 Km de Belo Horizonte, num lago permanente com elevação de 740 m em relação ao nível do mar. Dois furos de 7,5 cm de diâmetro foram feitos na lagoa, numa profundidade de 6m de lâmina d'água, sendo o furo de maior comprimento (257 cm) escolhido para as análises geoquímicas e polínica. Três amostras na interface água-sedimento foram retiradas de modo a se analisar a contribuição dos pólenes, esporos e algas aquáticas e terrestres modernos. As amostras foram datadas, apresentando idades de 1.400 ± 430 anos AP equivalentes a 1.300 cal anos AP na superfície e de 5020 ± 50 anos AP (5.800 anos cal AP) na base do testemunho.

Parizzi *et al.* (1998) agruparam os pólenes em cinco grupos: (1) árvores e arbustos de floresta; (2) palmeiras; (3) árvores e arbustos de Cerrado; (4) ervas e arbustos baixos do Cerrado e (5) pólenes de outros gêneros ou famílias arbóreas que incluem espécies de vegetações abertas e florestas. Após a conclusão das análises, o intervalo de tempo representado pelo testemunho foi dividido em quatro fases paleoambientais.

A Fase I proposta por Parizzi *et al.* (1998), as idades são mais antigas que 5.400 anos AP (6.200 anos cal AP), e a porção mais profunda consiste em um metapelito intemperizado com uma camada de argila sobreposta, isento de esporos e grãos de pólen. Acima ocorre uma camada de transição de argila rica em matéria orgânica, onde os grãos de pólenes estão ausentes, mas há presença de esporos abundantes de *Lycopodium cernuum* (planta herbácea, alta, comum no Brasil Central), e também restos de algas. Essa ausência de grãos de pólen indica que as angiospermas eram raras ou não cresciam na região, pois seus pólenes seriam preservados juntamente com as algas caso ocorressem, implicando na hipótese de que o lago não existia nesse período e o clima era muito seco. No entanto, como há presença de algas nos últimos 20 cm dessa fase, é provável que a água estivesse surgindo no sítio no fim da fase (Parizzi *et al.* 1998).

A fase II compreende idades variando entre 5.300 anos AP (6.000 anos cal AP) e 3.400 anos AP (3.600 anos cal AP), o sedimento é de gytja e a deposição de pólen se inicia no começo dessa fase, sendo que a deposição nos níveis mais baixos do testemunho possui grãos mal preservados. Nessa fase, os pólenes mais frequentes são de gramíneas numa baixa concentração, indicando que um pântano ou planície inundada pode ter ocupado o local, porém, a má preservação dos grãos sugere período seco em alguma parte do ano (Parizzi *et al.* 1998). Na parte superior, a preservação é boa, a concentração de pólenes oscila e a presença de esporos de pteridófitas é constante, mas em concentração menor do que se comparado aos outros níveis. Os restos de algas comuns na fase I diminuem ao mínimo no topo dessa fase, e os esporos de fungos começam a se depositar numa profundidade de 100 cm (Parizzi *et al.* 1998).

A partir das análises dos dados, Parizzi *et al.* (1998) inferem-se que em 4.600 anos AP (5.200 anos cal AP), o pântano intermitente foi substituído por um lago raso, sendo essa hipótese suportada pela presença de algas *Spyrogyra* e *Mougetia*. A região que circunda o lago foi ocupada por espécies arbóreas do Cerrado e de matas de galeria, inferindo um clima mais úmido que na fase anterior, com uma longa estação chuvosa.

A fase III proposta por Parizzi *et al.* (1998) possui idades que variam de 3000 a 1800 anos AP (3.100 a 1.600 anos cal AP), possui sedimentos de gytja e há concentração de pólenes. O percentual de gramíneas e a composição de ervas do cerrado diminuem nessa fase. Há o aumento de três espécies de árvores e arbustos típicos do Cerrado, de matas semi-decíduas e de matas de galeria. A ausência de algas encontradas na fase II sugere que o lago se encontra mais profundo do que na fase anterior. Infere-se clima similar ou mais úmido que o dos dias atuais, com estação seca pequena, ocorrendo aumento das chuvas nessa fase (Parizzi *et al.* 1998).

A Fase IV, possui idades variando em 1.440 anos AP (1.300 anos cal AP) e o presente. Os sedimentos nela contidos são níveis de argila pobres em matéria orgânica sobrepostos por argila oxidada. A fase possui um aumento da concentração e percentual de pólenes e ervas, o total de espécies arbóreas e palmeiras não é tão alto quanto na fase anterior, mas, no geral, a concentração e percentual de pólenes é muito semelhante à concentração atual. Algas são praticamente ausentes e o percentual de esporos de fungos diminuem para os valores atuais. A assembleia palinológica não sugere vegetação esparsa ou condições de clima seco, inferindo então clima semelhante ao presente. Não há evidências de interferência antrópica em nenhuma das fases descritas (Parizzi *et al.* 1998).

Parizzi *et al.* (1998) apontam que as informações contidas em outros trabalhos sobre a região central do Brasil indicam um clima mais seco que o presente na primeira metade do Holoceno, suportado a hipótese de que as montanhas no entorno de Lagoa Santa estavam cobertas por vegetação rala antes de 5.400 anos AP (6.200 anos cal AP). Com o aumento da umidade, vegetações semelhantes ao cerrado, matas semi-decíduas e matas de galeria se implantaram no vale, circundando as montanhas, por volta de 4.600 anos AP (5.200 anos cal AP), inferindo clima ameno, semiúmido, com estação seca durando

cerca de três meses. Essa hipótese se comprova com a porcentagem de pólen de espécie arbórea durante o Holoceno médio e superior na região em estudo, indicando que neste período em que as florestas se implantaram, aumentando a densidade de espécies do Cerrado (Parizzi *et al.* 1998).

O trabalho de Buso *et al.* (2013) foi feito na costa norte do Espírito Santo, Brasil, abrangendo a Reserva Natural da Vale (VNR) e a Reserva Natural de Sooretama (Sooretama). Essas reservas possuem vegetação de florestas primárias preservadas (floresta tabuleiro), bem como vegetação marcada pela sazonalidade: florestas inundadas, matas de galeria, restingas e campos nativos. Para o trabalho de Buso *et al.* (2013), foi coletado um testemunho de 204 cm na Lagoa do Macuco, um lago de água doce localizado no Vale do Rio Barra Seca, na região de estudo citada. Neste trabalho foram identificadas três fases paleoambientais.

A fase I compreende idades variando entre 7.623 e 4.396 anos cal AP e é uma fase dominada por árvores e arbustos, samambaias e espécies de mangue. Duas subzonas podem ser descritas, sendo que a primeira, com idade estimada em 7.623 a 7.085 anos cal AP, possui baixa frequência de samambaias e palmeiras. A outra subzona, com idades estimadas em 7.085 a 4.369 anos cal AP, apresenta maior frequência de samambaias e palmeiras e também um aumento na frequência de ervas e plantas aquáticas (Buso *et al.* 2013). A frequência de pólen de espécies arbóreas e as frequências relativamente altas de espécies de floresta tropical sugerem a presença de uma floresta tropical na região durante todo o período dessa fase. Ainda segundo o autor, na segunda subzona descrita, ocorre um aumento da umidade, o que pode ser observado pelo aumento das frequências de Cyatheaceae e Arecaceae. Essa hipótese é reforçada pelo aumento de pólen de espécies aquáticas (Buso *et al.* 2013).

Na fase II, as idades variam entre 4.396 anos cal AP a 1.287 anos cal AP e a fase é dominada por árvores/arbustos e ervas, sendo a presença desses tipos de pólen associados com sucessões ecológicas pode ser explicada por áreas previamente inundadas ou sobre influência marinha (Buso *et al.* 2013).

A fase III descomprende idades variando de 1.287 anos cal AP até o recente, sendo essa fase dominada por espécies de ervas e árvores/arbustos, sendo a porção basal da zona composta por altas porcentagens de espécies aquáticas, e a porção superior apresenta a colonização da área por *Cyperaceae* e altas porcentagens de espécies aquáticas, refletindo o ambiente moderno da região, composto pela planície de inundação do Rio Barra Seca e um lago de água doce. Esse trabalho indica que esse ambiente moderno se instalou há aproximadamente 600 anos cal AP, sendo esse resultado corroborado por análises de carbono/nitrogênio (Buso *et al.* 2013).

De maneira geral, Buso *et al.* (2013) apontam a relevância de seu estudo nos seguintes aspectos: a floresta Atlântica não foi submetida à retração florestal desde aproximadamente 17.000 anos cal AP, corroborando com estudos que sugerem que esta região faz parte de uma área mais ampla de cobertura

florestal estável durante os ciclos climáticos do Quaternário; inferências sobre o paleoclima da região, relativamente úmido de aproximadamente 17.000 anos cal AP até hoje, sendo mais úmido no intervalo entre 7.000 e 4.000 anos cal AP, com estabelecimento do clima sazonal moderno em aproximadamente 4.000 anos cal AP; colonização da Mata Atlântica por espécies típicas da Amazônia desde pelo menos 7.500 anos cal AP.

O trabalho de Veríssimo *et al.* (2012) foi realizado na área de Primeiro Rancho, noroeste do Parque Nacional do Caparaó, localizada na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O testemunho retirado para análise possui 130 cm e foi extraído de um pântano rodeado por vegetação de campos de altitude, sendo este pântano situado num platô levemente inclinado na direção sul. Foram feitas datações de radiocarbono em 4 amostras, sendo encontradas idades variando entre 3.086 ± 156 e 11.063 ± 183 anos cal AP.

A interpretação polínica feita por Veríssimo *et al.* (2012) revela que no Holoceno inferior (11.410 a 8.990 anos cal AP), a região era dominada por campos de altitude. A abundância de vegetação campestre indica clima ameno, e a abundância de pólenes de *Eryngium* e samambaias indica condições mais secas, resultado coerente com outros trabalhos, que também apontam condições climáticas mais secas no início do Holoceno. Para o Holoceno médio (8.990 a 2.670 anos cal AP), apenas pólenes de arbustos *Baccharis* e pólenes de campos de altitude aumentam sua abundância. *Symplocos*, comum em florestas de montanhas são frequentes nesse período, e, juntamente com a presença de *Baccharis* sugerem o desenvolvimento de um estrato lenhoso baixo, resultado de um aumento de umidade. Para o Holoceno tardio, entre 2.670 a 48 anos cal AP, o período foi dominado por vegetação de campos de altitude. A baixa presença de pólenes de Mata Atlântica fica em discordância com o que seria provável, a expansão da vegetação de floresta. A expansão e dominância da vegetação de campos de altitude é correlata à atividade humana na região, a partir de cerca de 1.200 anos cal AP (Veríssimo *et al.* 2012).

O trabalho de Veríssimo *et al.* (2012) conclui que a temperatura e umidade aumentaram desde 9.000 anos cal AP, concordando com o que foi proposto por Behling (2002). Durante o Holoceno, a vegetação de campos de altitude foi predominante nas áreas mais altas e as áreas dominadas por vegetação herbácea diminuíram entre 9.000 e 2.700 anos cal AP. Após 2.700 anos cal AP, ocorre uma expansão florestal, e após 1.200 anos cal AP, esse domínio volta a ser de campos de altitude, porém com sinais de instabilidade ambiental.

3.2 TRABALHOS REALIZADOS NA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho de Leibowitz (2016) foi realizado na Lagoa dos Coutos, mesma área de estudo desta monografia, que, inclusive, faz uso de um dos testemunhos do trabalho de Leibowitz (2016) para análise polínica. O autor utiliza a identificação das diatomáceas (microalgas distintas de outros eucariontes

devido à sua parede celular inorgânica, composta de sílica) para assim correlacionar as espécies com as variações paleoambientais. Leibowitz (2016) justifica o uso das diatomáceas devido à sua sensibilidade a condições limnológicas e por possuírem parede de sílica, que mantém as diatomáceas preservadas ao longo do tempo.

No trabalho de Leibowitz (2016), foram coletados dois testemunhos na Lagoa dos Coutos (um no centro da lagoa de 15 cm, utilizado nessa monografia, e um mais perto da margem da lagoa de 10 cm), sendo estes divididos em intervalos de 1 ou 2 cm. Dessa forma, os sedimentos foram processados, a identificação das diatomáceas feita, além de análises de pH, nitrogênio, matéria orgânica e idade de radiocarbono.

As análises de ^{14}C realizadas no trabalho de Leibowitz (2016) revelam sedimentação muito lenta na região, aproximadamente 500-900 anos/cm. No testemunho central, foram datadas as profundidades de 5 e 10 cm obtendo as idades de 3.500 e 5.450 anos cal AP respectivamente. Dessa maneira, interpolando essas idades, o testemunho compreende os últimos 7.400 anos. No testemunho da margem as idades obtidas para as profundidades de 5 e 10 cm foram 2.250 e 7.550 anos cal AP respectivamente, ou seja, o testemunho representa os últimos 7.550 anos.

Leibowitz (2016) conclui que não houveram mudanças significativas na assembleia de diatomáceas na área de estudo, tendo o lago permanecido ácido ou circun neutro com baixos níveis de nutrientes e alto nível de oxigênio ao longo do período estudado. O autor ainda aponta que as diatomáceas não parecem responder drasticamente nem a mudanças naturais nem antropogênicas, provavelmente pela dificuldade de sobreviver a um ambiente aquático temporário com alto teor de metais. Além disso, o trabalho de Leibowitz (2016) concluiu que a exploração mineral na área continua a ameaçar este e outros ecossistemas semelhantes, seja pela mineração diretamente, ou indiretamente, pela construção de rodovias, deposição de poeiras metálicas, dentre outros impactos.

O trabalho de Cassino (comunicação pessoal) utiliza os mesmos testemunhos do trabalho de Leibowitz (2016) para análise polínica, sendo realizada a análise dos 10 primeiros cm de cada testemunho. Para a interpretação paleoambiental das alterações ocorridas na lagoa, Cassino considerou que as amostras mais superficiais representam a situação atual da lagoa e que as margens da mesma podem ficar completamente expostas nos meses secos do ano. A autora ainda considera as porcentagens e a concentração de algas, briófitas, plantas de ambiente úmido, plantas aquáticas e *Poaceae* para essa interpretação paleoambiental. Dessa maneira, foram definidas cinco zonas paleoambientais (Cassino, comunicação pessoal), que incluem:

Fase I) representa as idades entre 7.500 e 5.400 anos cal AP, as análises revelam alta concentração de pólen, algas e *Poaceae*, sendo a mata no entorno da lagoa caracterizada pela abundância de *Cecropia*. A autora ainda sugere que a lagoa se manteve mais cheia que atualmente.

Fase II) representa as idades entre 5.400 e 5.000 anos cal AP e é marcada por um ressecamento na Lagoa dos Coutos, indicando à alternância para um clima mais sazonal, com estação seca mais extensa. Essa fase ainda é classificada pela transição da mata com prevalência de *Cecropia* para mata com prevalência de Arecaceae (palmeiras), pois ocorre o aumento deste último táxon em relação à Fase I.

Fase III) compreende idades que variam em 5.000 e 4.300 anos cal AP, sendo que as análises deste período indicam condições de maior umidade que as atuais, sendo caracterizada pelo estabelecimento da mata com prevalência de *Alchorneae* e *Stryphnodendron*.

Fase IV) abrange as idades entre 4.300 e 2.500 anos cal AP e há a prevalência das condições relativamente úmidas. A fase representa uma vegetação de mata com prevalência de Arecaceae e *Cecropia* e no final da zona, sob condições mais úmidas, uma mata com prevalência de *Alchornea* e *Stryphndendron*.

Fase V) compreende idades entre 2.500 anos cal AP e o recente revela uma tendência de ressecamento das margens da Lagoa, que provavelmente ficaram expostas por mais tempo devido à uma maior estação seca. Neste período, a mata com predomínio de Arecaceae foi predominante (Cassino, comunicação pessoal).

Como conclusão, aponta-se que as características atuais da Lagoa dos Coutos permaneceram ao longo da segunda metade do Holoceno. Os dados polínicos indicam a ocorrência de variações nas condições de umidade, apresentando estações seca com maior ou menor duração que a atual. As informações paleoclimáticas mais relevantes do trabalho de Cassino são a de que ocorreu um período mais úmido que o atual em cerca de 7.500 anos cal AP que se estendeu até aproximadamente 5.500 anos cal AP e de que períodos mais secos que o atual aconteceu entre 5.500 e 5.000 anos cal AP e também em torno de 3.500 anos cal AP (Cassino, comunicação pessoal).

