

**MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA-INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

***Registros palinológicos em sedimentos deltaicos do Lago Cabaliana
na planície aluvial do Rio Solimões, Amazônia Central - Brasil***

Natália de Paula Sá

**Manaus, Amazonas
Maio, 2010**

Natália de Paula Sá

***Registros palinológicos em sedimentos deltaicos do Lago Cabaliana
na planície aluvial do Rio Solimões, Amazônia Central - Brasil***

Orientadora: Dra. Maria Lúcia Absy

**Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Biologia e Recursos Naturais
(PPG-BTRN), como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas,
área de concentração em
Botânica.**

**Manaus, Amazonas
Maio, 2010**

S111

Sá, Natália de Paula

Registros palinológicos em sedimentos deltaicos do Lago Cabaliana na planície aluvial do Rio Solimões / Natália de Paula Sá. --- Manaus : [s.n.], 2010.

ix, 55 f. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010

Sinopse:

Foi estudado o perfil sedimentar do lago Cabaliana, localizado na várzea recente do Rio Solimões. Estabeleceu-se a cronologia das variações vegetacionais relacionadas aos pulsos de inundação ocorridos nos últimos 2700 anos ^{14}C antes do presente.

Análise palinológica, datações radiocarbônicas e sedimentologia foram as ferramentas utilizadas.

Palavras chave: Holoceno, várzea, floresta amazônica, inundação.



Ministério da
Ciência e Tecnologia



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA DO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS
DA AMAZÔNIA

Aos três dias do mês de maio do ano de 2010, às 10:00 horas, na sala de aula do Programa de Pós-Graduação em Botânica - PPG-BOTÂNICA/INPA, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: **Dr. Emílio Alberto Soares Amaral**, da Universidade Federal do Amazonas, **Dra. Maria Luísa Lorscheitter**, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e **Dr. Antonio Carlos Webber**, da Universidade Federal do Amazonas, tendo como suplentes o Dr. Antonio Carlos Marques de Souza, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e o Dr. Edgardo Manuel Latrubesse, da University of Texas, sob a presidência do primeiro, afim de proceder a arguição pública da **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO** do(a) aluno(a) **NATÁLIA DE PAULA SÁ**, intitulada "REGISTROS PALINOLÓGICOS EM SEDIMENTOS DELTAICOS DE LAGO CABALIANA NA PLANÍCIE ALUVIAL DO SOLIMÕES, AMAZÔNIA CENTRAL - BRASIL", sob a orientação da Dra. Maria Lúcia Absy.

Após a exposição, dentro do tempo regulamentar, o(a) discente foi arguido(a) oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final:

APROVADO

REPROVADO

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos seguintes membros da Comissão Examinadora:

Dr(a). Emílio Alberto Soares Amaral (UFAM) _____

Dr(a). Maria Luisa Lorscheitter (UFRS) _____

Dr(a). Antonio Carlos Webber (UFAM) _____

Coordenação do PPG-BOTÂNICA/INPA



DIVISÃO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO

PIPG BTRN

PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS NATURAIS

Ministério da Ciência e Tecnologia



AULA DE QUALIFICAÇÃO

PARECER

Aluno(a): **NATÁLIA DE PAULA SÁ**
Curso: BOTÂNICA
Nível: Mestrado
Orientador(a): Maria Lúcia Absy (INPA)

Título:

"REGISTROS PALINOLÓGICOS EM SEDIMENTOS DA PLANÍCIE ALUVIAL DO ARAGUAIA, AMAZÔNIA BRASIL"

BANCA JULGADORA:

TITULARES:

ANTONIO CARLOS WEBBER (UFAM)
HAILTON LUIZ S. DA IGREJA (UFAM)
ANTONIO CARLOS M. DE SOUZA (INPA)

SUPLENTES:

CAROLINE SCHERER (INPA)
ELENA FRANZINELLI (UFAM)

EXAMINADORES	PARECER	ASSINATURA
ANTONIO CARLOS WEBBER	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado () Reprovado	<i>Antonio Carlos Webber</i>
HAILTON LUIZ S. DA IGREJA	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado () Reprovado	<i>Hailton Luiz S. da Igreja</i>
ANTONIO CARLOS M. DE SOUZA	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado () Reprovado	<i>Antonio Carlos M. de Souza</i>
CAROLINE SCHERER	<input type="checkbox"/> Aprovado () Reprovado	_____
ELENA FRANZINELLI	<input type="checkbox"/> Aprovado () Reprovado	_____

Manaus(AM), 16 de janeiro de 2009.

"Dedico este trabalho a todos que contribuíram para o desenvolvimento da ciência no Brasil, aqueles que romanticamente compartilharam seus conhecimentos e vida pelo bem estar da nossa nação."

Obrigada,

primeiramente a Deus, que mesmo tão distante, insistentemente me mostrou que eu não estava só em nenhum momento.

a minha família, com a qual aprendi a não aceitar as “coisas como ela são”, desenvolvendo o senso crítico pertinente a minha profissão.

a Dra. Maria Lúcia Absy por me orientar antes mesmo de ingressar no mestrado e por todo apoio durante o desenvolvimento do trabalho.

ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa concedida.

ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; as secretárias da Pós Graduação em Botânica: Helcineide, Gisele, Jéssica, sem as quais seria impossível estar em dia com a burocracia.

ao Emílio Alberto Amaral Soares, pela cessão do perfil estudado e pelas valiosas discussões sobre geomorfologia da planície amazônica e a sua orientada, Icília de Lima Feitosa, cujo estudo sobre deltas foi de fundamental importância para o meu trabalho.

as examinadoras do meu projeto: Elena Franzinelli, Cynthia Fernandes Pinto da Luz e Caroline Scherer e aos avaliadores da minha aula de qualificação: Antonio Carlos de Souza , Antonio Carlos Webber e Haylton Igreja pelas sugestões e discussões criteriosas.

ao Prof. Edgardo Latrubesse e seu orientado Max Bayer pelas discussões, entusiasmo, acolhida no Araguaia.

a todos os professores, mestrandos e doutorandos que compartilharam seus conhecimentos, permitindo melhorar a minha formação intelectual.

as minhas irmãs de coração de Manaus: Amandinha e Ciça, cujo carinho e boa convivência me ajudaram a ter paciência com as dificuldades encontradas.

as minhas irmãs de coração que estão longe: Daiana, Mariana, Carol e Marcella, as quais me incentivaram na decisão de mudar de novos ares e enfrentar a floresta amazônica.

ao ilustríssimo e amado Miguel, que com carinho e respeito me ensinou a valorizar minha vida neste momento.

aos colegas de laboratório, André, Carlos, Marcos, Jailson, Carol, Gabriel, Otilene, Cleonice e Isabela pelos momentos de descontração e pelas proveitosas conversas.

a turma de Botânica de 2008 pelo estudo compartilhado, pelas risadas, carinho e amizade.

a D. Ângela, que com devoção me ensinou Biologia e como ser uma verdadeira professora.

a todos que me ajudaram a estar aqui.

“ Não, meu coração não é maior que o mundo.
É muito menor.
Nele não cabem nem as minhas dores.
Por isso gosto tanto de me contar.
Por isso me dispo,
por isso me grito,
por isso frequento os jornais, me exponho
cruamente nas livrarias: preciso de todos.

Sim, meu coração é muito pequeno.
Só agora vejo que nele não cabem os homens.
Os homens estão cá fora, estão na rua.
A rua é enorme. Maior, muito maior do que eu
esperava.
Mas também a rua não cabe todos os homens.
A rua é menor que o mundo.
O mundo é grande.

Tu sabes como é grande o mundo.
Conheces os navios que levam petróleo e
livros,
carne e algodão.
Viste as diferentes cores dos homens,
as diferentes dores dos homens,
sabes como é difícil sofrer tudo isso, amontoar
tudo isso
num só peito de homem...sem que ele estale.

Fecha os olhos e esquece.
Escuta a água nos vidros,
tão calma. Não anuncia nada.

Entretanto escorre nas mãos,
tão calma! Vai inundando tudo...

Renascerão as cidades submersas?
Os homens submersos-voltarão?
Meu coração não sabe.
Estúpido, ridículo e frágil é meu coração.
Só agora descubro
como é triste ignorar certas coisas.
(Na solidão de indivíduo
desaprendi a linguagem
com que homens se comunicam).

Outrora escutei os anjos,
as sonatas, os poemas, as confissões patéticas.
Nunca escutei voz de gente.
Em verdade sou muito pobre.

Outrora viajei
países imaginários, fáceis de habitar,

ilhas sem problemas, não obstante
exaustivas e convocando ao suicídio.

Meus amigos foram às ilhas.
Ilhas perdem o homem.
Entretanto alguns se salvaram e
trouxeram a notícia
que o mundo, o grande mundo está
crescendo todos os dias,
entre o fogo e o amor.

Então, meu coração também pode crescer.
Entre o amor e o fogo,
entre a vida e o fogo,
meu coração cresce dez metros e explode.
-ó, vida futura! Nós te criaremos.”