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 GEOCROLOGIA DO TESTEMUNHO

Considerando as idades obtidas por datação de 14C no trabalho de Leibowitz (2016) para o testemunho P1C4, 3.500 (5 cm) e 5.450 (10 cm) anos cal AP, e considerando a taxa de sedimentação da região da Lagoa dos Coutos constante, foram inferidas as idades das amostras deste trabalho. Para a amostra P1C4-12, as idades representam um intervalo aproximado entre 6.200 e 5.500 anos cal AP, a amostra P1C4-14 corresponde a idades em torno de 7.000 e 6.200 anos cal AP e a amostra P1C4-15 representa um intervalo de tempo aproximado entre 7.400 e 7.000 anos cal AP.

4.2 ANÁLISE PALINOLÓGICA

Nas três amostras analisadas neste trabalho (P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15) foram identificados 34 táxons, (Tabela 1), sendo suas estampas apresentadas no Apêndice 1.

Os táxons encontrados foram agrupados nos diagramas polínicos de concentração e porcentagem (Figuras 4.1 e 4.2) levando em consideração suas características ecológicas (hábito, substrato e tipo de vegetação em que ocorre). Os grupos utilizados foram: “árvores de matas”, “árvores de vários tipos de vegetação (cerrado, caatinga, florestas)”, “ervas”, “aquáticas”, “plantas de ambientes úmidos”, “vários hábitos de distribuição”, “ervas, lianas ou arbustos” e “exóticas”.

Tabela 4-1: Grãos de pólen identificados nas amostras P1C12, P1C4-14 e P1C4-15

Táxon	Hábito	Substrato	Distribuição	Tipo de vegetação
Alistamaceae <i>Equinodorus</i>	Erva	Aquático	Todo Brasil	Aquática
Anacardiaceae <i>Schinus</i>	Arbusto/árvore	Terrestre	S, SE e NE do Brasil	Vários
Anacardiaceae <i>Tapira</i>	Árvore	Terrestre	Todo Brasil (exceto RS)	Matas de vários biomas
Araliaceae <i>Schefflera</i>	Arbusto/árvore	Epífito, rochoso ou terrestre	Todo Brasil	Matas e Campos rupestres

Arecaceae	Erva/liana	Rochoso, saprófito ou terrestre	Vários	Vários
Asteraceae	Vários	Vários	Todo Brasil	Vários
Bromeliaceae	Erva	Epífito, terrestre ou rochoso	Todo Brasil	Vários
Canabaceae <i>Trema</i>	Arbusto/árvore	Terrestre	Todo Brasil	Florestas
Celastraceae	Liana/arbusto/árvore	Terrestre	Todo Brasil	Vários
Cloranthaceae	Arbusto/árvore	Terrestre	SE, CO, e Pará	Matas e Campos rupestres
Cyperaceae	Erva/liana	Aquático, rochoso o terrestre	Todo Brasil	Vários
Dilleniaceae	Liana/arbusto/árvore	Terrestre	Todo Brasil (exceto RS)	Vários
Euphorbiaceae <i>Adelia</i>	Arbusto/árvore	Terrestre	N, NE, CO e SP	Floresta Amazônica e Atlântica
Euphorbiaceae <i>Alchornea</i>	Arbusto/árvore	Aquático e terrestre	Vários	Vários
Euphorbiaceae <i>Euphorbia</i>	Erva/arbusto/árvore	Rochoso e terrestre	Todo Brasil	Vários
Euphorbiaceae <i>Hyeronima</i>	Árvore	Terrestre	Todo Brasil (exceto parte do NE)	Matas
Euphorbiaceae <i>Sebastiana</i>	Arbusto/árvore	Rochoso e terrestre	S, SE, CO e NE	Vários da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica

Fabaceae <i>Cassia</i>	Arbusto/árvore	Terrestre	Todo Brasil	Vários
Fabaceae <i>Senegalia</i>	Liana/arbusto/árvore	Terrestre	Todo Brasil	Vários
Fabaceae <i>Senna</i>	Liana/erva/arbusto/ árvore	Rochoso e terrestre	Todo Brasil	Vários
Fabaceae <i>Strypnodendron</i>	Arbusto/árvore	Terrestre	N, NE, CO, MG e SP	Vários
Fabaceae <i>Pterogyne</i>	Árvore	Terrestre	NE, CO, SE e S	Vários da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica
Fabaceae cf.	-	-	-	-
Melastomaceae	Liana/erva/arbusto/ árvore	Epífita, aquático, rochoso e terrestre	Todo Brasil	Vários
Moraceae (2 poros) <i>Ficus</i>	Arbusto/árvore	Rochoso e terrestre	Todo Brasil	Vários
Moraceae (3 poros) <i>Brosimum</i>	Arbusto/árvore	Terrestre	Todo Brasil	Matas de vários biomas
Moraceae 5 poros	-	-	-	-
Myrtaceae <i>Eucalyptus</i>	Árvore	Terrestre	Exótica	Exótica
Myrtaceae <i>Myrtaceae</i>	Liana/erva/arbusto/ árvore	Rochoso, saprófito e terrestre	Todo Brasil	Vários

Piperaceae	Liana/erva/arbusto/ árvore	Epífito, terrestre e rochoso	Todo Brasil	Vários
Primulaceae	Arbusto/árvore	Terrestre	Vários	Vários
Proteaceae <i>Euplassa</i>	Arbusto/árvore	Terrestre	Vários	Vários
Solanaceae <i>Cestrum</i>	Vários	Vários	Todo Brasil	Vários
Sapinadaceae cf.	Liana/erva/arbusto/ árvore	Terrestre	Todo Brasil	Vários

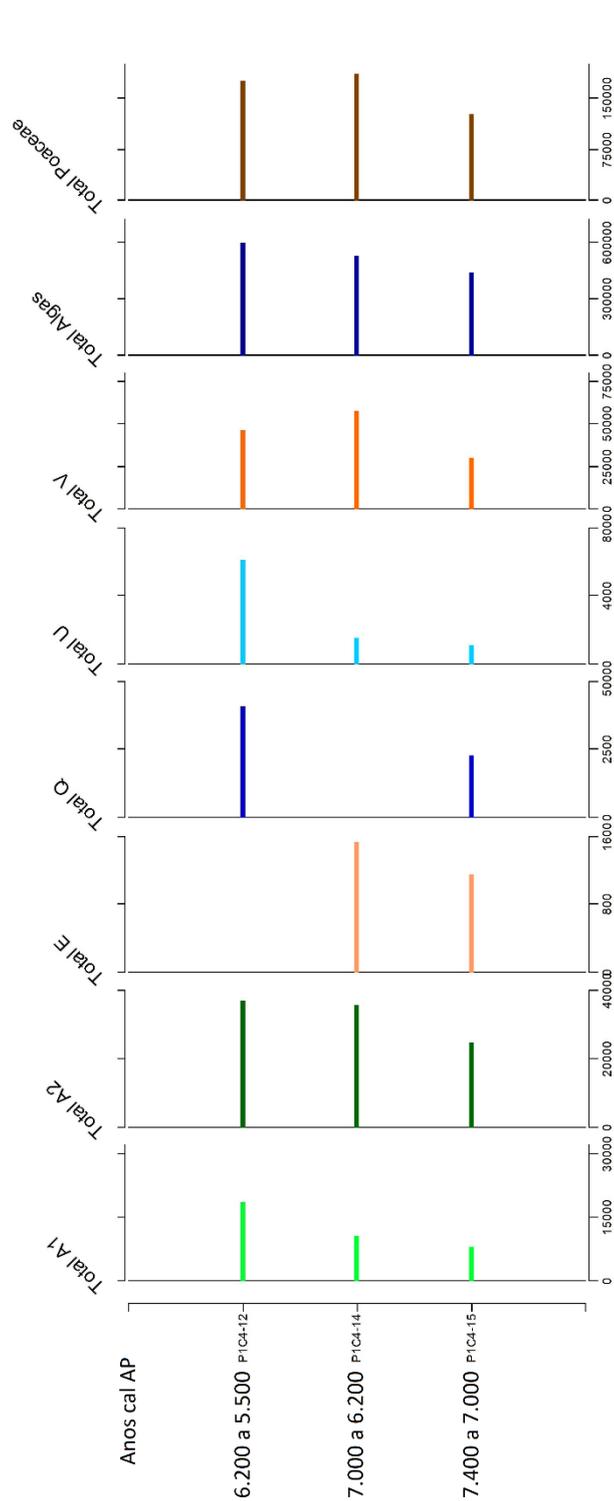


Figura 4.1: Diagrama polínico de concentração das amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15. Legenda: A1 (árvores de matas); A2 (árvores de vários tipos de vegetação (cerrado/caatinga/florestas)); E (ervas); L (ervas, lianas ou arbustos); Q (aquáticas); U (plantas de ambientes úmidos); V (plantas com vários hábitos de distribuição).

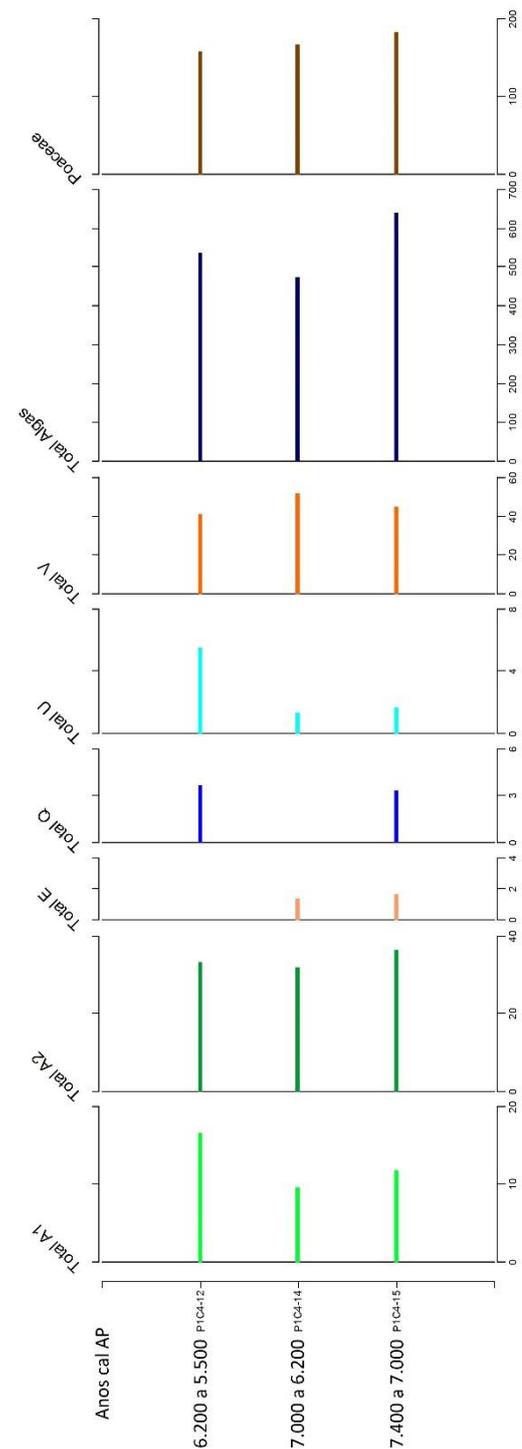


Figura 4.2: Diagrama polínico de porcentagem das amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15. Legenda: A1 (árvores de matas); A2 (árvores de vários tipos de vegetação (cerrado/caatinga/florestas)); E (ervas); L (ervas, lianas ou arbustos); Q (aquáticas); U (plantas de ambientes úmidos); V (plantas com vários hábitos de distribuição).

Foram identificados 9 táxons de árvores de matas, sendo o gênero *Brosimum* o mais expressivo (Figura 4.3). Dentre as espécies de árvores de diversos tipos de vegetação (Cerrado, Caatinga e Florestas), os gêneros mais abundantes nas amostras foram *Alchornea* e *Stryphnodendron* (Figura 4.4).

Nas três amostras analisadas foram identificadas uma família de ervas (Bromeliaceae), uma família de plantas aquáticas (Alismataceae), representada pelo gênero *Equinodorus* e uma família de plantas de ambientes úmidos (Cyperaceae) (Figura 4.4). Dentre as plantas com vários hábitos de distribuição foram encontrados 11 táxons, sendo as famílias Arecaceae, Asteraceae e Myrtaceae as famílias com maior representatividade polínica (Figura 4.5).

Além de grãos de pólen foram identificados esporos, mas não foi possível a distinção dos mesmos em esporos de pteridófitas e/ou briófitas. No que se refere às algas, foi identificado apenas o gênero *Botryococcus* (Figura 4.6). A concentração de Poaceae (gramíneas) se manteve alta e constante nas três lâminas analisadas (Figura 4.6).

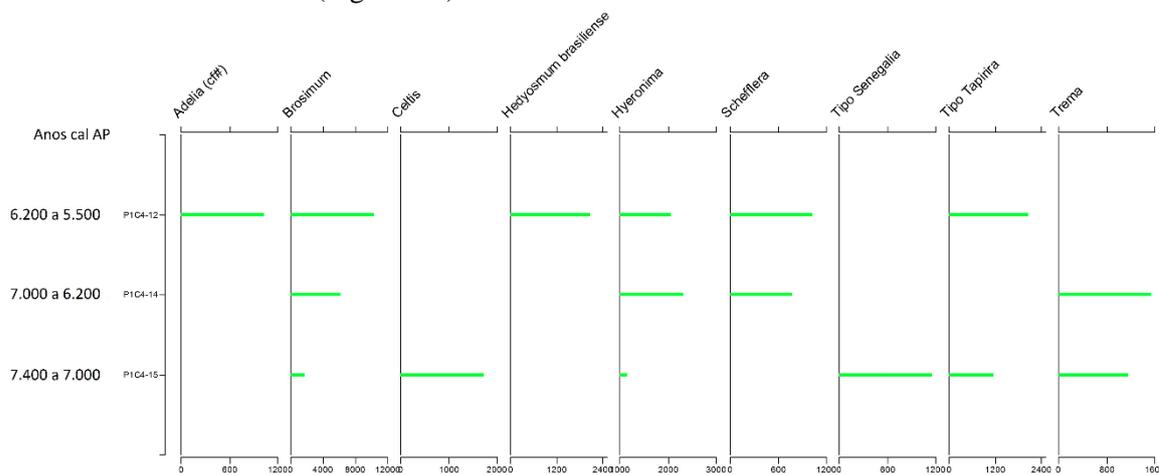


Figura 4.3: Diagrama polínico de concentração dos táxons de matas encontrados nas amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15

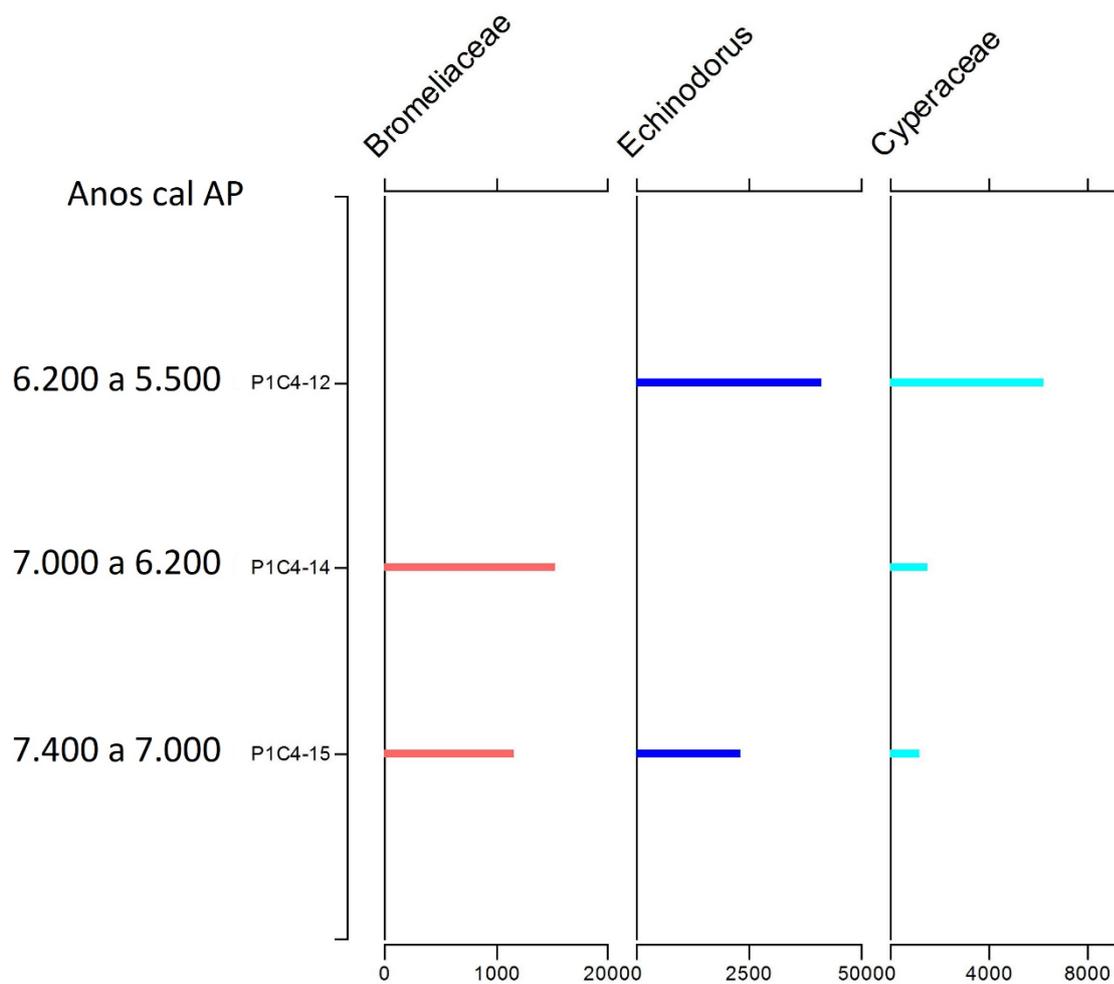


Figura 4.4: Concentração dos táxons de ervas (Bromeliaceae), plantas aquáticas (*Equinodorus*) e plantas de ambientes úmidos (Cyperaceae) encontrados nas amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15

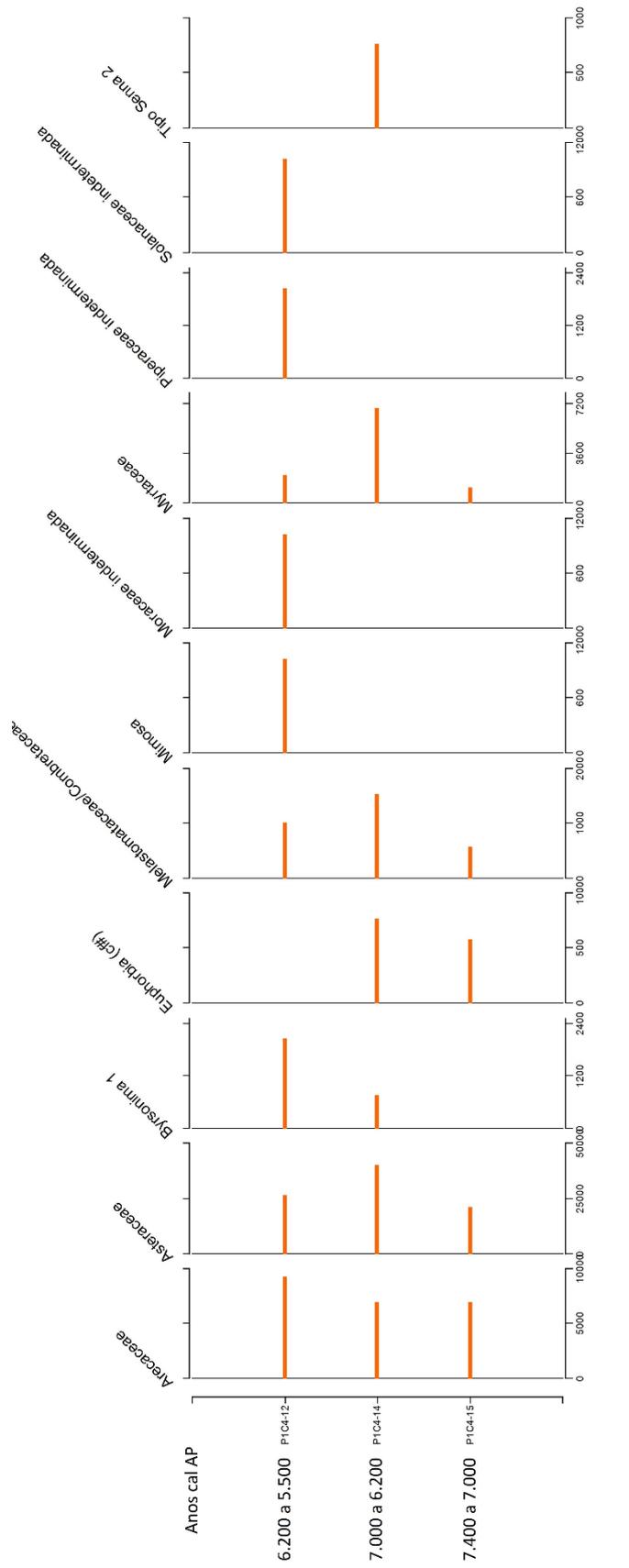


Figura 4.5: Diagrama polínico de concentração dos táxons de vários hábitos de distribuição encontrados nas amostras PIC4-12, PIC4-14 e PIC4-15

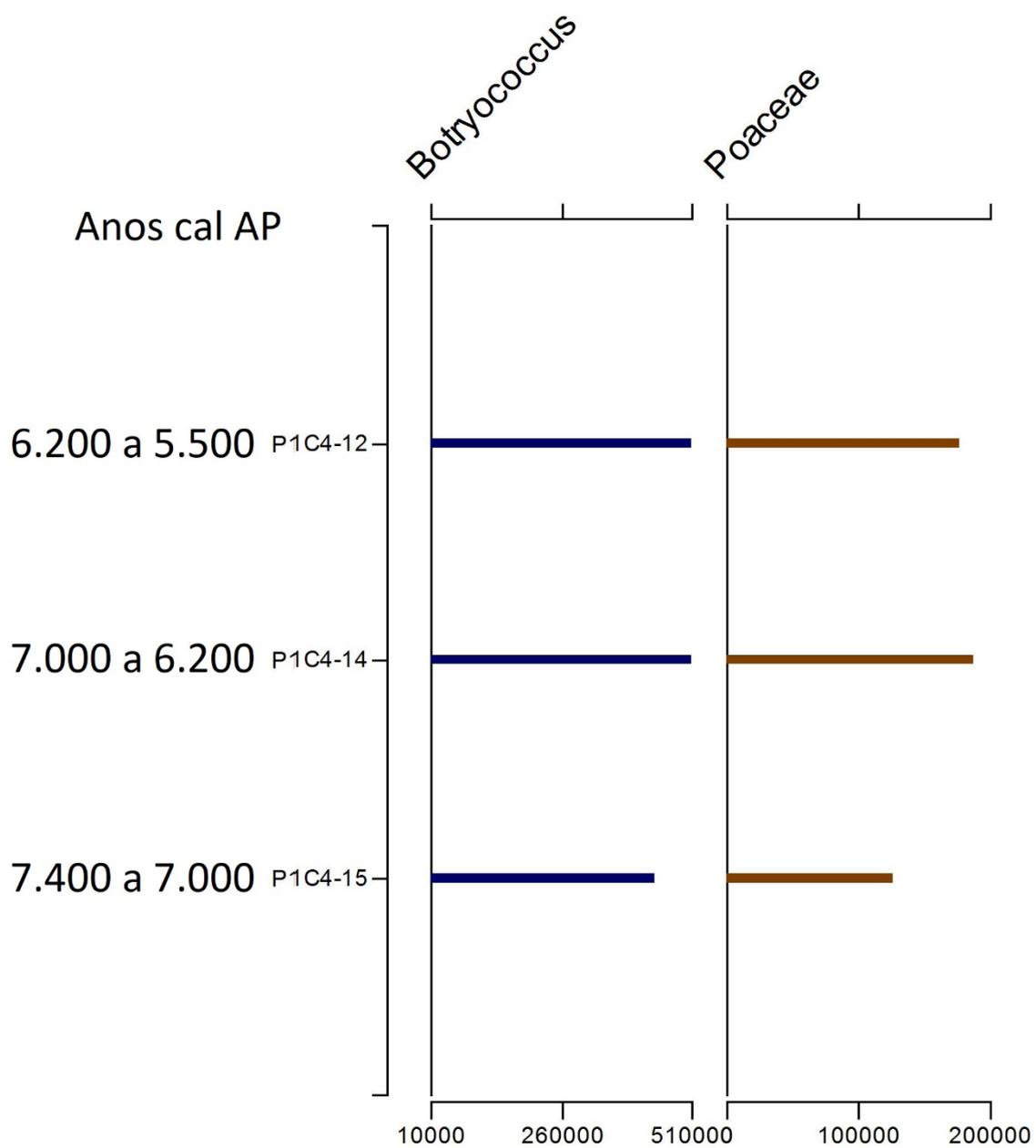


Figura 4.6: Concentração de algas Botryococcus e de Poaceae nas amostras P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO

A discussão sobre as mudanças paleoambientais ocorridas na Lagoa dos Coutos e na vegetação do seu entorno foram feitas levando em consideração os resultados obtidos na análise das lâminas P1C4-12, P1C4-14 e P1C4-15, analisadas nesse trabalho, e também de outras 6 lâminas (P1C4-10, P1C4-09, P1C4-08, P1C4-07, P1C4-06 e P1C4-05) previamente analisadas no trabalho de (Cassino, comunicação pessoal). Essas nove amostras correspondem à base do testemunho P1C4.

Assim, neste trabalho serão apresentados resultados que revelam as mudanças climáticas e de vegetação na região da Lagoa dos Coutos num intervalo de tempo que varia entre aproximadamente 7.400 e 3.500 anos cal AP, sendo este intervalo de tempo representado no testemunho pelas amostras que variam de profundidade entre 15 e 5 cm.

A resolução temporal do testemunho (15 cm representando 7.400 anos cal AP) sugere uma taxa de deposição muito baixa no local. Dessa maneira, uma amostra de 2 cm pode representar várias centenas ou até mesmo milhares de anos, sendo esse período suficiente para que várias mudanças ocorram na dinâmica da lagoa e da vegetação em seu entorno. Assim, pode-se dizer que em uma mesma amostra pode ocorrer uma combinação de várias condições ambientais que ocorreram no tempo.

A sedimentação na lagoa é lenta por se tratar de uma lagoa temporária não alimentada por nenhum córrego ou rio, dessa forma, a sedimentação no local se dá quase que exclusivamente por organismos que vivem na lagoa e no seu entorno e por enxurradas nos períodos úmidos que levam certo aporte de sedimentos para a área.

Pelo fato de o testemunho ser tão pouco profundo, deve-se a possibilidade de contaminação entre amostras. No entanto, o fato de grãos de pólen de *Eucalyptus* (espécie exótica, típica da Oceania, implantada por ação antrópica na região) ter sido encontrado em apenas uma amostra mais profunda do testemunho, amostra P1C4-12, indica uma baixa mobilidade de grãos de pólen. Essa contaminação pode se dar pelo simples fato de retirada incorreta do testemunho e também por bioturbação.

Para a comparação das três amostras analisadas neste trabalho com as seis amostras da base do testemunho P1C4 previamente analisadas, foram gerados diagramas polínicos de porcentagem e de concentração, incluindo as nove amostras, utilizando os mesmos grupos ecológicos apresentados no capítulo anterior.

Os diagramas polínicos que revelam as alterações nas porcentagens e concentrações dos táxons em profundidades que variam de 5 a 15 cm. O diagrama de concentração dos grupos ecológicos (Figura 5.1) apresenta uma visão geral de como as concentrações desses grupos se comportaram ao longo do

Viana, C. B. O. 2017, Reconstituição da paleovegetação da região da Lagoa dos Coutos...

tempo representado pelas amostras. As amostras analisadas neste trabalho estão demarcadas pela retângulo cinza desenhado no diagrama.

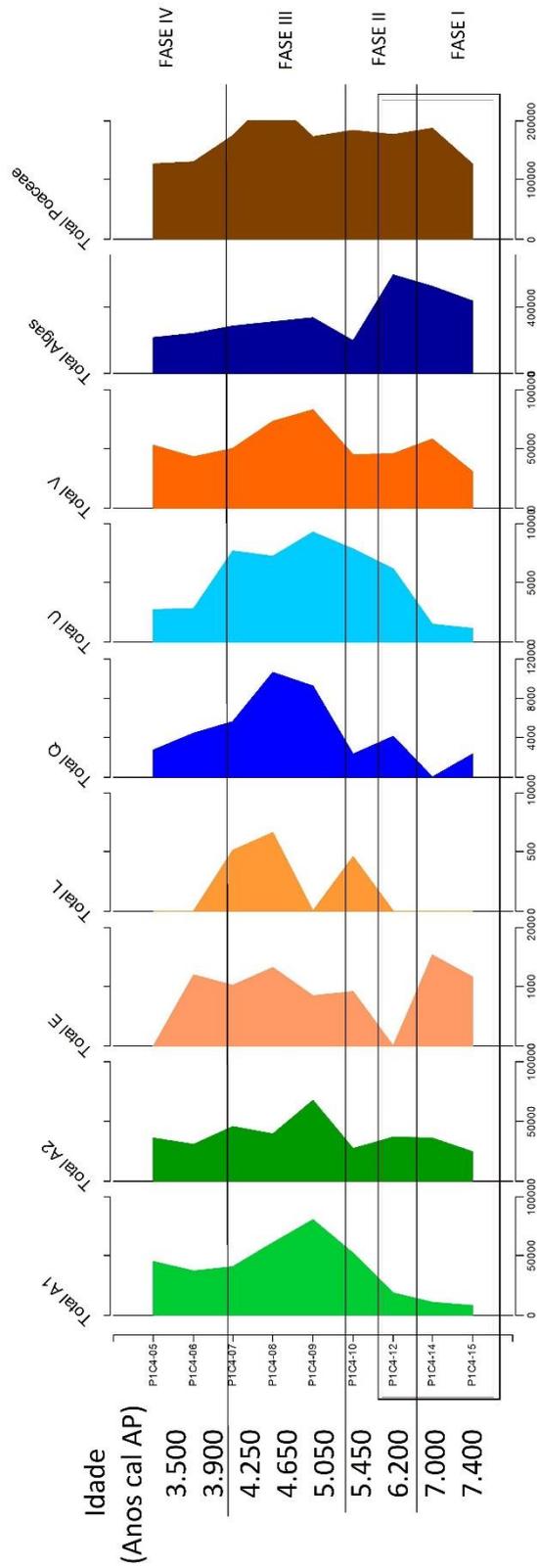


Figura 5.1: Diagrama polínico de concentração do testemunho PIC4. Legenda: A1 (árvores de matas); A2 (árvores de vários tipos de vegetação (Cerrado/Caatinga/Florestas)); E (ervas); L (ervas, lianas ou arbustos); Q (aquáticas); U (plantas de ambientes úmidos); V (plantas com vários hábitos de distribuição).

A partir das análises feitas dos diagramas, foram definidas 4 fases paleoambientais.

FASE I – Entre aproximadamente 7.400 e 6.200 anos cal AP. (Amostras P1C4-15 e P1C4-14)

Nessa fase observa-se uma baixa concentração de táxons de ervas, lianas ou arbustos, de plantas de ambientes úmidos e de táxons de matas (Figura 5.1). Os táxons mais representativos dessa fase são: *Alchorneae* (gênero da Família Euphorbiaceae, de ambiente aquático ou terrestre, amplamente distribuída pelo território brasileiro), *Strphnodendron* tipo 1 (provavelmente *S. polyphyllum* popularmente conhecido por “barbatimão do mato”) e Asteraceae (comum em vários ambientes e amplamente distribuída pelo território brasileiro) (Figuras 5.2, 5.3 e 5.4).

As Asteraceae que possivelmente estão contribuindo para essa representatividade polínica são as dos gêneros *Chionolaena*, *Dasyphyllum* e *Stevia*, já encontradas no Quadrilátero Ferrífero, de acordo com Do Carmo (2010). Nessa fase observa-se também uma expressiva concentração de algas na lagoa (Figura 5.1), principalmente de *Botryococcus* (microalgas verdes da família Chlorophyceae que crescem formando colônias irregulares, com 30 a 500µm, constituídas por células elípticas embebidas numa matriz mucilagínosa (Tavares 2009)).