Mundo grande

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

O testemunho de sondagem (PD-67) foi obtido da planície aluvial do Rio Solimões, situado na área de várzea da Amazônia Central. Um perfil de 160 cm foi retirado do delta do Lago Cabaliana e submetido a análises sedimentológicas, palinológicas. Três amostras foram datadas pela técnica de Accelerator Mass Spectrometry (AMS). Foram detectadas idades do Holoceno superior, indicando aproximadamente 2570 ± 40 ^{14}C anos AP na base do testemunho, 1570 ± 40 ^{14}C anos AP (90 cm) e no topo, foi encontrada a idade de 830 ± 40 ^{14}C anos AP. Há cerca de 2600 ^{14}C anos AP, *Alchornea*, *Symmeria* e *Cecropia* foram predominantes, do mesmo modo que os elementos herbáceos, representando pelas gramíneas, Asteraceae e *Alternanthera*. A presença de *Arrabidaea*, Rubiaceae, *Tabebuia*, Sapotaceae, Rutaceae, *Protium* e *Symphonia* implicam em uma floresta de terra firme drenada e áreas adjacentes pantanosas, indicado pela presença de pólen de *Sagittaria* e esporos de pteridófitas. Nesta fase, a sedimentação predominante foi de material argiloso, referente à fase de inundação, sugerindo que a cheia foi possivelmente muito menor neste intervalo de tempo. *Cecropia* se manteve relativamente constante desde 2700 ^{14}C anos AP e posteriormente, há cerca de 2200 ^{14}C anos AP, apresentou um aumento. Pólen de gramíneas e outras herbáceas apresentam uma ligeira queda, ocorrida também há cerca de 2200 ^{14}C anos AP e juntamente com a presença de *Byrsonima* e outras plantas de estágios sucessionais tardios da várzea, como *Sapium* e Myrtaceae, pode-se inferir que houve diminuição na altura da coluna d'água. Há 700 ^{14}C anos AP, a vegetação climácica da várzea começa a se tornar predominante, apesar das maiores frequências de plantas de sucessão secundária tardia representados por *Pseudobombax* e *Laetia*. Pólen de *Cassia*, *Vismia* e *Neoxythece* e de táxons de terra firme: *Doliocarpus*, *Simaba* e *Scleronema* sugerem a proximidade ou a mistura de elementos de terra firme e várzea. Ocorreram dois períodos mais secos, representados pela efetiva diminuição da precipitação: cerca de 2700 ^{14}C anos AP e 1200 - 700 ^{14}C anos AP. As outras fases (2400 ^{14}C anos AP e 1500 - 1200 ^{14}C anos AP) são indicativas de períodos secos menos pronunciados, ou seja, pequenas variações nos níveis de inundação da bacia. A dinâmica sucessional ocorrida no lago Cabaliana, desta forma, indica que a várzea local se estabeleceu recentemente e é composta por um mosaico de diversos estágios sucessionais da vegetação, controlados principalmente pelo pulso de inundação. Foram detectadas alternância de fases úmidas e secas causadas pelo ENSO no Holoceno tardio, intensificando a sazonalidade da precipitação. O ciclo hidrológico do Rio Solimões foi influenciado, o que acarretou flutuações no pulso de inundação e conseqüentemente variações na estrutura e composição florística da vegetação circundante do Lago Cabaliana e alterações nos processos deposicionais. Assim, é possível propor que o a história climática recente da Amazônia Central é reflexo de mudanças nos padrões de precipitação na bacia.

ABSTRACT

Palynological records in deltaic sediments of Lake Cabaliana, Solimões River floodplain, Central Amazonia – Brazil. A sediment core (PD-67) was collected in the alluvial plain of the Solimões river located at the varzea in Central Amazonia. A profile of 160 cm was raised from Lago Cabaliana delta and samples were prepared using standard pollen analytical techniques and acetolysis. Three sediment samples were dated by AMS-radiocarbon dates. The dates from the lower part of the sediment samples of Lago Cabaliana indicate an age of 2570 ± 40 ^{14}C yr BP, followed by an age of 1570 ± 40 ^{14}C yr BP and 830 ± 40 ^{14}C yr BP in the uppermost part. At about 2600 ^{14}C yr BP *Alchornea*, *Cecropia* and *Symmeria* were predominant likewise the herbaceous elements: grasses, Asteraceae and *Alternanthera*. The presence of *Arrabidaea*, Rubiaceae, *Tabebuia*, Sapotaceae, Rutaceae, *Protium* and *Symphonia* implies a well-drained upland forest and adjacent wetlands, indicated by the presence of *Sagittaria* pollen and fern spores. At this period, the sedimentation was characterized by compact clay, and it indicates that the flood was probably much lower during this time interval. *Cecropia* has remained relatively constant since 2700 ^{14}C yr BP and later, around 2200 ^{14}C yr BP, showed an increase. Grasses and other herbaceous pollen show a slight fall, occurred around 2200 ^{14}C yr BP, and together with *Byrsonima* and other plants from late successional stages in the floodplain - *Sapium* and Myrtaceae – we can infer a decrease in height water column. At 700 ^{14}C yr BP, the climax vegetation of varzea becomes predominant, despite the frequency of late secondary succession elements like *Pseudobombax* and *Laetia*. Pollen of *Cassia*, *Vismia*, *Neoxythece* and upland táxons: *Doliocarpus*, *Simaba* and *Scleronema* suggest the proximity or the mixture of elements from forest upland and varzea. There were two drier periods, represented by the effective decrease in precipitation around 2700 14C years BP and 1200 to 700 14C years BP. The other phases (2400 ^{14}C yr BP and from 1500 to 1200 ^{14}C yr BP) are indicative of less pronounced dry periods, i.e., small variations in the levels of flood in the basin. The succession dynamics occurring in the lake Cabaliana indicate that the varzea was recently established and is composed of a mosaic of different successional stages of vegetation, mainly controlled by the flood pulse. Alternating wet and dry phases caused by ENSO in the late Holocene were detected, increasing seasonality of precipitation. The drainage pattern of the Solimões River was affected, which caused fluctuations in the flood pulse and therefore variations in floristic composition of vegetation surrounding Lake Cabaliana and changes in depositional processes. Thus, it is possible to propose that the recent climate history of Central Amazon is a reflection of changes in precipitation patterns in the basin.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	4
OBJETIVOS.....	6
CAPÍTULO 1(ÚNICO).....	7
CONCLUSÃO.....	49
NORMAS DA REVISTA.....	50

INTRODUÇÃO

Os 10.000 últimos anos referentes ao período Holoceno continuam alvo de diversas discussões sobre o impacto que as oscilações climáticas causaram sobre a distribuição da vegetação na Amazônia. É de senso comum que o Holoceno foi climaticamente instável, porém a magnitude dos eventos no clima e as suas conseqüências na flora ainda não são bem entendidas.

Na América do sul, o Holoceno inferior e médio foi marcado pela elevação do nível do mar, fraca influência do ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) e do regime de monções e um avanço da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Na cordilheira dos Andes, foi registrado um evento de seca entre 8800 – 4000 anos AP (Antes do Presente), indicado pela diminuição do nível de água do Lago Titicaca (Baker *et al.*, 2001), decréscimo da acumulação mínima de neve e aumento da quantidade de partículas na atmosfera região de Sajama, Bolívia (Thompson *et al.*, 1998).

Diversos estudos têm utilizado uma ampla gama de ferramentas para explicar o impacto dessas variações no ecossistema amazônico. Sedimentologia, geoquímica e palinologia de sedimentos lacustres e fluviais sugerem que o Holoceno tardio foi, de modo geral, mais úmido que o início e médio Holoceno. (Thomas & Thorp, 1995; Maslin & Burns, 2000; Behling *et al.*, 2001, Irion *et al.*, 2006; Mayle *et al.*, 2000; Burbridge *et al.*, 2004; Breukelen *et al.*, 2008; Mayle & Power, 2008). O aumento da umidade nos últimos 4000 anos foi atribuído a tendência de avanço na direção mais sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual distribui as chuvas nos trópicos (Marchant, & Hooghiemstra, 2004).

No entanto, as repostas do ecossistema amazônico frente a essas mudanças climáticas não foram homogêneas, devido a própria extensão da floresta (variação latitudinal) e a imensa heterogeneidade da mesma. Os limites da floresta amazônica acompanharam a expansão da ZCIT. No ecótono floresta amazônica – cerrado, a floresta substituiu a vegetação de cerrado em cerca de 300 km de extensão (Mayle *et al.*, 2000; Burbridge *et al.*, 2004), nos últimos 2000 anos AP, sendo considerada a maior amplitude que a floresta amazônica alcançou durante o Quaternário. Ao norte, na savana dos *Llanos Orientales* (Colômbia), o aumento da precipitação provocou o desenvolvimento das florestas de galeria na mesma fase (Behling & Hooghiemstra, 2000; Berrio *et al.*, 2002a, b).

Na Amazônia Central, a ZCIT também é o fator primário causador da sazonalidade da precipitação, no entanto, devido a posição latitudinal da planície amazônica (10°N – 10°S), variações dos extremos norte – sul da ZCIT não influenciam diretamente no padrão de chuvas. Oscilações da sazonalidade das chuvas nos últimos 4000 foram relacionadas a

eventos como o ENSO (*El Niño Southern Oscillation*). ENSO causa anomalias nos padrões de precipitação da bacia amazônica, provocando aumentos das chuvas nas fases as quais ocorrem o resfriamento das águas do oceano Pacífico Sul (*La Niña*) e decréscimo das chuvas nas fases de aquecimento (Sombroek, 2001; Schongart, *et al.*, 2004; Schongart & Junk, 2007).