FASE II - Entre aproximadamente 6.200 e 5.200 anos cal AP (Amostras P1C4-12 e P1C4-10)

Nessa fase nota-se uma diminuição da concentração de táxons de árvores de matas e um aumento na concentração de táxons de vários tipos de vegetação (cerrado, caatinga, floretas). A concentração de algas continua alta e observa-se também uma alta concentração de táxons de plantas de ambientes úmidos, principalmente Cyperaceae (Figura 5.5). De acordo com Jacobi *et al.* (2008), as espécies de Cyperaceae comuns no Quadrilátero Ferrífero são *Bulbostylis fimbriata* e *Lagenocarpus rigidus*, sendo possivelmente as causadoras dessa representatividade polínica.

Nas amostras dessa fase, as árvores de matas são representadas principalmente por *Brosimum*, *Cecropia* e *Trema* (Figura 5.6 e 5.7) e, entre as plantas com vários hábitos de distribuição, Asteraceae e Myrtaceae apresentam maior porcentagem (Figura 5.4).

A família Asteraceae é uma das maiores famílias de angiospermas, com cerca de 1.600 gêneros e 25.000 espécies aproximadamente (Hattori & Nakajima 2008). De acordo com o ICMBIO (2010), os gêneros de Asteraceae que ocorrem no Quadrilátero Ferrífero com alto valor para conservação são *Chionolaena*, *Dasyphyllum* e *Stevia*. Viana & Lombardi (2006) inventariaram gêneros de Asteraceae para a região da Serra da Calçada, também no Quadrilátero Ferrífero e que se insere no mesmo contexto da Lagoa dos Coutos, sobre a canga ferruginosa. Dessa maneira, essa representatividade polínica de Asteraceae na Lagoa dos Coutos pode-se não dever exclusivamente aos gêneros *Chionolaena*, *Dasyphyllum* e *Stevia*, mas também pela presença dos gêneros *Acryrocline*, *Ageratum*, *Aspilia*,

Baccharis, Bidens, Calea, Chaptalia, Chresta, Chromolaena, Chrysolaena, Eremanthus, Hololepis, Lessingianthus, Lucilia, Lychnophora, Mikania, Pseudobrickellia, Stenocephalum, Trixis e Viguiera.

A família Myrtaceae possui no total cerca de 130 gêneros e 4000 espécies, representando uma das maiores famílias da flora brasileira, com 26 gêneros e aproximadamente 1000 espécies (Siqueira *et al.* 2013). O ICMBIO (2010) catalogou as espécies *Accara elegans* e *Campomanesia prosthacepala* de Myrtaceae no Quadrilátero Ferrífero, e Viana & Lombardi (2006) catalogaram os gêneros *Blepharocalyx, Campomanesia, Gomidesia, Myrceugenia, Landrum, Myrcia, Myrciaria, Psidium* na Serra da Calçada, também localizada no Quadrilátero Ferrífero. Portanto, a representatividade polínica de Myrtaceae nessa fase pode ser explicada também pela presença desses gêneros na região da Lagoa dos Coutos.

A vegetação desta fase pode ser classificada como uma mata predominantemente composta por *Cecropia*, devido à prevalência desse táxon em relação aos outros. *Cecropia* é um gênero popularmente conhecido como embaúba, e segundo o ICMBIO (2010), é observada na Serra do Gandarela nas matas primárias, localizadas nas encostas íngremes adjacentes às cangas em vales encaixados. As *Cecropia* são árvores pioneiras da Mata Atlântica, ou seja, espécies claramente dependentes de luz que se estabelecem em clareiras ou bordas de florestas (Gandolfi & Rodrigues 1996).

Na Serra do Gandarela, a presença de indivíduos pioneiros ocorre de forma aleatória e pontual (*Cecropia hololeuca* – embaúba-branca), sugerindo dinâmica de clareira de mata madura (Oliveira-Filho, comunicação pessoal In: ICMBIO2010).

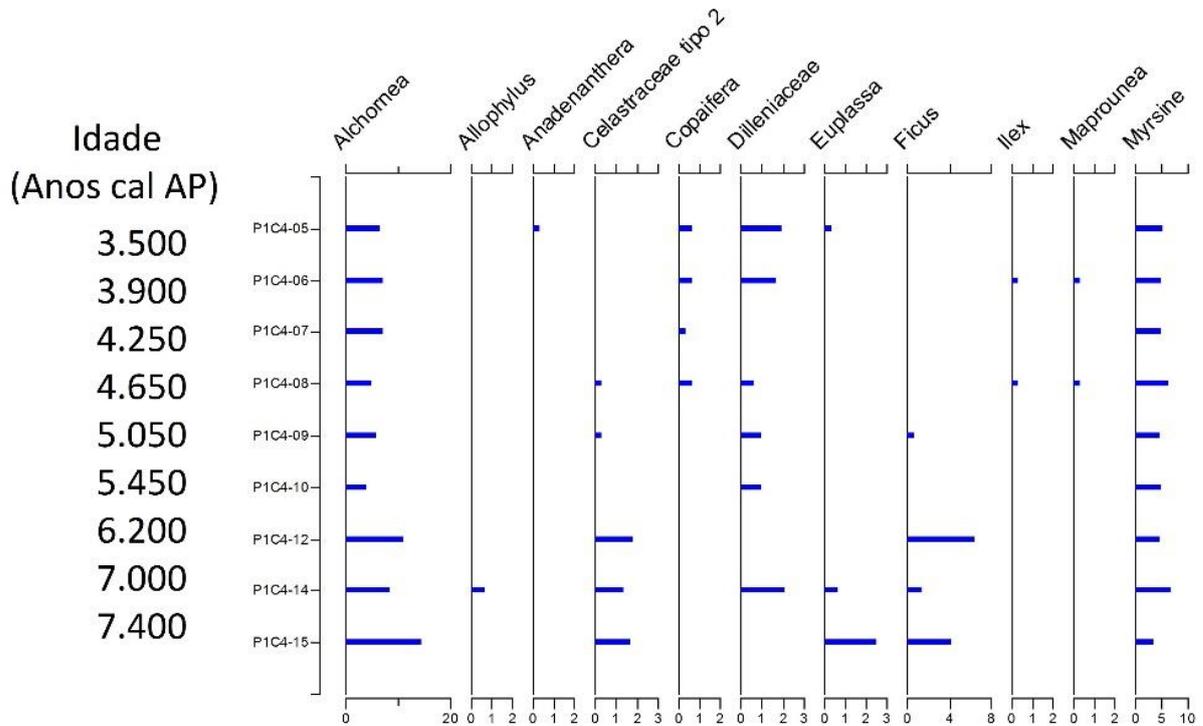


Figura 5.2: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de árvores de vários tipos de vegetação (cerrado/caatinga/florestas) do testemunho PIC4 -Parte 1

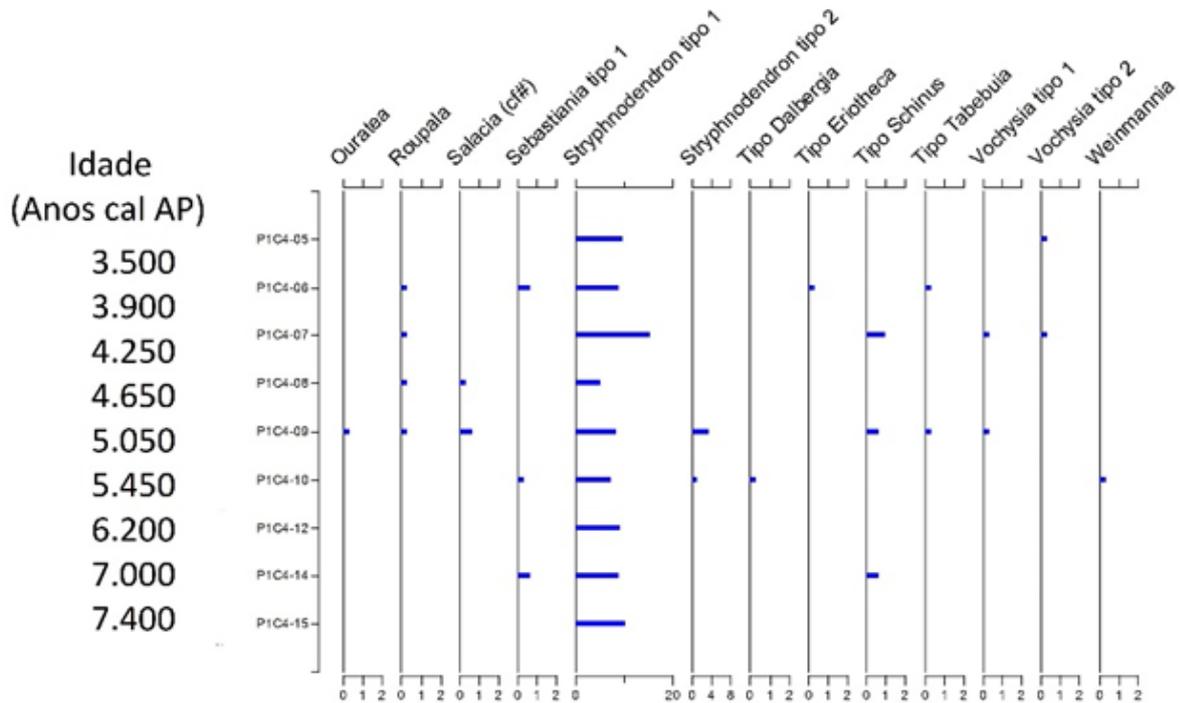


Figura 5.3: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de árvores de vários tipos de vegetação (Cerrado/Caatinga/Florestas) do testemunho PIC4 -Parte 2

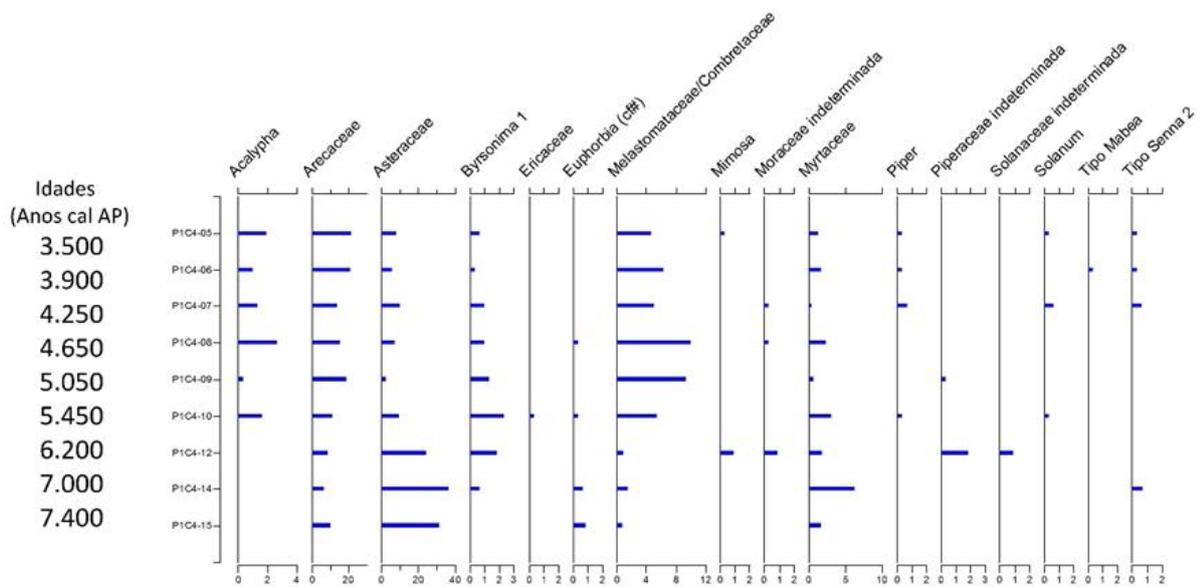


Figura 5.4: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de vários tipos de distribuição do testemunho PIC4

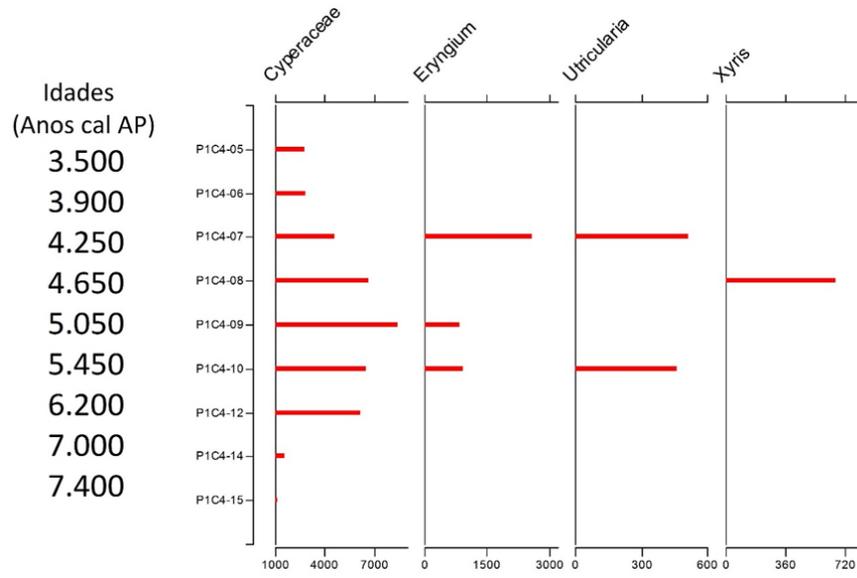


Figura 5.5: Diagrama polínico de concentração de plantas de ambientes úmidos do testemunho PIC4

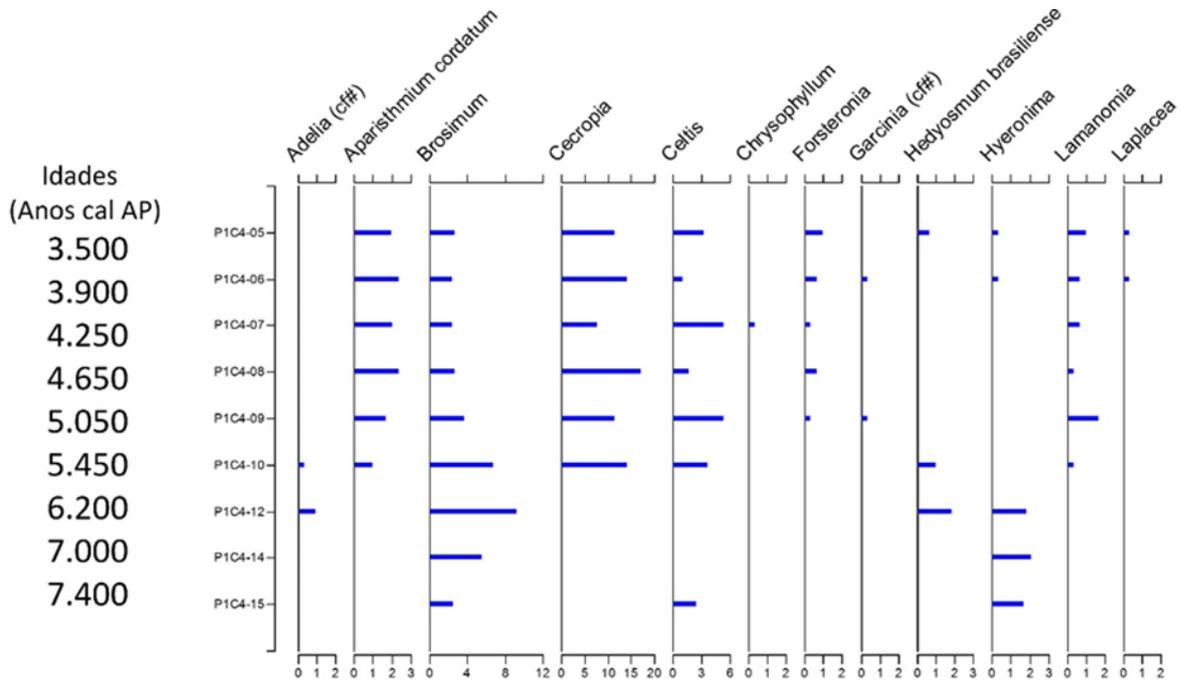


Figura 5.6: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de mata no testemunho PIC4 -Parte 1

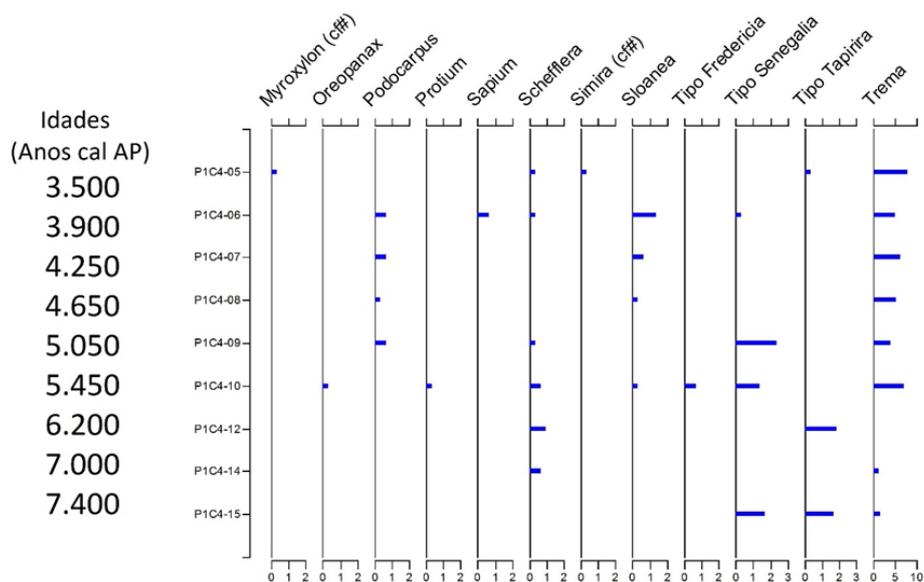


Figura 5.7: Diagrama polínico de porcentagem dos táxons de mata no testemunho P1C4 -Parte 2

FASE III – Entre aprox. entre 5.200 e 4.000 anos cal AP (Amostras P1C4-07, P1C4-08 e P1C4-09)

Nessa fase observa-se um aumento na concentração de algas em relação à fase I, mas essa concentração é menor quando comparada às fases III e IV. A concentração total de grãos de pólen é maior nas amostras P1C4-09 e P1C4-08 e menor na amostra P1C4-07. *Alchornea* e *Stryphnodendron* tipo 1 ocorrem em porcentagens significativas, porém menores que na maioria das outras zonas do testemunho. *Alchornea*, provavelmente *Alchornea triplinervia*, catalogada em regiões de canga por Viana & Rodrigues (2006) pertence à família Euphorbiaceae, sendo sua ocorrência típica de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, sendo encontrada da Bahia ao Rio Grande do Sul.