Períodos secos relacionados a diminuição da precipitações a cerca de 4.000, 2.100 e 700 anos AP foram reportados por Absy (1979) para a Amazônia Central. No Lago Cajú, na proximidade de Manaus (Amazonas), ocorreram mudanças na vegetação de várzea. Uma fase seca foi registrada a 2.150 anos AP sendo que esta também foi detectada na costa da Terra Nova, planície do Rio Solimões. No Lago Tapajós, na Amazônia Oriental, Irion *et al.* (2006) reportaram mudanças vegetacionais no intervalo entre 5.500 e 4.200 anos AP. O registro polínico indica que a região em torno lago possivelmente foi florestada durante o Holoceno, porém, a análise sedimentológica e o acréscimo do pólen de Poaceae juntamente com abundância do pólen de *Cecropia* sugerem aumento da atividade humana na região.

O padrão alternante de fases secas e úmidas ocorridas na Amazônia Central sugere que o ENSO é a força que influencia a precipitação, produzindo flutuações na descarga dos rios e na precipitação local. No entanto, a floresta amazônica, em muitos locais, é resiliente, ou seja, mudanças climáticas rápidas e em escalas de centenas a milhares de anos podem não ser intensas e prolongadas o bastante para alterar a composição florística significativamente (Mayle & Power, 2008).

Nesse contexto, a análise de sedimentos fluviais têm-se mostrado interessante, pois os rios respondem rapidamente as mudanças em média e pequena escala, fornecendo informações sobre flutuações do clima (Thomas, 2000). Os processos deposicionais são influenciados pelas mudanças no nível de água causadas pelas oscilações do nível do mar e pelas variações sazonais da precipitação. Muitos estudos têm mostrado que os rios tropicais são influenciados pelas variações da precipitação causadas pelo ENSO (Marengo, 1992; Irion *et al.*, 1997; Junk, 1997; Marengo *et al.*, 1998; Schongart *et al.*, 2004).

A fim de entender o padrão da sazonalidade da precipitação e seu impacto na descarga do Rio Solimões nos últimos 2700 anos AP, este trabalho estudou a dinâmica da composição florística de um lago da Amazônia Central. Análises palinológicas, sedimentológicas e de datações de ^{14}C foram feitas em um testemunho de sondagem do Lago Cabaliana, um exemplo dos diversos lagos fluviais sujeitos a inundação da planície do Rio Solimões.

OBJETIVOS

Geral

- Investigar o padrão de sazonalidade da precipitação e seu impacto na descarga do Rio Solimões nos últimos 2700 anos AP.

Específicos

- Relacionar a vegetação atual com a encontrada na análise de pólen em amostras de sedimentos;
- Agrupar tipos polínicos por afinidades ecológicas a fim de traçar possíveis alterações vegetacionais;
- Detectar a ocorrência de expansão ou retração dos tipos vegetacionais várzea e terra firme e relacionar com o pulso de inundação;
- Comparar a variação do pulso de inundação com a sazonalidade da precipitação;
- Correlacionar as oscilações da precipitação com eventos climáticos do Holoceno tardio na Amazônia;
- Testar a fidelidade do registro sedimentar da frente deltaica lacustre como indicador de mudanças climáticas;
- Propor as amplitudes da cheia na bacia do Lago Cabaliana.

Registros palinológicos em sedimentos deltaicos do Lago Cabaliana na planície aluvial
do Solimões, Amazônia Central – Brasil

* ^A Natália de Paula Sá, ^A Maria Lúcia Absy, ^B Emílio Alberto Amaral Soares

^A Laboratório de Palinologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

^B Instituto de Geociências, Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Palavras chave: inundação, floresta amazônica, Holoceno, pólen, várzea.

Título abreviado: Palinologia do Lago Cabaliana, Solimões - Amazônia Central

Seção: Botânica

*Endereço do autor:

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Av. André Araújo, 2936 - Aleixo - CEP: 69.060-001

(92) 3643-3111. Endereço de email: napaulasa@gmail.com

Resumo

O testemunho de sondagem (PD-67) foi obtido da planície aluvial do Rio Solimões, situado na área de várzea da Amazônia Central. Um perfil de 160 cm foi retirado do delta do Lago Cabaliana e submetido a análises sedimentológicas, palinológicas e de datações de ^{14}C pela técnica de AMS. Detectaram-se idades do Holoceno superior, indicando aproximadamente 2570 ± 40 anos AP na base do testemunho, 1570 ± 40 anos AP e no topo, idade de 830 ± 40 anos. Dados paleoecológicos permitem definir dois períodos mais secos, representados pela efetiva diminuição da precipitação: cerca de 2700 ^{14}C anos AP e 1200 - 700 ^{14}C anos AP. Alternância de fases úmidas e secas causadas pelo ENSO no Holoceno tardio intensificou a sazonalidade da precipitação. A drenagem do Rio Solimões foi influenciada, o que acarretou flutuações no pulso de inundação e conseqüentemente na estrutura e composição florística da vegetação circundante do Lago Cabaliana, além alterações nos processos deposicionais. A dinâmica sucessional da vegetação no lago Cabaliana indicou que a várzea local se estabeleceu recentemente e é composta por um mosaico de diversos estágios sucessionais da vegetação, controlados principalmente pelo pulso de inundação. Assim, é possível propor que o a história climática recente da Amazônia Central é reflexo de mudanças nos padrões de precipitação na bacia, controladas por eventos rápidos e intensos, como o ENSO.

1. Introdução

Os 10.000 últimos anos referentes ao período Holoceno continuam alvo de diversas discussões sobre o impacto que as oscilações climáticas causaram sobre a distribuição da vegetação na Amazônia. É de senso comum que o Holoceno foi climaticamente instável, porém a magnitude dos eventos no clima e as suas conseqüências na flora ainda não são bem entendidas.

Na América do sul, o Holoceno inferior e médio foi marcado pela elevação do nível do mar, fraca influência do ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) e do regime de monções e um avanço da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Na cordilheira dos Andes, foi registrado um evento de seca entre 8800 – 4000 anos AP (Antes do Presente), indicado pela diminuição do nível de água do Lago Titicaca (Baker *et al.*, 2001), decréscimo da acumulação mínima de neve e aumento da quantidade de partículas na atmosfera região de Sajama, Bolívia (Thompson *et al.*, 1998).

Diversos estudos têm utilizado uma ampla gama de ferramentas para explicar o impacto dessas variações no ecossistema amazônico. Sedimentologia, geoquímica e palinologia de sedimentos lacustres e fluviais sugerem que o Holoceno tardio foi, de modo geral, mais úmido que o início e médio Holoceno. (Thomas & Thorp, 1995; Maslin & Burns, 2000; Behling *et al.*, 2001, Irion *et al.*, 2006; Mayle *et al.*, 2000; Burbridge *et al.*, 2004; Breukelen *et al.*, 2008; Mayle & Power, 2008). O aumento da umidade nos últimos 4000 anos foi atribuído a tendência de avanço na direção mais sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual distribui as chuvas nos trópicos (Marchant, & Hooghiemstra, 2004).

No entanto, as repostas do ecossistema amazônico frente a essas mudanças climáticas não foram homogêneas, devido à própria extensão da floresta (variação latitudinal) e a imensa heterogeneidade da mesma. Os limites da floresta amazônica acompanharam a expansão da ZCIT. No ecótono floresta amazônica – cerrado, a floresta substituiu a vegetação de cerrado em cerca de 300 km de extensão (Mayle *et al.*, 2000; Burbridge *et al.*, 2004), nos últimos

2000 anos AP, sendo considerada a maior amplitude que a floresta amazônica alcançou durante o Quaternário. Ao norte, na savana dos *Llanos Orientales* (Colômbia), o aumento da precipitação provocou o desenvolvimento das florestas de galeria na mesma fase (Behling & Hooghiemstra, 2000; Berrio *et al.*, 2002a, b).

Na Amazônia Central, a ZCIT também é o fator primário causador da sazonalidade da precipitação, no entanto, devido a posição latitudinal da planície amazônica (10°N – 10°S), variações dos extremos norte – sul da ZCIT não influenciam diretamente no padrão de chuvas. Oscilações da sazonalidade das chuvas nos últimos 4000 foram relacionadas a eventos como o ENSO (*El Niño Southern Oscillation*). ENSO causa anomalias nos padrões de precipitação da bacia amazônica, provocando aumentos das chuvas nas fases as quais ocorrem o resfriamento das águas do oceano Pacífico Sul (*La Niña*) e decréscimo das chuvas nas fases de aquecimento (Sombroek, 2001; Schongart, *et al.*, 2004; Schongart & Junk, 2007).

Períodos secos relacionados à diminuição da precipitação a cerca de 4.000, 2.100 e 700 anos AP foram reportados por Absy (1979) para a Amazônia Central. No Lago Cajú, na proximidade de Manaus (Amazonas), ocorreram mudanças na vegetação de várzea. Uma fase seca foi registrada a 2.150 anos AP sendo que esta também foi detectada na costa da Terra Nova, planície do Rio Solimões. No Lago Tapajós, na Amazônia Oriental, Irion *et al.* (2006) reportaram mudanças vegetacionais no intervalo entre 5.500 e 4.200 anos AP. O registro polínico indica que a região em torno lago possivelmente foi florestada durante o Holoceno, porém, a análise sedimentológica e o acréscimo do pólen de Poaceae juntamente com abundância do pólen de *Cecropia* sugerem aumento da atividade humana na região.