Na amostra P1C4-09, observa-se o aumento das árvores de vários tipos de vegetação, principalmente de *Alchornea* (Figura 5.2), e de Arecaceae e Melastomataceae (Figura 5.4). Na amostra P1C4-08, diminui a porcentagem de árvores de vários tipos de vegetação enquanto a concentração das árvores de matas permanece constante (Figura 5.1). Arecaceae também volta a diminuir enquanto aumentam as porcentagens de Asteraceae, Melastomataceae e Myrtaceae. Na amostra P1C4-07, volta a ocorrer um aumento na porcentagem das árvores de vários tipos de vegetação (*Alchornea* e principalmente *Stryphnodendron* (Figuras 5.2 e 5.3)).

A família Arecaceae, anteriormente denominada Palmae, é constituída por um grupo de espécies genericamente conhecidas como palmeiras. Essa representatividade polínica pode ser explicada na Lagoa dos Coutos pelo gênero *Syagrus* sp, já catalogado por Ataíde *et al.* (2011) na Serra de Antônio

Pereira, localizada no município de Ouro Preto, no Quadrilátero Ferrífero, bem como a área de estudo em questão.

A família Melastomaceae está representada por cerca de 4.500 espécies distribuídas em 150 gêneros (Renner *et al.* 2010 in: Goldenberg *et al.* 2012), cuja maioria é encontrada em regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre. No Brasil é a sexta maior família entre as angiospermas, com 1.326 espécies, sendo *Miconia.*, *Leandra* e *Tibouchina* os gêneros mais representativos e com um alto grau de endemismo (Baumgratz *et al.* 2010 in: Goldenberg *et al.* 2012).

Ataíde *et al.* (2012) catalogou os gêneros *Lavoisiera* e *Marcetia* no Quadrilátero Ferrífero, podendo esses gêneros estar presentes na região da Lagoa dos Coutos. O ICMBIO (2010) catalogou os gêneros *Cambessedesia*, *Eriocnema*, *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* na Serra do Gandarela, sendo eles, provavelmente, os principais responsáveis pela representatividade polínica de Melastomataceae na região da Lagoa dos Coutos.

Na fase III também ocorre um aumento da concentração de plantas de ambientes úmidos, principalmente de Cyperaceae em relação à fase anterior. As poáceas apresentam na base dessa zona (amostra P1C4-09) uma queda na sua porcentagem e, logo em seguida, voltam a apresentar valores semelhantes à zona anterior (Figura 5.8). Há um aumento na concentração de praticamente todos os grupos em relação à subzona anterior, o que pode ser entendido como um aumento geral na concentração total de palinómorfos (Figura 5.1). As Poaceae são comumente denominadas gramíneas, capins ou relvas. O ICMBIO (2010) catalogou na região da Serra do Gandarela duas principais espécies, *Colantheria distans* e *Paspalum brachytrichum*, sendo provavelmente as responsáveis pela representatividade polínica de Poaceae na região da Lagoa dos Coutos. A vegetação da fase III pode então ser classificada como transição de mata com prevalência de Arecaceae para mata com predomínio de *Alchorneae* e *Stryphnodendron*, devido às altas porcentagens desses táxons em relação aos outros.

FASE IV- Entre aproximadamente 4.000 e 3.500 anos cal AP (amostras P1C4-06 e P1C4-05)

Na fase IV há uma diminuição na percentagem de algas, Poaceae, plantas de ambientes úmidos e plantas aquáticas (Figura 5.1). Em relação aos táxons de vários ambientes, destacam-se as altas percentagens de *Arecaceae* (Figura 5.4) e *Stryphnodendron* Tipo 1 (Figura 5.3) podendo a vegetação no entorno da lagoa ser classificada como mata com predominância de *Arecaceae* e *Stryphnodendron*.

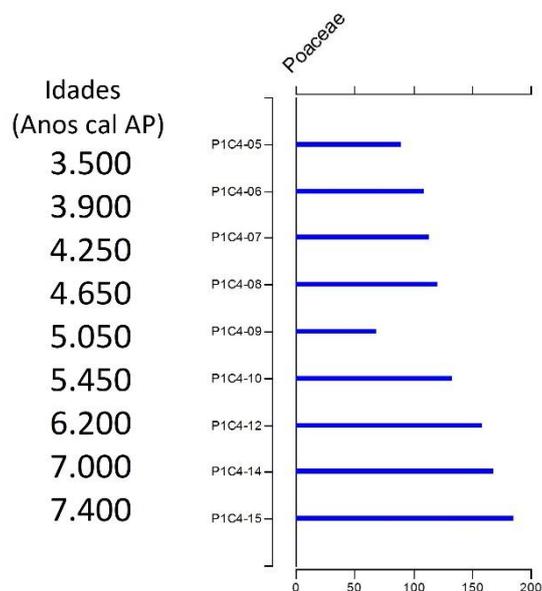


Figura 5.8: Diagrama polínico de percentagem de Poaceae no testemunho P1C4

5.1 COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO COM OUTROS REGISTROS

5.1.1 Comparação e Discussão com Trabalhos Realizados na Área de Estudo

Comparando os resultados obtidos neste trabalho que se referem ao testemunho retirado da região central da Lagoa dos Coutos com os dados obtidos para o testemunho retirado da região marginal da mesma lagoa obtidos no trabalho de Cassino (comunicação pessoal), pode-se estabelecer relações entre eles. Primeiramente, observa-se que há maior concentração de grãos de pólen no testemunho retirado na região central da lagoa. Esse fato sugere que a região central da lagoa se manteve encharcada por mais tempo, sendo, portanto, um ambiente mais propício à preservação de pólenes quando comparado a regiões que ficam temporariamente secas, submetidas à exposição subaérea.

A base do testemunho da margem datada em 7.500 anos cal AP (Leibowitz 2016), na profundidade de 10 cm, é semelhante à idade aproximada encontrada para a base do testemunho central analisado neste trabalho, onde foi obtida idade aproximada de 7.400 anos cal AP em 15 cm de profundidade. Esse fato indica que a sedimentação nas margens da lagoa se deu em menor taxa quando

comparada a região central. Uma hipótese para explicação deste fato é a de que se tratando de uma lagoa temporária, quando a margem começa a ressecar, os sedimentos consequentemente ficam expostos a erosão pelo vento, dessa forma, a sedimentação na borda e no centro da lagoa se dão em taxas diferentes.

O trabalho de Cassino (comunicação pessoal) aponta que entre 7.500 e 5.400 anos cal AP, para o testemunho da margem, a lagoa provavelmente se matinha mais cheia que atualmente, estando menos vulnerável a períodos de ressecamento de suas margens. Nesta fase, a mata no entorno da lagoa foi caracterizada pela grande abundância de *Cecropia* em relação a *Arecaceae*, sendo encontrados também outros táxons arbóreos, tais como *Alchornea*, *Copaifera*, *Myrsine*, *Stryhnodendron*, *Schinus*, *Celtis*, *Brosimum*, *Tapirira*, *Schefflera*, *Trema*, *Podocarpus*, *Lamanomia*, *Hedyosmum brasiliense*, entre outros. Esses táxons também foram encontrados no testemunho do centro da lagoa, Nesse período ocorrem também as maiores concentrações de algas, principalmente *Botryococcus* no testemunho (Figura 5.9).

Esta alta concentração de algas também ocorre para o testemunho central analisado nesse trabalho, conforme Figura 5.10. Essas algas são mais comuns em corpos d'água eutróficos com pH levemente ácido (Demetrescu 1999), corroborando com os resultados obtidos por Leibowitz (2016), que concluiu que o lago permaneceu ácido ou circun neutro no intervalo de tempo estudado.

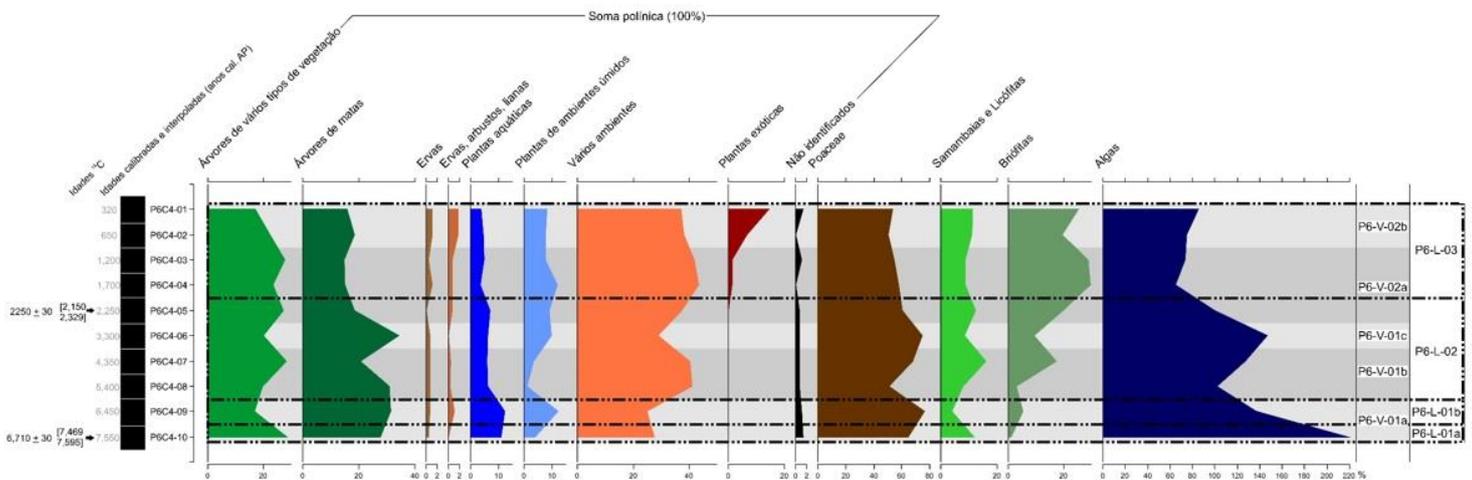


Figura 5.9: Diagrama polínico de concentração do testemunho retirado da margem da Lagoa dos Coutos. Retirado de Cassino (comunicação pessoal)

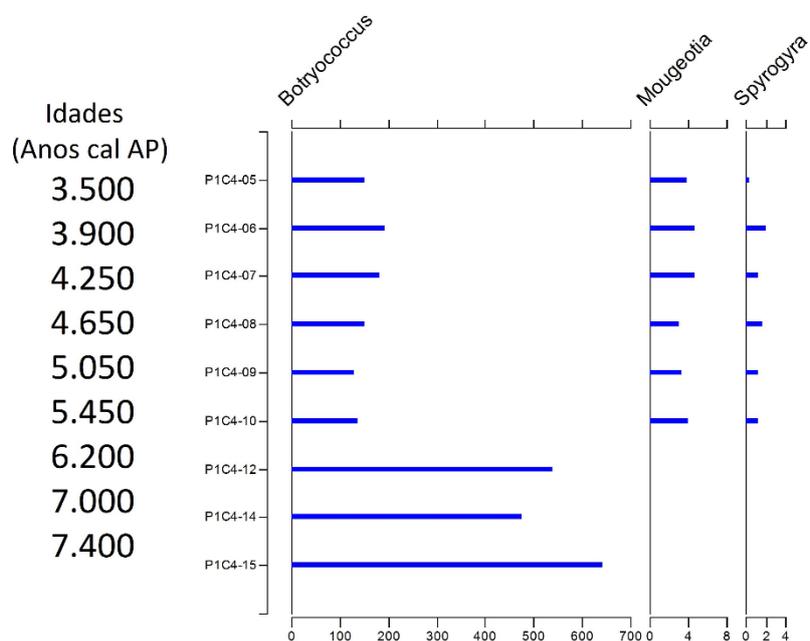


Figura 5.10: Diagrama polínico de porcentagem de algas no testemunho P1C4

5.1.2 Comparação e Discussão com Trabalhos Realizados em Áreas Próximas à Área de Estudo

Ao comparar os resultados obtidos neste trabalho com o trabalho de Parizzi *et al.* (1998), realizado na cidade de Lagoa Santa, distante cerca de 56 Km da Lagoa dos Coutos, observa-se que os sedimentos e classificados pelos autores como fase I, possuem idades mais antigas que 4290 anos cal AP, idades correlatas às idades encontradas na fase I definida neste trabalho.

Parizzi *et al.* (1998) afirmam que os sedimentos mais antigos que 6.200 anos cal AP possuem baixa concentração de grãos de pólen, indicando que as angiospermas eram raras quando comparadas com a abundância de pteridófitas ou não cresciam na região, implicando na hipótese de que o lago não existia nesse período de tempo e o clima era seco. Ainda segundo os autores, apenas no final dessa fase é provável que a umidade estivesse aumentando nesse sítio.

A análise polínica dos sedimentos da Lagoa dos Coutos com idades mais antigas que 6.200 cal anos AP indicam que na região de Barão de Cocais – (MG), uma vegetação arbórea já estava bem estabelecida na região, devido à alta concentração de grãos de pólen encontradas nas lâminas, diferentemente dos sedimentos analisados retirados do testemunho em Lagoa Santa – (MG). Esse fato implica em dizer que na região da Lagoa dos Coutos, as condições climáticas eram mais úmidas. Essa hipótese é corroborada pela alta concentração de algas na base do testemunho central da lagoa, sendo essa umidade responsável por propiciar o estabelecimento de vegetação arbórea nesse período. Na região

de Lagoa Santa – (MG) a vegetação arbórea começou a se estabelecer entre aproximadamente 3.100 e 1.700 anos cal AP, quando os pólenes de gramíneas começam a aparecer em baixas concentrações e também os pólenes de espécies arbóreas do cerrado e de matas de galeria.