O padrão alternante de fases secas e úmidas ocorridas na Amazônia Central sugere que o ENSO é a força que influencia a precipitação, produzindo flutuações na descarga dos rios e na precipitação local. No entanto, a floresta amazônica, em muitos locais, é resiliente, ou seja, mudanças climáticas rápidas e em escalas de centenas a milhares de anos podem não ser

intensas e prolongadas o bastante para alterar a composição florística significativamente (Mayle & Power, 2008).

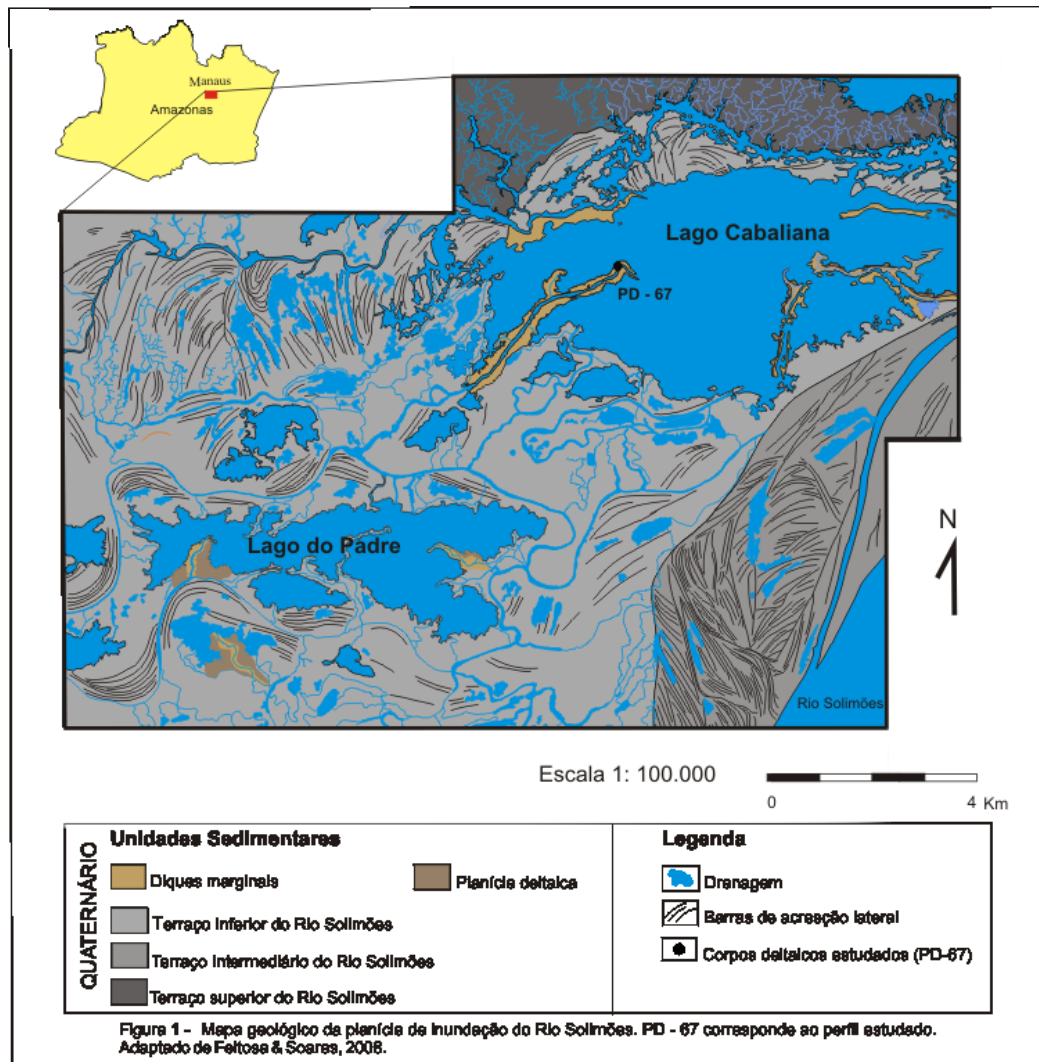
Nesse contexto, a análise de sedimentos fluviais têm-se mostrado interessante, pois os rios respondem rapidamente as mudanças em média e pequena escala, fornecendo informações sobre flutuações do clima (Thomas, 2000). Os processos deposicionais são influenciados pelas mudanças no nível de água causadas pelas oscilações do nível do mar e pelas variações sazonais da precipitação. Muitos estudos têm mostrado que os rios tropicais são influenciados pelas variações da precipitação causadas pelo ENSO (Marengo, 1992; Irion *et al.*, 1997; Junk, 1997; Marengo *et al.*, 1998; Schongart *et al.*, 2004).

A fim de entender o padrão da sazonalidade da precipitação e seu impacto na descarga do Rio Solimões nos últimos 2700 anos AP, este trabalho estudou a dinâmica da composição florística de um lago da Amazônia Central. Análises palinológicas, sedimentológicas e de datações de ^{14}C foram feitas em um testemunho de sondagem do Lago Cabaliana, um exemplo dos diversos lagos fluviais sujeitos a inundação da planície do Rio Solimões.

2. Área de Estudo

2.1. Características geomorfológicas

O Lago Cabaliana (3° 17' 35.62"S e 60° 48' 18.71" O) apresenta 25 km de extensão (Figura 1) e situa-se a oeste do município de Manacapuru, o qual se localiza a 78 km de distância de Manaus. . Nesta região co-ocorrem áreas de terra firme e de várzea. As áreas de terra firme não sofrem influência das inundações anuais do Rio Solimões e localizam-se nas cotas altas de cerca de 60 a 97 metros acima do nível do mar, já as áreas de várzea, periodicamente inundadas, são de 25 a 54 metros acima do nível do mar.



As áreas de terra firme são constituídas de rochas sedimentares da Formação Alter do Chão e Novo Remanso, de idades cretácea e miocena, respectivamente (Soares *et al.* 2001, Soares, 2007). O relevo das áreas de terra firme corresponde a morros e colinas, com vales abertos e íngremes e drenagem subdentrítica, variando de média a alta (Howard, 1967), sendo recobertas com vegetação típica de terra firme (Soares *et al.*, 2001).

As áreas de várzea são formadas por depósitos sedimentares da planície de inundação do Rio Solimões e se distingue pela presença de canais de planície de inundação, barras de acreção lateral, um intrincado complexo de lagos e depósitos de extravazamento, (Mertes *et al.*, 1996), que caracterizam os três níveis de terraço fluvial (Soares, 2007). Os terraços se distribuem nas margens do canal atual do Rio Solimões e são formados de sedimentos

lamosos (siltosos a argilosos) intercalados com camadas de areias quartzosas. Via de regra, os terraços antigos são mais oxidados, enquanto que os terraços mais recentes contém mais material orgânico e restos de vegetação.

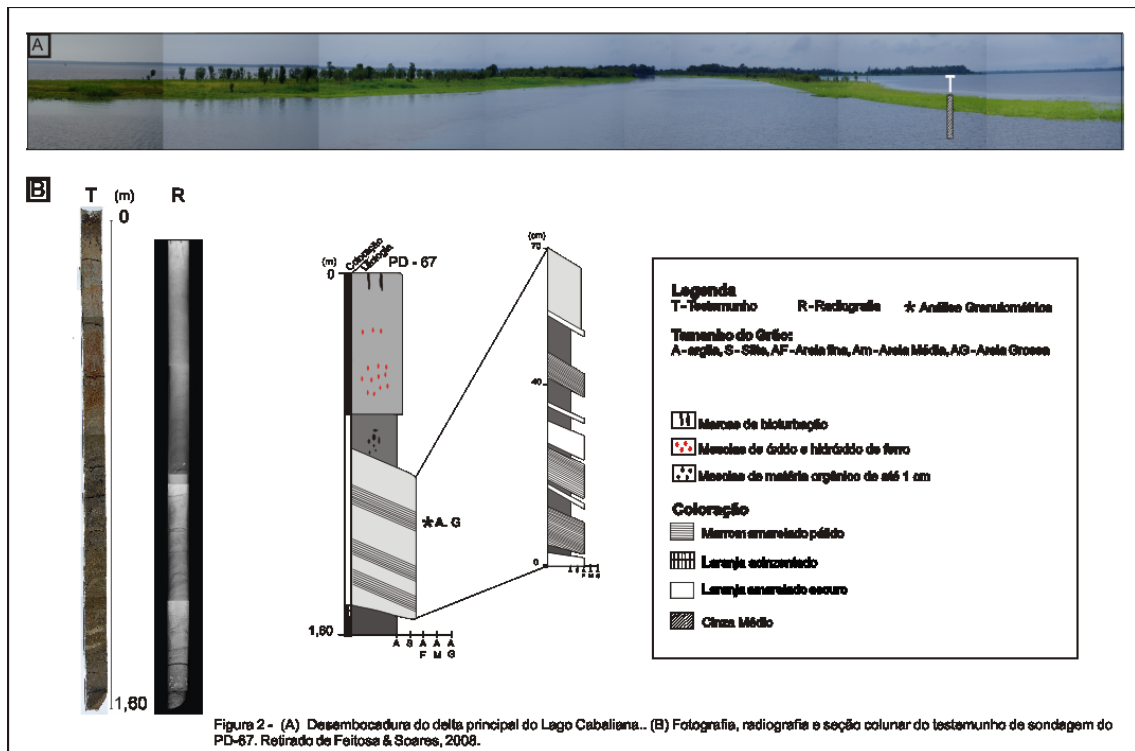
Nos terraços da planície de inundação estão distribuídos lagos de variadas formas e tamanhos, originários do extravazamento das águas no período de cheia dos rios, cuja morfologia está relacionada com o processo de colmatação (RADAMBRASIL, 1978, Melack, 1984). A drenagem desses lagos depende fundamentalmente da precipitação local e do pulso de inundação do canal principal e subseqüentemente dos canais secundários (Sperling, 1999). A dinâmica desses canais provoca alterações na planície aluvial, retrabalhando-a. Os canais secundários são chamados de “furos” e “paraná” e se alternam de meandantes a retilíneos, desenvolvendo corpos deltaicos progradantes alongados quando desembocam nos lagos da Amazônia Central, como o Cabaliana e o Janauacá (Soares, 2007; Feitosa & Soares, 2009).