Comparando os resultados deste estudo com os dados de Buso *et al.* (2013), realizado na Lagoa do Macuco, localizada no Vale do Rio Barra Seca, costa norte do estado do Espírito Santo pode-se fazer correlações. A fase paleoambiental I definida por Buso *et al.* (2013) compreende idades variando entre 7.623 e 4.396 anos cal AP, sendo correlata com as amostras mais basais do testemunho analisadas deste trabalho. Para essas idades, o trabalho de Buso *et al.* (2013), sugere a implantação de uma floresta tropical no entorno da Lagoa do Macuco, devido à alta frequência de pólenes de espécies arbóreas e frequências relativamente altas de pólenes de floresta tropical. Os autores ainda afirmam que ocorreu um aumento de umidade na região, hipótese reforçada pelo aumento das frequências de plantas de ambientes úmidos, como *Cyanthaceae* e *Arecaceae* e também aumento das frequências de pólenes de espécies aquáticas.

As análises realizadas neste trabalho apontam que na região da Lagoa dos Coutos, para idades mais antigas que aproximadamente 4.400 anos cal AP, a vegetação no entorno da lagoa passou por diferentes fases. Ao longo do período de aproximadamente 7.500 e 4.300 anos cal AP, a vegetação no entorno da lagoa sofreu transição de mata com predomínio de *Cecropia* para predomínio de *Cecropia* e *Arecaceae* para predomínio de *Alchornea* e *Strphnodendron*. Pode-se inferir então, que na região da Lagoa dos Coutos também ocorreu o estabelecimento de uma floresta tropical nessas idades, devido à frequência de táxons de matas, por exemplo *Cecropia* e de todos tipos de vegetação (Cerrado/Caatinga/Florestas), por exemplo *Alchornea* e *Stryphnodendron*.

Pode-se inferir também que na região da Lagoa do Macucu, matas tropicais já estavam estabelecidas antes de 7.600 anos cal AP, resultado esse que se assemelha com a região de estudo deste trabalho, implicando na hipótese de que as condições de umidade nas duas regiões eram semelhantes, ao contrário do que ocorreu na região de Lagoa Santa, para o mesmo período de tempo.

O trabalho de Veríssimo *et al.* (2012) foi realizado na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, no qual um testemunho foi retirado de um pântano e datado, sendo encontradas idades variando aproximadamente entre 11.000 e 3.000 anos cal AP. As análises polínicas realizadas apontam que antes de aproximadamente 9.000 anos cal AP, a região era marcada pela abundância de pólenes de *Eryngium* e samambaias, indicando clima mais seco. Mais tarde, entre aproximadamente 9.000 e 2.700 anos cal AP, a região é dominada por pólenes de vegetação de campos de altitude e também pólenes de florestas de montanhas, indicando aumento de umidade. O mesmo conclui que na região da divisa de Minas Gerais e Espírito Santo, a expansão florestal somente ocorreu após 2.700 anos cal AP. Na Lagoa dos Coutos, uma floresta tropical já estava estabelecida em 7.000 anos cal AP, ou seja, as condições de

umidade na região de Barão de Cocais já eram maiores em idades mais antigas, propiciando uma colonização mais precoce das matas.

Outros estudos palinológicos revelam mudanças na vegetação e no clima no Holoceno para a região sudeste do Brasil. De acordo com Souza *et al.* (2005), os estudos realizados em turfeiras em Jacareí, no Vale do Paraíba do Sul e em Taubaté, ambas regiões localizadas no estado de São Paulo, indicam que entre 9.700 a 8.200 anos AP (11.000 a 9.100 anos cal AP), o clima local era mais úmido e frio do que o atual, e entre 8.200 e 5.400 anos AP (9.100 a 6.200 anos cal AP), o clima se tornou mais quente. Ainda segundo Souza *et al.* (2005), posteriormente, no Holoceno médio, o clima tornou-se mais seco que atual.

Comparando as análises polínicas obtidas em sedimentos no estado do Rio de Janeiro, Souza *et al.* (2005) apontam que o início do Holoceno foi uma época de clima seco e frio, tornando-se mais quente e úmido por volta dos 8.000 anos AP (8.900 anos cal AP). Ainda segundo os autores, períodos mais secos seguiram até 2.500 anos AP (2.600 anos cal AP), período no qual ocorreu aumento dos campos, das paisagens abertas e das terras úmidas. A partir de 2.500 anos AP, as condições mais úmidas voltaram a surgir, ocorrendo a expansão das florestas para dentro dos campos, apresentando vegetação semelhante à atual (Souza *et al.* 2005).

5.2 DINÂMICA DE CLAREIRAS

A abertura de clareiras naturais, causada pela queda de uma ou mais árvores do dossel, é considerada um mecanismo de manutenção da diversidade de espécies nas florestas tropicais (Harsthorm 1980, Terborgh 1992 In: Tabarelli & Mantovani 1999). A contribuição das clareiras à diversidade relaciona-se ao número e riqueza de espécies que dependem efetivamente desses sítios para uma regeneração com êxito, como as espécies pioneiras (Whitmore 1990 In: Tabarelli & Mantovani 1999).

De acordo com Maciel *et al.* (2003), espécies pioneiras são aquelas cujas sementes só germinam em clareiras, em dossel completamente aberto, recebendo radiação direta em pelo menos parte do dia. A sucessão ecológica se dá pela transição de espécies pioneiras, para espécies secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas.

As espécies secundárias iniciais são espécies intermediárias na sucessão ecológica e produzem sementes de tamanho médio. Intolerantes à sombra, apresentam crescimento rápido e ciclo de vida curto (10 a 25 anos). As espécies secundárias tardias também são intermediárias na sucessão e produzem frutos e sementes leves de tamanhos pequenos a médios. São tolerantes à sombra no estágio juvenil e possuem tempo de crescimento médio e ciclo de vida longos (25 a 100 anos). As espécies climáticas

são espécies do final da sucessão e apresentam menor produção de sementes. Seus frutos e sementes são grandes e pesados e a germinação e desenvolvimento se dão preferencialmente à sombra. Apresentam tempo de crescimento lento ou muito lento e ciclo de vida muito longo, com mais de 100 anos) (Santana *et al.* 2009).

Neste trabalho, foram identificados 7 táxons de árvores de matas que são classificadas pela EMBRAPA (2011) como pioneiros da Mata Atlântica, sendo eles pertencentes aos gêneros: *Cecropia*, *Alchornea*, *Celtis*, *Schefflera*, *Trema*, *Allophylus* e *Maprounea* (Euphorbiaceae). Os gêneros *Brosimum*, *Tapira*, *Anadenanthera*, *Myrsine*, *Sebastiania* e *Dalbergia* também foram identificados neste trabalho e possuem espécies pioneiras, no entanto, como a identificação destes táxons não pôde ser feita a nível de espécie, estes não foram considerados nessas discussões.

Considerando a variação dos cinco táxons pioneiros mais expressivos (*Cecropia*, *Celtis*, *Trema*, *Alchornea* e *Schefflera*) ao longo do testemunho, pode-se inferir faixas temporais com maior ou menor presença de clareiras. O diagrama polínico de concentração dos táxons pioneiros (Figura 5.11) mostra os intervalos aproximados de tempo em que ocorriam maior ou menor presença de clareiras na região.

No intervalo observado entre as amostras P1C4-09 (5.050 anos cal AP) e P1C4-06 (3.900 anos cal AP), observa-se baixa concentração de táxons pioneiros, podendo-se dizer então, que nesse período, houve menor número de clareiras na região. No intervalo de tempo compreendido entre as amostras P1C4-10 e P1C4-09 (entre 5.550 e 5.050 anos cal AP), observa-se maior concentração dos táxons pioneiros, implicando numa maior concentração de clareiras na região. A partir da amostra P1C4-10 (5.450 anos cal AP), a concentração de táxons pioneiros volta a diminuir, e, conseqüentemente, a quantidade de clareiras.

Pode-se inferir, que nos momentos em que a região esteve mais sujeita a formação de clareiras, ocorreu um aumento na intensidade das chuvas, ventos ou raios ocasionando o tombamento das árvores. Nos momentos em que a formação de clareiras na região foi menor, pode-se inferir pluviosidade mais estável, ventos menos fortes e menor incidência de raios na região, fatores incapazes de ocasionar o tombamento de árvores.

As clareiras, no entanto, não se formam apenas em decorrência das grandes chuvas, ventos e raios, elas podem ser ocasionadas pela morte natural das árvores ou até mesmo pela predominância de raízes superficiais e o grande número de cipós e epífitas que crescem sobre a copas das árvores, aumentando significativamente o peso que deve ser suportado pelas raízes (Oriens 1982 In: Maciel *et al.* 2003). Como na região da Lagoa dos Coutos não foram identificadas tantas espécies de cipós e epífitas, essa hipótese foi descartada.

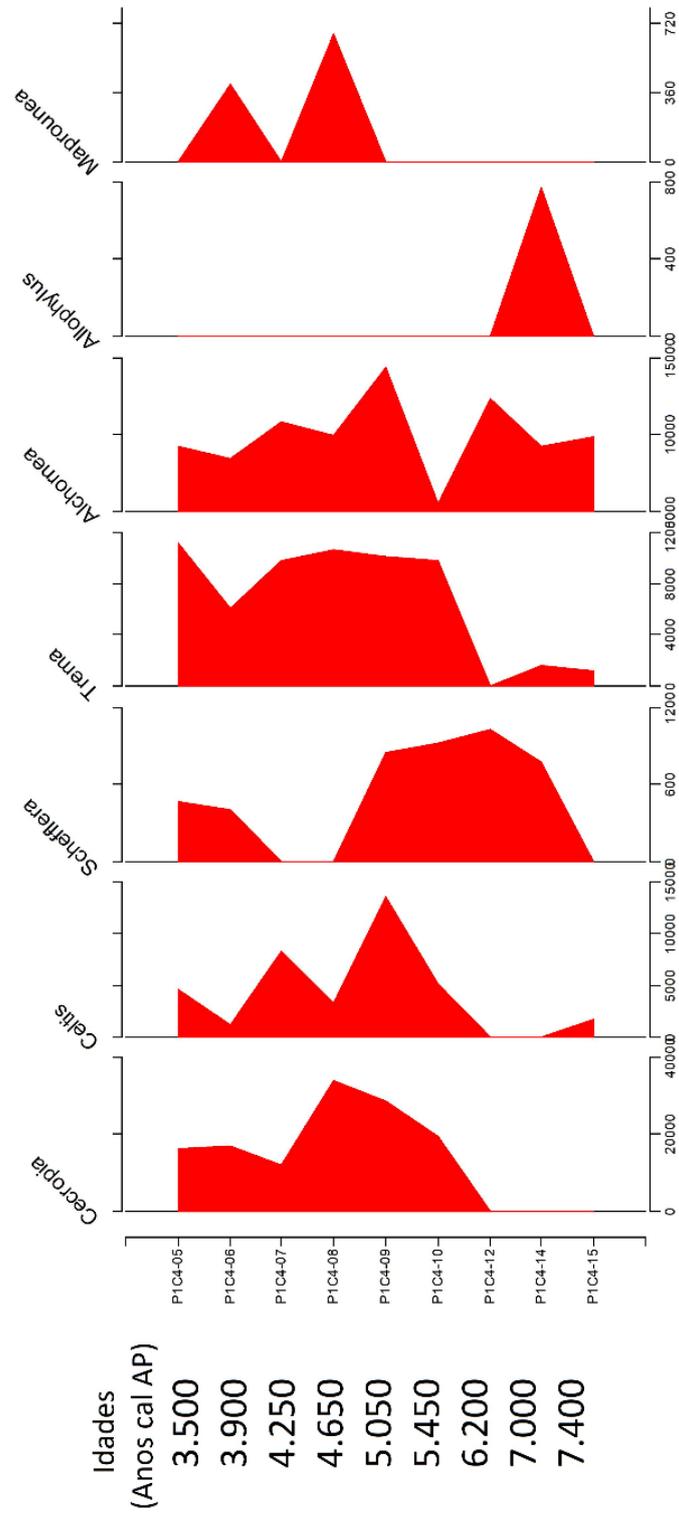


Figura 5.11: Diagrama polínico de concentração de táxons pioneiros no testemunho PIC4

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

As mudanças ambientais ocorridas na região da Lagoa dos Coutos entre 7.400 e 3.500 anos cal AP foram determinadas através da preservação de grãos de pólenos nos sedimentos, sendo possível concluir que:

- Entre 7.400 e 6.200 anos cal AP, correspondentes à Fase I descrita neste trabalho, houve um período de intensa umidade, hipótese corroborada pela alta concentração de algas *Botryococcus* nas amostras analisadas. Os táxons mais abundantes neste período são Alchornea (táxon pioneiro), Strynodendron (táxon secundário) e Asteraceae (muitas vezes táxon secundário). O fato de ocorrerem táxons pioneiros e não pioneiros indica a presença de algumas clareiras na mata, no entanto, como não há abundância de clareiras, esse período pode ser caracterizado por pouca incidência de fortes tempestades, raios e ventos.
- O período de tempo compreendido entre 6.200 e 5.200 anos cal AP (Fase II descrita neste estudo) é também marcado por alta umidade, devido à alta concentração de algas *Botryococcus* e também de plantas de ambientes úmidos (Cyperaceae). Os táxons mais abundantes são *Cecropia*, Asteraceae, Myrtaceae, *Brosimum* e *Trema*.
- A vegetação do entorno da Lagoa dos Coutos pode ser classificada no intervalo de tempo entre 6.200 e 5.200 anos cal AP como uma mata com predomínio de *Cecropia* (táxon pioneiro) em relação aos outros táxons. Este fato sugere que para este intervalo de tempo, ocorreram grande quantidade de clareiras na região, que podem ser ocasionadas por chuvas ou pelo tombamento natural de espécies de grande porte.
- No período entre 5.200 e 4.000 anos cal AP correspondente à fase III descrita neste trabalho, ocorre uma transição de uma vegetação com predomínio de Arecaceae (não pioneira) para uma vegetação com os táxons Alchornea (pioneira) e Strynodendron (não pioneira) prevalecendo. Essa transição para táxons pioneiros indica que a quantidade de clareiras na região aumentou nesse período, ou seja, as condições de chuvas, ventos ou raios devem ter aumentado levando ao tombamento das árvores.
- Entre 4.300 e 4.000 anos cal AP (Fase IV proposta neste estudo), a vegetação no entorno da Lagoa dos Coutos é caracterizada por uma mata com predomínio de dos táxons Arecaceae e Strynodendron (ambos não pioneiros). Dessa forma, para este intervalo de tempo, ocorreram poucas clareiras na região, indicando uma vegetação com espécies que formam altos dosséis.
- De maneira geral, no intervalo de tempo compreendido pelo testemunho (7.400 a 3.500 anos cal AP), pode-se dizer que existe uma tendência de aumento no predomínio das espécies secundárias em relação às pioneiras, indicando o estabelecimento de uma mata mais estável,

com menor formação de clareiras e conseqüentemente menor intensidade de chuvas, raios e ventos.