O desenvolvimento dos deltas lacustres da Amazônia Central tem sido associado a sazonalidade do nível de água dos rios, que varia anualmente entre 10 e 15 metros (Soares, 2007; Feitosa & Soares, 2009). Deltas lacustres semelhantes aos encontrados na planície amazônica tem sido descritos nas planícies dos rios Paraná, no Brasil (Pertovt *et al.*, 2003), e Consumnes, na Califórnia (Florsheim & Mount, 2002).

No Lago Cabaliana, deltas lacustres estão localizados a oeste e sul, estendendo-se por 10 km extensão e são geralmente retilíneos a ligeiramente arqueados, com poucas ramificações, os quais provocam a colmatação e divisão do lago (RADAMBRASIL, 1978; Soares, 2007). O delta mais expressivo se desenvolve na desembocadura do Paraná do Piranha (Figura 1e 2). Os deltas do Lago Cabaliana foram estudados por Feitosa & Soares (2009), os quais identificaram três unidades geomorfológicas distintas: diques marginais, planície deltaica e frente deltaica. Na classificação de Suguio (1998), dique marginal é uma elevação que acompanha o canal fluvial e apresenta morfologia assimétrica. Já a planície

deltaica corresponde a região dos canais secundários, sendo aquela subaérea e a frente deltaica abrange os estratos frontais do delta.

No delta estudado (Ponto PD-67), os diques marginais situam-se em áreas mais elevadas, entre cotas de 27 a 29 m. Acompanham e margeiam os canais secundários, confinando-os. São cobertos por uma vegetação bem estabelecida com a predominância de plantas lenhosas. A planície deltaica corresponde às áreas contíguas aos diques marginais, com cotas elevadas entre 28 a 32 m, deste modo, estando sujeitas à sazonalidade do pulso de inundação. Nas fases de vazante, a planície deltaica fica exposta, permitindo a colonização por gramíneas e outras plantas arbóreas (Feitosa & Soares, 2009).



Os depósitos da frente deltaica geralmente permanecem submersos. São corpos lobados, contendo areia e lama (silte e argila), as quais são depositadas de forma rítmica e intercalada (Figura 2). Os pares rítmicos apresentam coloração marrom-amarelada a cinza médio, sendo que cada camada possui espessura decimétrica e uma ligeira inclinação por volta de 17° em direção ao centro do lago (Feitosa & Soares, 2009). As camadas de areia

mostram coloração amarelada, granulometria muito fina a fina, enquanto que as camadas de lama apresentam uma coloração cinza a marrom, com diminutas mesclas avermelhadas difusas. (Feitosa & Soares, 2009).

2.2. Vegetação

Os principais tipos vegetacionais da Amazônia Central são as florestas de terra firme e florestas sujeitas à inundação, denominadas várzea e igapó (Prance, 1979, Pires & Prance, 1985). A floresta de terra firme é comumente caracterizada pela ausência de gramíneas (Poaceae) e ciperáceas. Há um decréscimo de arbustos, herbáceas e lianas. Já a floresta de várzea é inundada por águas ricas em sedimentos minerais (águas brancas ou eutróficas), como do Rio Madeira e Solimões enquanto que a de igapó recebe águas claras ou negras, com pouco sedimento (ácidos húmicos) dos rios Negro, Tapajós e Arapiuns (Pires & Prance 1985).

De forma geral, a bacia do Lago Cabaliana é composta principalmente por floresta de várzea, sendo limitada a norte e noroeste (cerca de 2,5 km) por floresta de terra firme, (Soares, 2010 - comunicação pessoal) e restante de vegetação típica de várzea. Não há estudos florísticos disponíveis para o local, portanto utilizou-se como referências os trabalhos de composição florística para a Amazônia Central de Prance *et al.*, (1976); Ránkin-de-Merona *et al.*, (1992); Ribeiro *et al.*, (1999); Oliveira & Amaral, 2005 e Oliveira *et al.*, 2008 (Tabela 1).

Numa área a 62 km a noroeste de Manaus, próximo a BR-174, Oliveira *et al* (2008), destacaram Fabaceae, Sapotaceae e Lecythidaceae, as famílias mais representativas, com a predominância dos gêneros *Swartzia*, *Pouteria* e *Eschweilera*, respectivamente. Dentre outras famílias e gêneros se destacaram as seguintes: Annonaceae (*Guatteria*), Burseraceae (*Protium*), Chrysobalanaceae (*Licania*), Dilleniaceae (*Doliocarpus*), Lauraceae (*Ocotea*), além do bambu *Pariana*.

A vegetação de várzea recobre a planície dos Rios Solimões, Rio Purus e Madeira e estende-se cerca de 100.000 km² (Junk, 1997). Devido a influência do pulso de inundação,

apenas plantas que possuem alguma adaptação fisiológica às condições anóxicas se estabelecem nesse ambiente, o que resulta em uma diversidade menor comparada as florestas de terra firme (Worbes, 1997). Wittmann *et al.* (2006) compilaram dados de 16 parcelas permanentes na Amazônia brasileira e mais 28 inventários de toda a Amazônia e destacaram as seguintes espécies na várzea da Amazônia Central: *Pseudobombax munguba* (Bombacaceae), *Laetia corymbulosa* (Flacourtiaceae), *Cecropia latiloba* (Moraceae), *Luehea cymulosa* (Tiliaceae), *Tabebuia barbata* (Bignoniaceae), *Ilex inundata* (Aquifoliaceae), *Mabea nitida* e *Piranhea trifoliolata* (Euphorbiaceae), *Pterocarpus amazonum* (Fabaceae), *Crataeva bentharii* (Capparidaceae), *Vitex cymosa* (Verbenaceae). *Echinochloa*, *Paspalum*, *Sagittaria*, *Montrichardia* são os principais representantes das plantas herbáceas (Junk & Piedade, 1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição, sistemática e hábito dos palinórfos com frequências de no mínimo 1%. AR: árvore; AB: arbusto; HE: erva; LL: liana lenhosa; EP: epífita. Aa: área alterada; Aq: aquática; floresta de terra firme; Va: várzea; VaB: várzea baixa; VaBp: várzea baixa pioneira; VaBs: várzea baixa secundária; VaL: várzea alta; Sa: savana.

Palinórfos	Sistemática	Hábito	Formação Vegetal/Ocorrência
Angiospermas – Monocotiledôneas			
<i>Sagittaria</i>	Alismataceae	HE	Aq; VaL
<i>Anthurium</i>	Araceae	HT, EP	Fl
Araceae	Araceae	HE; EP	Sa; Fl
<i>Montrichardia</i>	Araceae	HE	Fl; VaB
<i>Bactris</i>	Arecaceae	AR	Fl; Va
Cyperaceae	Cyperaceae	HE	Aq; VaB
<i>Pariana</i>	Poaceae	HE	Fl; Va
Poaceae	Poaceae	HE	Sa; Fl, Aq; Va
Pontederiaceae	Pontederiaceae	HE	Aq
Angiospermas – Dicotiledôneas			
<i>Alternanthera</i>	Amaranthaceae	HE	Fl; Aa
Asteraceae	Asteraceae	HE, LL	Sa; Fl; Aa
<i>Senecio</i> tipo	Asteraceae	HE	Sa
<i>Alnus</i>	Betulaceae	AR	Mo
<i>Arrabidaea</i>	Bignoniaceae	LL	Fl; Sa; VaB
<i>Tabebuia</i>	Bignoniaceae	AR; AB	Fl, Sa;
<i>Pseudobombax</i>	Bombacaceae	AR	Fl; VaBs
<i>Scleronema</i>	Bombacaceae	AR	Fl
<i>Protium</i>	Bursaceae	AR	Fl
<i>Cassia</i>	Caesalpinaceae	AR; AB	Fl, VaBp; VaBs
<i>Cecropia</i>	Cecropiaceae	AR	Fl; VaB; VaBp; VaBs
<i>Clusia</i>	Clusiaceae	EP	Fl
<i>Symphonia</i>	Clusiaceae	AR	Fl
<i>Vismia</i>	Clusiaceae	AR	Fl

Tabela 1. Distribuição, sistemática e hábito dos palinomorfos com frequências de no mínimo 1%. AR: árvore; AB: arbusto; HE: erva; LL: liana lenhosa; EP: epífita. Aa: área alterada; Aq: aquática; floresta de terra firme; Va: várzea; VaB: várzea baixa; VaBp: várzea baixa pioneira; VaBs: várzea baixa secundária; VaL: várzea alta; Sa: savana.