Este trabalho apresenta resultados que contribuem para o acervo de dados referentes às mudanças paleoambientais que ocorreram no Quadrilátero Ferrífero no período holocênico. Trabalhos palinológicos contribuem, portanto, para a compreensão da dinâmica do clima terrestre e as possíveis conseqüências que uma mudança climática pode trazer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absy M. L. 1979. A palynological study of Holocene sediments in the Amazon Basin. PhD Thesis. University of Amsterdam, Amsterdam.
- Alkmim F. F., Marshak, S. 1998. Transamazonian orogeny in the Southern Sao Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, **90**(1): 29-58.
- Ataíde E. S., Castro P. T. A., Fernandes G. W. 2011. Florística e caracterização de uma área de campo ferruginoso no complexo mineralógico Alegria, Serra de Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, **35**(6): 1265-1275.
- Barberi M. 2001. Mudanças paleoambientais na região dos Cerrados do Planalto Central durante o Quaternário Tardio: O Estudo da Lagoa Bonita, DF. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 210p.
- 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.
- Behling H. 2002. South and Southern Brazilian grassland during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **177**:19-27.
- Behling H. 1996. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). *Review of palaeobotany and palynology*, **97**(1): 109-121.
- Behling H., Safford H.D. 2010. Late glacial and holocene vegetation, climate and fire dynamics in the Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Global Change Biology*, **16**(6): 1661-1671.
- Bennett K.D., Willis K.J., 2001. Pollen. In: Smol, J.P., Birks, H.J.B., Last, W.M. (Eds.), *Tracking Environmental change using lake sediments terrestrial, algal and siliceous indicators*. Kluwer Academic Publishers, **3**: 5-32.
- Bissa W. M., Ybert J. P., Catharino E. L. M., & Kutner M. 2000. Evolução paleoambiental na planície costeira do Baixo Ribeira durante a ocupação sambaquieira. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, **10**:89-102.
- Bradley R.S. 1999. *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of Quaternary*. In Bradley, R.S. (eds.). *Pollen Analysis*, San Diego, Elsevier, 357-396.
- Bush M. B. 1995. Neotropical plant reproductive strategies and fossil pollen representation. *The American Naturalist*, Chicago, **145**(4): 594-609.
- Bush M. B., Miller M. C., De Oliveira P. E., Colinvaux P. A. 2000. Two histories of environmental change and human disturbance in eastern lowland Amazônia. *The Holocene*, **10**(5): 543-553.
- Bush M. B., Weng M. B. 2006. Introducing a new (freeware) tool for palinology. *Journal of Biogeography*, **34**:377-380.
- Buso Jr A. A. *et al.* 2013. Late pleistocene and holocene vegetation, climate dynamics, and amazonian taxa in the atlantic forest, Linhares, Brasil. *Radiocarbon*, **55**(2-3):1747-1762.
- Cassino R. F. 2014. Reconstituição paleoambiental da região dos cerrados do norte de Minas Gerais baseada na análise palinológica de sedimentos de veredas e na comparação com conjuntos polínicos atuais. PhD Thesis, Universidade de Brasília, Brasília, 117p.
- Cohen K.M., Harper D. A. T., Gibbart P. L., Fan J. X. 2013. International Chronostratigraphic Chart. Disponível em: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02.jpg> .
- Colinvaux P.A., De Oliveira P.E., Moreno J.E., Miller M.C., Bush M.B. 1996. A long pollen record from lowland Amazonia: forest and cooling in glacial times. *Science* **274**:85-88.
- Colinvaux P.A., De Oliveira P.E., Patiño J.E.M. 1999. *Amazon pollen manual and Atlas/Manual e Atlas Palinológico da Amazônia*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, 332 p.
- Costa K.M.R. 2000. Análise palinológica e faciológica de depósitos fluviais recentes, Bananal (SP/RJ). MS Dissertation. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 74p.
- Costa F. M. 2005. Análise por métodos hidrológicos e hidroquímicos de fatores condicionantes do potencial hídrico de bacias hidrográficas – Estudos de casos no Quadrilátero Ferrífero (MG). MS Dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 147p.

Viana, C. B. O. 2017, Reconstituição da paleovegetação da região da Lagoa dos Coutos...

De Oliveira P.E. 1992. A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil. PhD Thesis, Ohio State University, Ohio, 238p.

De Oliveira P.E. 1996. Glacial cooling and forest disequilibrium in western Amazônia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **68**(1):129-138.

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. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **152**:319-337.

Demetrescu E. 1999. The chlorococcalean alga *Botryococcus* and its significance in hydrocarbon exploration. *Geo-Eco-Mar* (4):155-160.

Dias E.S. 2014. A decomposição de macrófitas e invertebrados associados em uma lagoa rasa temporária altitudinal. MS Dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 29p.

Dias L. M. J. 2006. A palinologia ao acesso de todos: estudo comparativo de duas técnicas de análise de sedimentos. MS Dissertation, Universidade de Algarve, Algarve.

Do Carmo F. F. 2010. Importância ambiental e estado de conservação dos ecossistemas de cangas no Quadrilátero Ferrífero e proposta de áreas-alvo para a investigação de proteção da biodiversidade em Minas Gerais. MS Dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 90p.

Fonseca C.de O. 2014. A dinâmica espacial da Serra do Gandarela e entorno a partir da formação de territórios: análise e representações coremáticas. MS Dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 127p.

Gandolfi S., Rodrigues R. R. 1996. Recomposição de florestas nativas: algumas perspectivas metodológicas para o Estado de São Paulo. In: *Anais do 3º Curso de Atualização - Recuperação de Áreas Degradadas*, Curitiba, Anais, **2**:83-100.

Garcia M. J. 1994. Palinologia de turfeiras Quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Goldenberg R., Baumgratz J. F. A., Souza M. L. D. 2012. Taxonomia de Melastomaceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. *Rodriguésia*, **63**(1): 145-161.

Google. *Google Earth PRO*. Versão 6.0. 2015.

Hattori E. K. O., Nakajima J. N. 2008. A família Asteraceae na estação de pesquisa e desenvolvimento ambiental Galheiro, Perdizes, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* **59**(4): 687-749.

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 -MG. MS Dissertation, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 281p.

ICMBIO. 2010. Proposta de criação do Parque Nacional da Serra do Gandarela. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-fazemos/PARQUE_GANDARELA_proposta_ICMBio.pdf>. Acesso em 15 de julho de 2017.

Jacobi C. M., Do Carmo F. F., Vincent R. C. 2008. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero, MG. *Revista Árvore*, **32**(2): 345-353.

Jansonius J., McGregor D. C. 2002. *Palynology: Principles and Applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, 1330p.

Juggins S. 2007. C2 Version 1.5 User guide. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK, 73p.

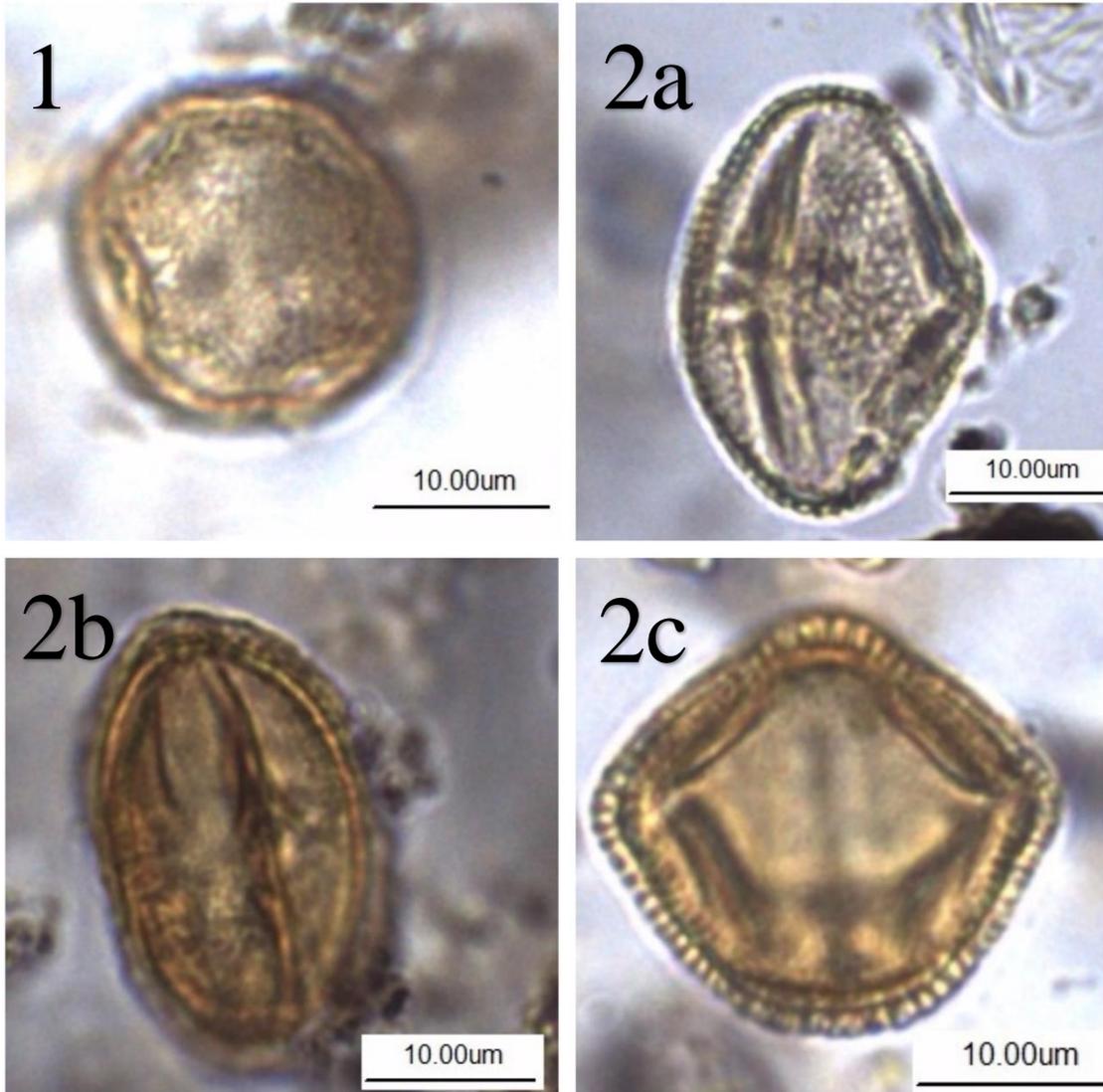
Ledru M.P. 1992. Modification de la végétation du Brésil central entre la dernière époque glaciaire et l'interglaciaire actuel. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **II** (314); 117-123.

Leibowitz Z.W. 2016. Diatoms as proxies for environmental change: a paleolimnological investigation of a shallow iron outcrop lake (Lagoa dos Coutos, Serra do Gandarela, MG). MS Dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 91p.

- Maciel M. N. M., Watzlawick L.F., Schoeninger E. R., Yamaji F. M. 2003. Classificação ecológicas das espécies arbóreas. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, **1**(2):69-78.
- Moore A. M., Hillman G. C. 1991. The Pleistocene to Holocene transition and human economy in Southwest Asia: The impact of the Younger Dryas. *American Antiquity*, **57**(3): 482-494.
- Parizzi M.G. 1993. A gênese e a dinâmica da Lagoa Santa com base em estudos palinológicos, geomorfológicos e geológicos de sua bacia. Unpublished thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Parrizzi M.G, Salgado-Laboriau,M.L, Kohler, H.C. 1998. Genesis and environmental history of Lagoa Santa, southeastern Brasil. *The Holocene*, **8**(3):311-321.
- Plá Junior M.A *et al.* 2006. Grãos de pólen: usos e aplicações. Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 24p.
- Poumot C. 1989. Palynological evidence for eustatic events in the tropical Neogene. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine*, **13**(2):437-453.
- Ribeiro M. de S., Barberi, M. 2005. Análise Palinológica: Fundamentos e Perpectivas na Pesquisa Arqueológica. *Habitus*, **3**(2):261-290.
- Saia S.E.M.G. 2006. Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Quaternário tardio com base em estudo multi/interdisciplinar no Vale do Ribeira (sul do estado de São Paulo). PhD Thesis, Universidade de São Paulo, Sorocaba, 137p.
- Salgado-Laboriau M.L. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 291p.
- Salgado-Laboriau M. L. 2001. Reconstruindo as comunidades vegetais e o clima no passado. *Humanidades*, **48**(1): 24-40.
- Salgado-Laboriau M.L. 2007. Critérios e Técnicas para o Quaternário. Ed. Edgar Blucher, São Paulo, 387p.
- Salgado-Laboriau M.L., Casseti V., Ferraz-Vicentini K.R., Martin L., Soubiés F., Suguio K., Turcq B. 1997. Late Quaternary vegetation and climate changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **128**: 215-226.
- Salgado-Laboriau M.L., Barberi M., Ferraz Vicentini K. R., Parizzi M.G. 1998. A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. *Rewiew of Paleobotany and Palinology*, **99**:115-129.
- Santana C. A. A., Silva V. G., Silva A. T. 2009. Manual de identificação de espécies florestais. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. 121p.
- Souza, C.R.G., Suguio K., Oliveira A. M. S., De Oliveira, P. E. (eds.). 2005. Quaternário do Brasil. In *Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil*, Ribeirão Preto, Holos Editora, 380p.
- Stanski C., Nogueira M. K. F. S., Luz, C. F. P. 2016. Palinologia de espécies de Asteraceae de utilidade medicinal para região dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR, Brasil. *Hoeneea*, **43**(3).
- Tabarelli M., Mantovani W. 1999. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. *Revista Brasileira de Biologia*, **59**(2):251-261.
- Tavares J. E. B. 2009. Cultivo de microalgas do gênero *Botryococcus* visando a produção de biodiesel. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 60p.
- Veríssimo N.P., Safford H.D., Behling H. 2012. Holocene vegetation and fire history of the Serra do Caparaó, SE Brazil. *The Holoce*, **22**(11): 1243-1250.
- Viana P. L., Lombardi J. A. 2006. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, **58**(1):159-177.

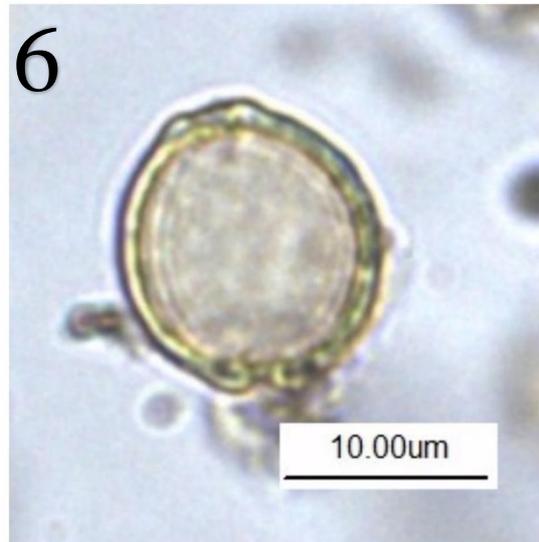
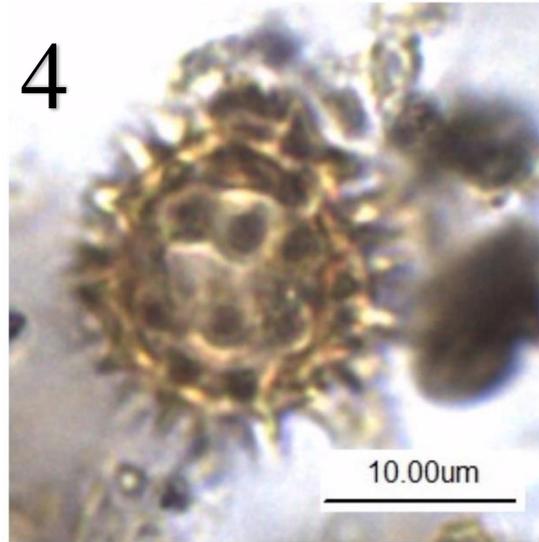
Apêndice

Apêndice 1



1) Alismataceae

2) Anacardiaceae a) *Astronium* b) *Schinus* c) *Tapira*

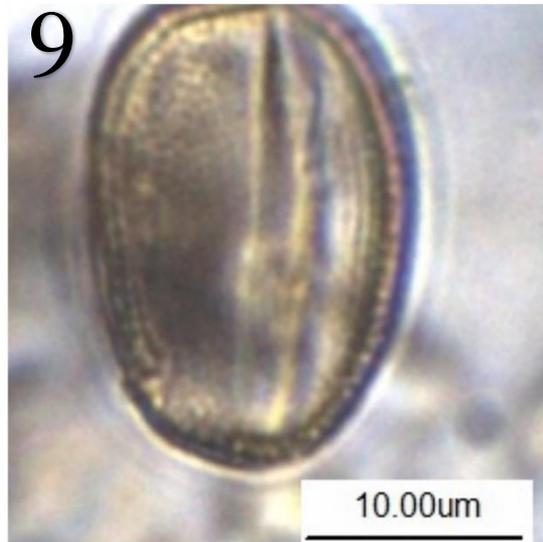
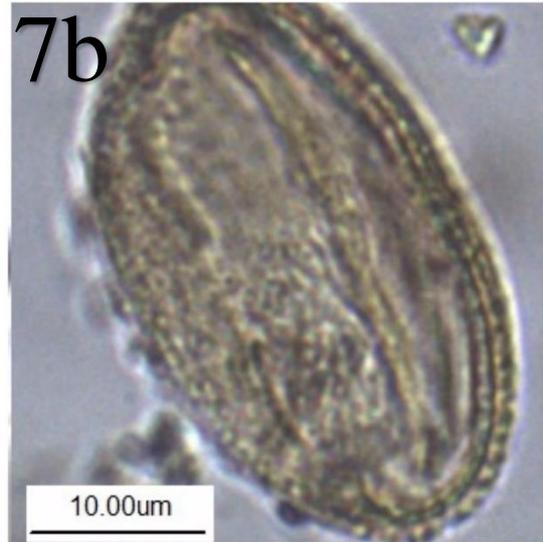
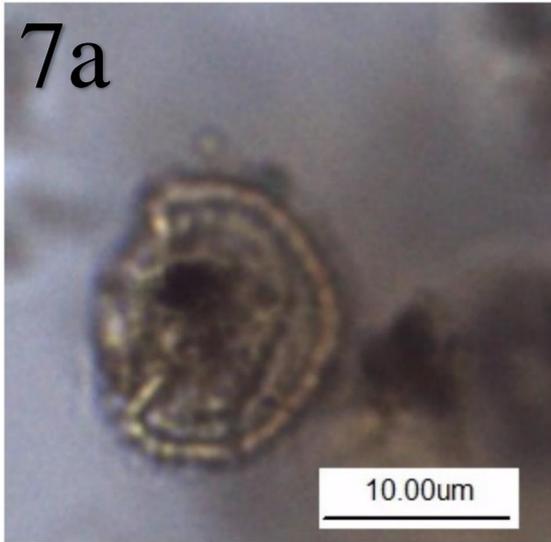