Palinomorfos	Sistemática	Hábito	Formação Vegetal/Ocorrência
<i>Weinmannia</i>	Cunoniaceae	AR	Mo
<i>Doloiocarpus</i>	Dilleniaceae	LL	Fl
<i>Alchornea</i>	Euphorbiaceae	AB	Sa; Fl; VaL
<i>Hyeronima</i>	Euphorbiaceae	AR	Fl
<i>Mabea</i>	Euphorbiaceae	AR; AB	Fl; VaB
<i>Sapium</i>	Euphorbiaceae	AR	Fl; VaL
<i>Desmodium</i>	Fabaceae	HE; AB	Fl
Fabaceae	Fabaceae	AR; AB; HE; LL	Sa; Ca; Fl; Va
<i>Laetia</i>	Flacourtiaceae	AR	Fl; VaBs; VaBp
<i>Ryanaea</i>	Flacourtiaceae	AR; AB	Fl; Va
<i>Gustavia</i>	Lecythidaceae	AR	Fl; VaB
<i>Holopyxidium</i>	Lecythidaceae	AR	Fl; Va
<i>Byrsonima</i>	Malpighiaceae	AR; AB	Sa; Fl
Malvaceae	Malvaceae	HE	Sa; Fl
Melastomataceae	Melastomataceae	AR; AB; LL; EP	Fl
Moraceae	Moraceae	AR; AB; EP	Fl
Myrtaceae	Myrtaceae	AR; AB	Sa; Fl
<i>Nymphaea</i>	Nymphaeaceae	HE	Aq
<i>Piper</i>	Piperaceae	AR; AB	Aa, Sa, Fl
<i>Symmeria</i>	Polygonaceae	AR	Va
<i>Ludwigia</i>	Onagraceae	AB, HE	Aq, Fl,
Rubiaceae II	Rubiaceae	AR; AB; HE; LL; EP	Fl; VaB; VaL
Rutaceae	Rutaceae	AR; AB; HE	Fl
<i>Cupania</i>	Sapindaceae	AR	Fl
Sapindaceae	Sapindaceae	AR; HE; LL	Fl; Sa
<i>Neoxythece</i>	Sapotaceae	AR	Fl
Sapotaceae	Sapotaceae	AR	Fl; Va
<i>Simaba</i>	Simaroubaceae	AR	Fl
<i>Styrax</i>	Styracaceae	AR; AB	Fl
<i>Luehea</i>	Tiliaceae	AR	Fl; VaB
Urticaceae	Urticaceae	AR; AB; HE	Sa; Fl

2.3. Clima e hidrologia

A Amazônia Central é caracterizada pelo clima tropical quente e úmido, exibindo uma fraca periodicidade térmica anual e um curto período de precipitação menor. (Irion *et al.*, 1997). A amplitude térmica é muito pequena, variando de 27.6°C a 27.2°C nos meses de agosto a novembro é de 25.9°C a 26.1°C nos meses de janeiro a abril. A precipitação média é de 2100 mm.a⁻¹, distribuída sazonalmente no ano (RADAMBRASIL, 1978). Os meses chuvosos vão de dezembro a abril, enquanto que a estação seca é de junho a novembro.

A distribuição periódica das chuvas influencia o nível dos rios e dos canais, produzindo grandes oscilações nos níveis de água. A amplitude média de inundação em Manaus é

aproximadamente 10 m (n=92), com a maior cheia ocorrida em junho de 2009, na qual o Rio Negro atingiu 29,73 m e a maior seca em outubro de 2005. A variação do fluxo de água dos rios obedece, portanto as flutuações entre a estação chuvosa e seca, de maneira que o nível de água do canal apresenta uma curva monomodal (Irion *et al.*, 1997), denominada pulso de inundação (Junk, 1989, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Coleta do perfil sedimentar

O furo de sondagem, denominado PD-67, foi efetuado em novembro de 2008 à sudoeste do Lago Cabaliana, na porção frontal do delta, desembocadura do Paraná do Piranha. Utilizou-se um vibrotestemunhador acoplado a uma plataforma flutuante para retirar, com um tubo de alumínio, um perfil de 160 cm de profundidade e 5 cm de diâmetro. Este trabalho de sondagem é parte integrante do Projeto “Dinâmica Fluvial do sistema Rio Negro-Solimões e Rio Amazonas”, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

O estudo geológico e sedimentológico foi coordenado pelo Dr. Emílio Alberto Amaral Soares (Instituto de Geociências da UFAM), o qual forneceu posteriormente as seções panorâmicas e colunares do local estudado. O testemunho foi fotografado e as amostras de massa seca de 4,00g foram extraídas sistematicamente a cada 10 cm, totalizando 17 amostras.

3.2. Análise palinológica

A análise laboratorial seguiu a metodologia proposta por Faegri & Iversen, (1989) composta pelo pré-tratamento das amostras com hidróxido de potássio, acetólise (Erdtman, 1960) e separação por meio de um líquido pesado (bromofórmio). O total de 3 tabletes de *Lycopodium clavatum* (esporo exótico de concentração conhecida) foram incluídos em cada unidade amostral antes do tratamento afim de obter os valores absolutos dos palinomorfos (Stockmar, 1971). Os resíduos das amostras foram montados em gelatina glicerinada (Kisser, 1935) e lutados com parafina (Muller, 1947).

Os palinomorfos foram contados por meio de microscópio óptico usando aumentos de 400 e 1000 vezes. Procedeu-se as identificações por comparação com o laminário de referência do Laboratório de Palinologia e por consulta a seguinte bibliografia: Absy (1975, 1979); Colinvaux *et al.* (1999); Hooghiemstra (1984); Roubik & Moreno (1991); Salgado-Labouriau (1973).

A contagem abrangeu no mínimo 300 grãos de pólen de táxons terrestres juntamente com 100 esporos de *L. clavatum* em cada amostra, excluindo hidrófitas, algas, fungos e esporos de pteridófitas e musgos, os quais foram computados paralelamente. Apenas a amostra de 40 cm de profundidade não completou o total dos táxons terrestres, somando 286 grãos. As unidades taxonômicas foram reunidas de acordo com suas afinidades ecológicas, hábito ou hábitat como se segue: elementos lenhosos: árvores, arbustos e lianas; elementos herbáceos e elementos aquáticos baseando-se nos levantamentos florísticos de Gentry (1993); Pires & Prance (1985); RADAMBRASIL (1978); Ribeiro *et al.* (1999); Souza & Lorenzi, (2005) e descrições ecológicas de Gosling (2005); Marchant *et al.* (2002); Parolin *et al.* (2002, 2004); Wittmann *et al.* (2002, 2004, 2006) e Worbes *et al.* (1992).

Os dados foram tabulados estatisticamente em diagramas de percentagem, concentração e taxa de acumulação processados no software *Tilia*, plotados no programa *TiliaGraphView* e o dendrograma de análise de componentes hierárquicos, no programa *CONISS*. (Grimm, 1992; 1987). Os diagramas de percentagem de cada grupo basearam-se na soma polínica dos elementos lenhosos, a fim de evitar a super-representação das ervas e plantas aquáticas comuns do ambiente (Jacobson & Bradshaw, 1981).

Os táxons diagramados foram selecionados pela sua frequência: no mínimo três grãos (1% do total de táxons terrestres) em uma amostra. Os diagramas foram ordenados de forma decrescente pela frequência total dos táxons, respeitando a classificação já descrita. Três subamostras foram retiradas para a realização das datações por AMS (Accelerator Mass

Spectrometry) pelo laboratório *Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory* (EUA). Os dados apresentados correspondem a idades convencionais, expressos em anos antes do presente (anos AP).

4. RESULTADOS

4.1. Cronologia

As datações radiocarbônicas obtidas pela técnica de AMS detectaram idades do Holoceno superior, indicando aproximadamente 2570 ± 40 anos AP (antes do presente) na base do testemunho. A segunda datação na porção mediana do perfil acusou a idade de 1570 ± 40 anos AP e no topo, foi encontrada a idade de 830 ± 40 anos AP (Tabela 2).

Tabela 2: Profundidade (cm), número da amostra, datações radiocarbônicas calibradas dos níveis amostrados.

Profundidade (cm)	Amostra	Datações radiocarbônicas (^{14}C anos AP)	Datações radiocarbônicas calibradas (anos cal AP)
28 – 34	Beta – 271675	830 ± 40	800 a 680
84 – 90	Beta – 271676	1570 ± 40	1540 a 1370
145 – 151	Beta – 271674	2570 ± 40	2760 a 2700 2640 a 2610 2590 a 2540

4.2. Análise Palinológica

O registro do Lago Cabaliana exhibe 77 palinomorfos distribuídos em 73 unidades polínicas: 58 táxons lenhosos; 11 táxons herbáceos e 5 táxons aquáticos, além de esporos, fungos e algas, cujo gênero identificado corresponde a *Botryococcus*. No diagrama foram

indicados os palinomorfos mais freqüentes (1% em cada amostra), configurando-se em 41 táxons lenhosos; 10 táxons herbáceos e 4 táxons aquáticos. De acordo com a análise de agrupamentos (CONISS) foram estabelecidas 4 zonas palinológicas e 6 subzonas (Figura 3).