3) Arecaceae

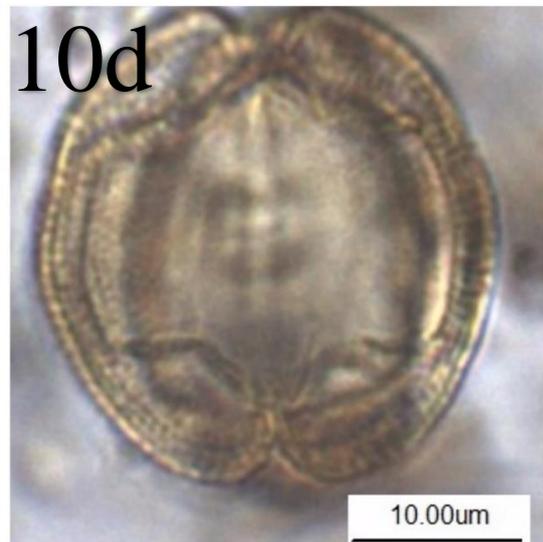
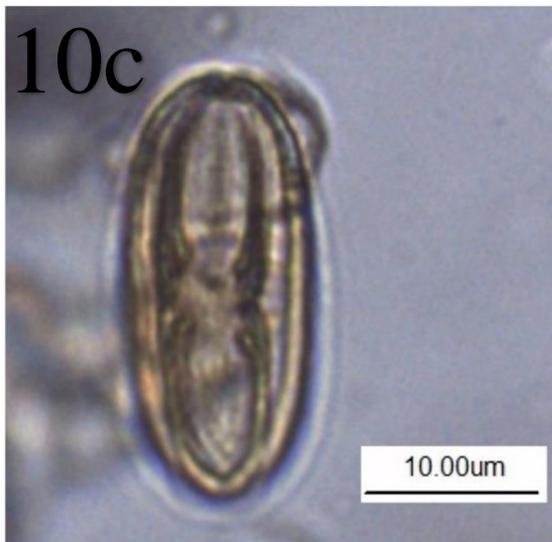
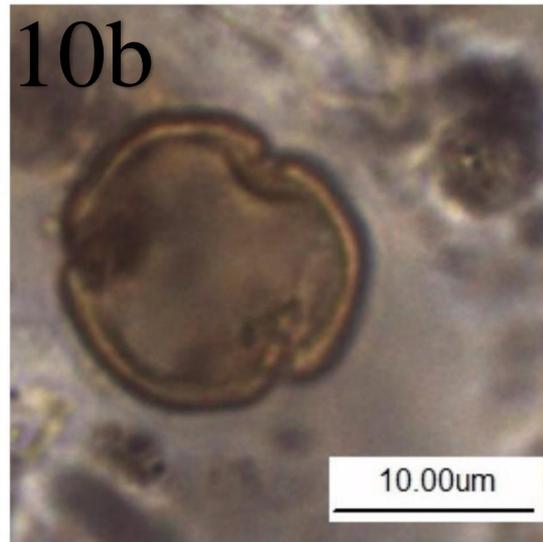
4) Asteraceae

5) Bromeliaceae

6) Canabaceae *Trema*

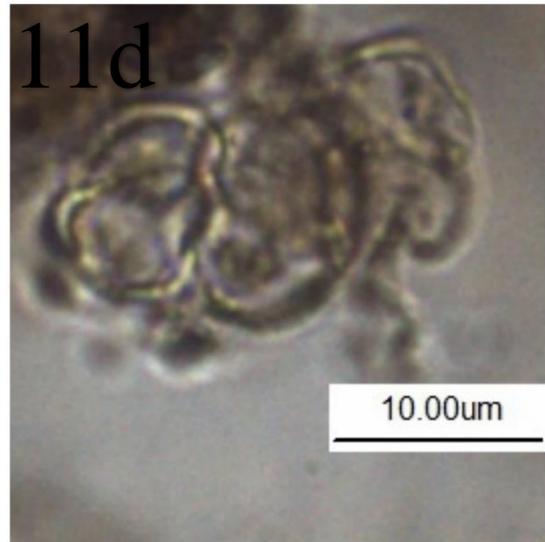
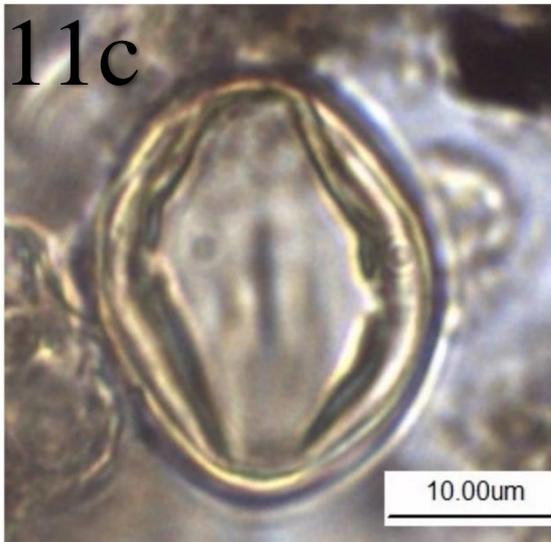
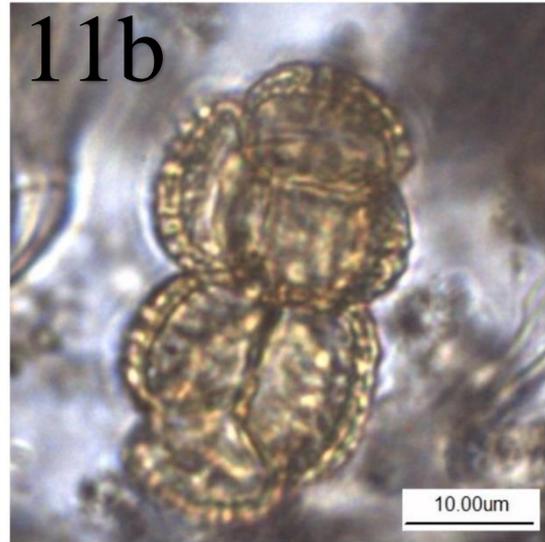


7) Celastraceae 8) Cyperaceae 9) Dyleniaceae



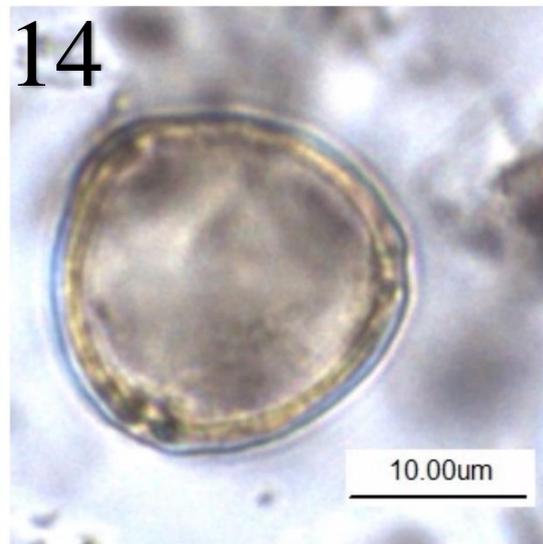
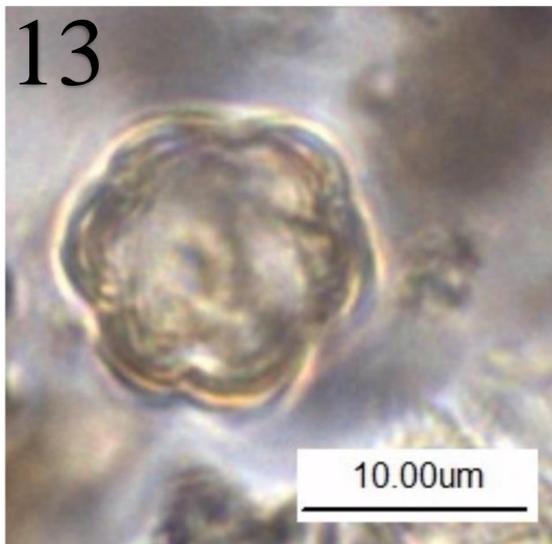
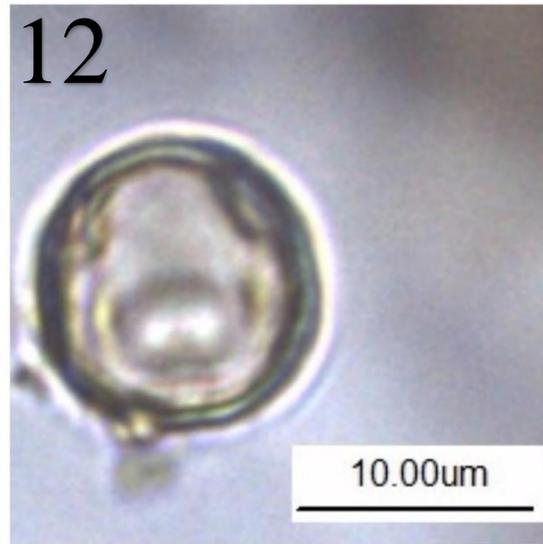
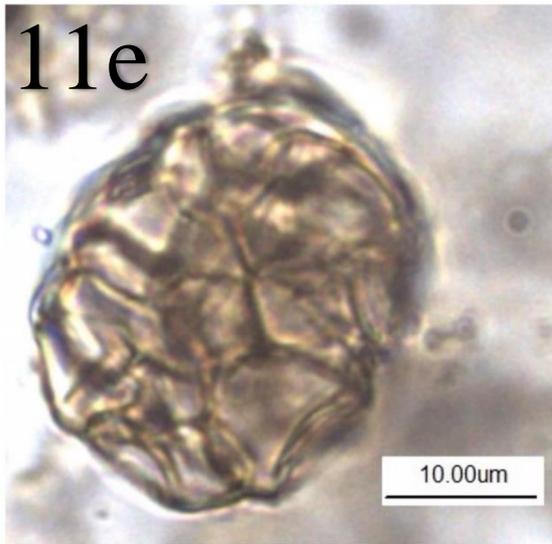
10) Euphorbiaceae

a) *Adelia* b) *Alchornea* c) *Hyeronima* d) *Sebastiana*



11) Fabaceae

a) *Cassia* b) *Mimosa* c) *Pterogyne* d) *Senegalia*

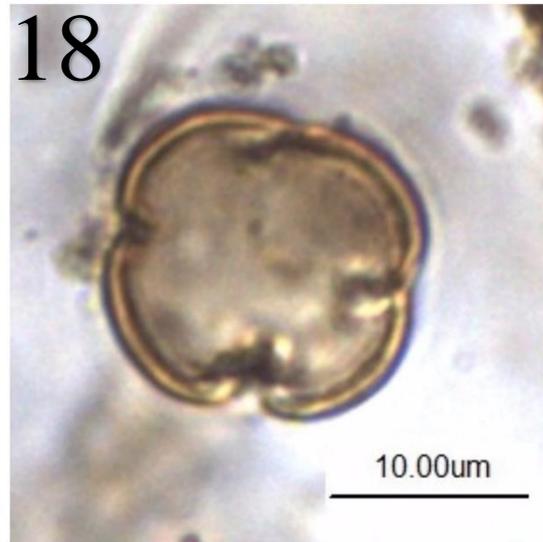
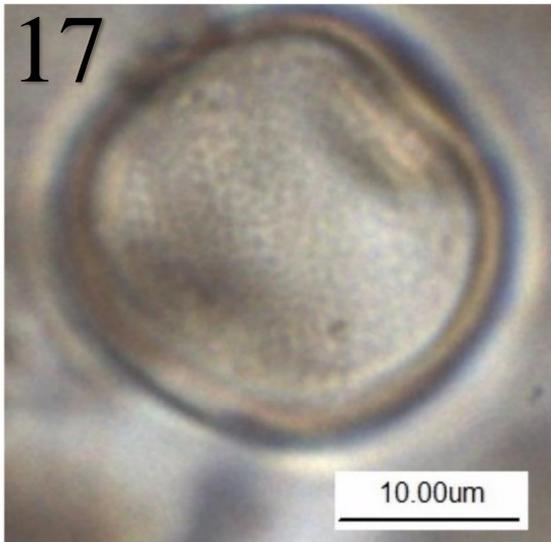
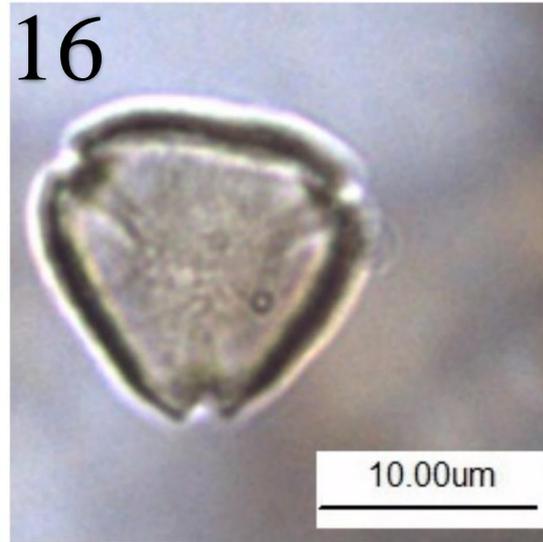
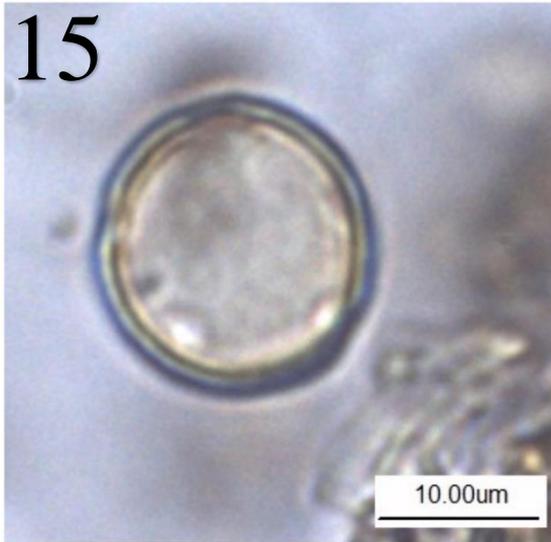


11) Fabaceae d) Stryphnodendron

12) Malphiaceae *Byrsonima*

13) Melastomaceae

14) Moraceae *Brosimum*

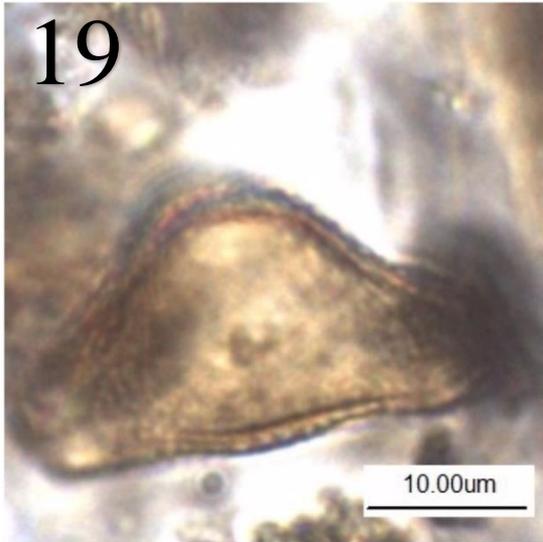


15) Moraceae sp.

16) Myrtaceae *Myrtaceae*

17) Poaceae

18) Primulaceae



19) Proteaceae *Euplassa*

20) Solanaceae *Cestrum*



21) Myrtaceae *Eucalyptus* (grão de pólen exótico)