Zona CAB-I (160 - 145 cm, 2700-2500 ¹⁴C anos AP. Argila laranja acinzentada, 2 amostras). Caracterizada pelo aumento e subsequente queda de *Alchornea*, ligeiro aumento de *Symmeria*, permanecendo constante até o limite com a Zona CAB-IIA. *Cecropia* se mantém praticamente constante. *Pseudobombax*, Moraceae e Urticaceae, *Sapium*, Myrtaceae, Melastomataceae e Combretaceae, *Tabebuia* e *Arrabidaea* representam cada um 5% dos elementos lenhosos. Os demais táxons alcançam no máximo 2% do total dos elementos lenhosos: Rutaceae, *Cupania*, *Cassia*, Fabaceae, *Scleronema*, *Piper*, *Byrsonima*, *Protium*, *Symphonia* e *Bactris*. Os táxons andinos *Weinmannia* e *Alnus* apresentam no máximo 2 (0,6%) grãos nesta zona e nas restantes.

Pólen de ervas e de plantas aquáticas variam de 5 a 25%, à exceção de Malvaceae e *Pariana*. Asteraceae, *Anthurium*, Araceae, *Alternanthera*, *Montrichardia*, Pontederiaceae e *Nymphaea* demonstram um aumento no limite desta zona, enquanto que as gramíneas e *Sagittaria* decaem, assim como os outros palinomorfos.

Em relação aos somatórios, os elementos lenhosos e herbáceos são proporcionais, ou seja, exibem percentagens semelhantes. Enquanto que pólen dos elementos aquáticos, algas e pteridófitas abrangem quase 40% e, no caso dos fungos, 80% do total dos táxons lenhosos. A concentração e a taxa de acumulação variam nesta zona, com amplitudes de 69.560 – 155.006 grãos.g⁻¹ e 4234 – 9455 grãos.g⁻¹.ano⁻¹, respectivamente.

Subzona CAB-IIA (145 – 125 cm: 2500 - 2150 ¹⁴C anos AP. Areia+Lama, 2 amostras). No início da subzona, pólen de *Alchornea* decresce (20-5%) acentuadamente, *Symmeria* se mantém constante e *Cecropia* diminui ligeiramente e posteriormente, alcança o máximo de expressão (aproximadamente 30% do total dos lenhosos). Moraceae e Urticaceae,

Sapium, Myrtaceae, *Cassia* se mantêm constantes. Melastomataceae e Combretaceae diminuem no início da subzona, atingindo 5% do total de lenhosos no limite superior. Pólen de *Pseudobombax*, *Tabebuia*, Rutaceae, Sapotaceae, *Scleronema*, Rubiaceae II, *Arrabidaea*, *Protium*, *Symphonia* estão ausentes. *Doliocarpus*, *Ryanaea*, *Hyeronima*, *Laetia*, *Byrsonima*, *Mabea* e Sapindaceae aparecem pela primeira vez e em pequenas percentagens (menos que 3%).

Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae e *Sagittaria* sofrem uma redução simultaneamente com *Botryococcus*, algas, pteridófitas e fungos. Pólen de *Senecio* e *Anthurium* permanecem constantes, Araceae, Malvaceae, *Montrichardia*, Pontederiaceae e *Nymphaea* atingem no máximo 2% de freqüência e desaparecem no final da subzona, exceção de *Montrichardia*, que se eleva a 10% do total dos lenhosos. Nesta subzona, houve uma queda na freqüência de todos os palinórfos, com um marcante aumento subsequente no limite superior, de acordo com os valores de concentrações e a taxa de acumulação. A concentração subiu de 38.889 grãos.g⁻¹ para 291.827 grãos.g⁻¹ e a taxa de acumulação de 2.372 grãos.g⁻¹.ano⁻¹ para 17.801 grãos.g⁻¹.ano⁻¹, implicando um incremento de mais de 7 vezes na quantidade palinórfos.

Subzona CAB-IIB (125 - 90 cm: 2150-1600 ¹⁴C anos AP. Areia+Lama, 4 amostras). Pólen de *Alchornea* e *Symmeria* variam até 20%, decaindo para 10% no final desta zona. *Cecropia* conserva-se relativamente estável, sofrendo um aumento no limite superior (20%). Pólen de Moraceae e Urticaceae se sobressaem, alcançado 20% dos elementos lenhosos. *Piper* apresenta um acréscimo, chegando a 10%. No limite com a zona superior, Myrtaceae, *Cassia*, Melastomataceae e Combretaceae, Fabaceae, *Tabebuia*, *Mabea* aumentam, atingindo 5% do somatório polínico dos elementos lenhosos, enquanto que *Arrabidaea*, *Protium*, Sapindaceae alcançam menos que 2% juntamente com *Holopixidium*, o qual é registrado pela primeira vez no testemunho.

Poaceae, *Senecio* tipo, *Alternanthera*, *Montrichardia*, Cyperaceae e *Sagittaria* exibem um expressivo aumento nesta zona, visto que as gramíneas e *Alternanthera* se destacam com cerca de 80% e 150% da soma polínica. Algas e fungos também exibem variações marcantes, enquanto que as pteridófitas demonstram uma queda menos acentuada.

Os elementos lenhosos decrescem e atingem 55% do total de pólen lenhoso, enquanto que os herbáceos sobressaem-se com 300% e os elementos aquáticos com 80%. Valores da concentração e da taxa de acumulação diminuem no início desta fase, no entanto, há uma tendência de aumento, a qual é extrapolada no limite superior da zona. A concentração e a taxa de acumulação (Figura 4), desta forma, começaram com valores de 51.504 grãos.g⁻¹ e 3.142 grãos.g⁻¹ano⁻¹ e chegaram a 397.787 grãos.g⁻¹ e 26.585 grãos.g⁻¹ano⁻¹, respectivamente.

Subzona CAB-III A (90 – 63 cm: 1600 – 1200 ¹⁴C anos AP. Argila laranja-acinzentada, 2 amostras). Caracterizada pelo crescente aumento do pólen *Alchornea* (40%). *Symmeria* e Myrtaceae mantêm a tendência de aumento, alcançando 25% e 15% da soma polínica, respectivamente. Por conseguinte, ambas decrescem expressivamente (menos que 2%). Pólen de *Cecropia*, Moraceae Urticaceae, *Cassia* e Melastomataceae e Combretaceae e Fabaceae decaem desde a subzona anterior até percentuais menores que 5%.

Sapium, *Ryanaea*, *Laetia* e *Arrabidaea* reaparecem e permanecem com porcentagens constantes nesta fase, assim como *Simaba* e *Doliocarpus*, que surgem a primeira vez no perfil. Também se restabelecem nesta subzona Rutaceae e *Hyeronima*, com cada uma 5% da soma polínica. Estão ausentes neste intervalo *Piper*, Sapindaceae e *Holopixidium*. *Pseudobombax*, Sapotaceae, *Styrax* e *Luehea* estão apenas representados com baixas porcentagens (menores que 3%) no limite com a subzona superior.

Pólen das plantas herbáceas e aquáticas mostram uma tendência de aumento iniciado no limite com a subzona inferior, exceto por *Alternanthera*, a qual ainda continua decaindo. Poaceae, Asteraceae, *Senecio* tipo apresentam os maiores aumentos: 30%, 25% e 5%,

respectivamente. Também ocorre um incremento de pólen de Araceae, Malvaceae e *Montrichardia* (entre 2-5%) no princípio deste intervalo, com a subsequente queda no limite superior desta subzona. O percentual de pólen de *Anthurium* mantém-se estável e não há registro de pólen de *Pariana* e *Ludwigia* nesta subzona. De forma geral, os táxons herbáceos exibem um decréscimo no limite com a subzona superior. Esta fase é marcada pelo aumento de Cyperaceae e *Sagittaria*. Cyperaceae demonstra uma queda de 20 a 10% e posterior crescimento percentual. Já *Sagittaria* é ausente no final desta subzona.

Outros táxons aquáticos representam menos que 1% da soma polínica. Pteridófitas permanecem constantes, fungos decaem expressivamente (60 – 20%) e se mantêm estáveis até a subzona subsequente. Algas acompanham as ciperáceas, com oscilações pronunciadas entre 80% (no início do perfil) a 20% do total de pólen de plantas lenhosas. Elementos lenhosos conservam-se constantes (75%), as ervas continuam diminuindo desde a zona anterior (50%). Elementos aquáticos aumentam (35%) e caem novamente para a mesma percentagem inicial (25%). Concentração e taxa de acumulação continuam aumentando, mas em taxas menores comparadas a subzona anterior. A variação da concentração e da taxa de acumulação (Figura 4) foi menos intensa comparativamente a subzona precedente: 471.552 grãos.g⁻¹ e 35.685 grãos.g⁻¹ano⁻¹, respectivamente.

Subzona CAB-IIIB (63 - 43 cm: 1200 – 1000 ¹⁴C anos AP. Argila laranja-acinzentada, 2 amostras). O início desta subzona é determinado pelo incremento de pólen de *Alchornea* (40%), com a subsequente diminuição (20%). *Symmeria* e *Cecropia* diminuem intensamente, mantendo percentuais menores que 5% até a subzona subsequente. *Ryanaea*, *Laetia*, *Styrax*, *Luehea* e *Arrabidaea* mantêm pequenas percentagens (menores que 5%), desde a subzona precedente, tornando-se ausentes.

Pólen de *Doliocarpus*, *Desmodium*, Sapotaceae, Rubiaceae II, *Cupania* e *Protium* estão presentes em toda a subzona, porém com baixas percentagens, assim como na subzona

anterior. *Tabebuia*, *Scleronema*, *Mabea*, *Clusia* e *Bactris* sofrem um incremento na frequência polínica de cerca de 5%, decaindo nas subzonas seguintes. *Pseudobombax*, *Cassia*, Fabaceae, *Gustavia*, *Vismia* e Sapindaceae apresentam um percentual maior no limite com a subzona subsequente, com *Pseudobombax*, *Cassia* e *Gustavia* representando 30% da soma polínica. Pólen de *Simaba* não está presente.

Todos os táxons herbáceos e aquáticos juntamente com as algas, pteridófitas e fungos aumentam em relação a zona precedente. *Pariana*, *Anthurium*, Araceae e Pontederiaceae têm suas maiores representatividades (máximo de 10%) nesta subzona. Elementos herbáceos correspondem a 100% da soma polínica, mostrando um aumento em relação a zona anterior, assim como os elementos aquáticos, cuja percentagem subiu para 60% e os elementos arbóreos decaem para 60%.

As concentrações (Figura 4) e a taxa de acumulação oscilaram intensamente, iniciando esta subzona com um aumento de 7.247.760 grãos.g⁻¹ e 548.479 grãos.g⁻¹.ano⁻¹ respectivamente e subsequente diminuição para aproximadamente 10% destes valores (878.094 grãos.g⁻¹ e 66.450 grãos.g⁻¹.ano⁻¹).

Zona CAB-IVA (43 – 18 cm, 1000 - 600 ¹⁴C anos AP, Argila siltosa cinza-médio, 3 amostras). Caracterizada pela diminuição de *Symmeria*, *Cecropia*, Myrtaceae, Rubiaceae II, *Protium*, Sapindaceae e *Bactris*. *Weinmannia* e *Alnus* e *Symphonia* estão presentes apenas no início e fim desta zona. O percentual de pólen de *Alchornea*, Moraceae e Urticaceae, Melastomataceae e Combretaceae e *Hyeronima* exhibe um acréscimo. *Piper* e *Arrabidaea* reaparecem, também com percentagens menores que 2%.

Há um incremento de pólen de *Pseudobombax*, *Cassia*, Fabaceae, *Gustavia*, *Vismia*, os quais alcançam as suas maiores frequências, decaindo posteriormente. *Pseudobombax* representa 20% dos lenhosos e junto com os demais táxons acima, são 42% dos elementos lenhosos. *Sapium*, *Doliocarpus*, *Desmodium*, *Simaba* e *Laetia* aumentam no limite superior da subzona precedente, atingindo a percentagem polínica total de 49% do somatório dos táxons lenhosos. *Ryanaea*, *Scleronema* e *Cupania* variam ligeiramente, também diminuindo no limite superior da zona. Pela primeira vez, *Neoxythece* aparece no registro, enquanto que *Tabebuia*, *Byrsonima*, *Clusia*, *Styrax*, *Luehea* e *Bactris* estão ausentes.

A frequência do pólen das plantas herbáceas aumentou, no entanto, correspondem às menores percentagens de Poaceae e *Alternanthera*. *Pariana*, *Anthurium*, Araceae, e *Montrichardia* continuam diminuindo, alcançando percentagens de no máximo de 1%. As percentagens de pólen de Cyperaceae e *Sagittaria* são menores em relação a subzona anterior, *Sagittaria* apresenta o menor percentual em todo o testemunho, enquanto Cyperaceae exibe a mesma frequência que Poaceae.

Os palinomorfos *Botryococcus* e algas atingem seus maiores percentuais (85%), já fungos e pteridófitas mantêm as baixas frequências registradas na subzona antecedente. Nesta subzona são registradas as maiores concentrações e taxa de acumulação (Figura 4) de todo o perfil, chegando a valores semelhantes ao início da subzona anterior de 7.285.800 grãos.g⁻¹ e 551.320 grãos.g⁻¹.ano⁻¹.

Zona CAB-IVB (18 - 0 cm; 600 ¹⁴C anos AP - Atual, Argila siltosa cinza-médio, 2 amostras). Caracterizada pela diminuição progressiva do pólen de *Alchornea*, *Pseudobombax*, *Sapium*, *Doliocarpus* e *Desmodium* (5% cada, exceto *Pseudobombax*: 10% da soma polínica). *Symmeria*, *Cecropia*, Moraceae e Urticaceae, Melastomataceae e Combretaceae, Sapotaceae, Fabaceae e *Symphonia* exibem um acréscimo no final desta subzona, que totaliza 34% do total dos elementos lenhosos. *Piper*, *Arrabidaea* e *Neoxythece* estão ausentes. *Ryanaea*, *Simaba*,

Scleronema, *Cupania* e *Vismia* mostram-se com baixas frequências (menores que 2%) e não são mais encontradas topo do perfil.

Pólen de Poaceae constitui quase 100%, *Alternanthera*, 200% e Asteraceae, 60% do somatório dos elementos lenhosos. *Ludwigia* e Araceae estão ausentes, *Anthurium* decresce e torna-se também ausente. *Senecio* tipo e Malvaceae permanecem com baixas percentagens, aumentando no final da subzona. Cyperaceae e *Sagittaria* também apresentam um acréscimo expressivo, indicado pelas maiores percentagens nesta subzona. Pontederiaceae e *Nymphaea* sofrem um aumento no limite da subzona e igualmente, algas, pteridófitas e fungos aumentam.

Os elementos lenhosos diminuem (65%), as ervas atingem 300% da soma polínica, uma vez que *Alternanthera* representa 200%. As plantas aquáticas e fungos aumentam para 60% e as algas, 40% do total polínico. Há um forte declínio na concentração e na taxa de acumulação. Ambas exibem valores que representam apenas 10% da concentração e taxa de acumulação (Figura 4) no final da zona precedente ($1.649.330 \text{ grãos.g}^{-1}$ e $124.814 \text{ grãos.g}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, respectivamente). No topo do testemunho de sondagem, da concentração e taxa de acumulação caem mais ainda, para a metade do valor do início da subzona: $52.511 \text{ grãos.g}^{-1}$ e $3.974 \text{ grãos.g}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

5. DISCUSSÃO

5.1. Fontes de pólen

Na sedimentação do Lago Cabaliana, foi encontrada uma fraca influência do Rio Solimões, indicada pela presença intermitente de táxons andinos *Weinmannia* e *Alnus*, cuja frequência foi menor que 1% do somatório total (Figura 3). Behling *et al.* (2001) detectaram também baixa percentagem dos táxons andinos: *Weinmannia*, *Quercus* e *Myrica* (0,6%) nos sedimentos do Lago Calado (margem esquerda do Rio Solimões), assim como Absy (1979) descreveu a presença de *Alnus* na costa da Terra Nova, localizada na margem direita do rio

Solimões. É improvável que a presença destes táxons nos três perfis analisados seja oriundo de correntes aéreas vindas dos Andes, apesar de todos possuírem dispersão anemófila. Pólen andino foi encontrado em baixas percentagens (menor que 1%) em suspensão nas águas do Rio Solimões, próximo a Manaus (2100 km dos Andes) e tendendo a diminuir cada vez mais com o aumento da distância da fonte produtora (Haberle, 1997).

A frequência de gramíneas foi no geral alta e oscilou extremamente (Figura 3), assinalando que provavelmente, os bancos de macrófitas aquáticas são locais conforme proposto por Salgado-Laboriau (2007), possivelmente referentes aos gêneros *Paspalum* e *Echinochloa* (Junk & Piedade, 1997). Além disso, Haberle (1997) mostrou que as percentagens de pólen alóctone de Poaceae em suspensão nas águas do Rio Solimões são muito pequenas, cerca de 7%. As ciperáceas acompanharam as variações das gramíneas, o que reforça a idéia da origem autóctone do pólen das gramíneas, apontado por Behling *et al* (2001).

A distância entre o lago e o canal principal também é um fator que altera a carga de sedimentos depositada. Lagos drenados diretamente pelo curso fluvial principal recebem uma taxa maior de sedimentos, enquanto que nos sistemas lacustres mais afastados, a sedimentação geralmente é menor (Irion *et al.*, 1997).

5.2. Sedimentologia e Concentração

Os depósitos deltaicos do Lago Cabaliana guardam os registros das condições hidrológicas e paleoclimáticas da Amazônia Central no Holoceno tardio (Figura 2 e 4). O testemunho é composto por duas fácies sedimentares distintas: intercalações rítmicas de areia e lama (silte e argila) e lama (silte e argila) depositadas desde 2700 anos ¹⁴C AP (Figura 2).

Na fase de 2700-2500 ¹⁴C anos AP (intervalo de 160 - 145 cm) destaca-se uma argila maciça, sugerindo uma sedimentação lenta, caracterizada pela decantação de partículas finas em suspensão (Feitosa & Soares, 2009). Esta litologia sugere que nesta fase, o Lago

Cabaliana foi submetido a um longo período de inundação máxima, que estagnou o fluxo de água do lago, favorecendo a decanta o de partículas de silte e argila. Na fase posterior 2500 - 1500 ¹⁴C anos AP (145 - 85 cm), há o predomínio da intercala o de delgadas camadas de areia e lama (silte e argila) indicativas de maior e menor fluxo do Paraná do Piranha, respectivamente. Essas mudanças podem ser associadas ao ciclo hidrológico do Rio Solimões. As camadas arenosas são reflexos do maior fluxo do canal e conseqüentemente, maior transporte e deposi o de partículas de areia, enquanto que as intercala es de lama, o a fase de menor fluxo do canal. Provavelmente, o Rio Solimões foi mais ativo (maior energia) que anteriormente, provocando um aporte maior de sedimentos grosseiros depositados no lago, ou ainda, a precipita o local nesta fase foi mais intensa que a fase precedente, explica o também proposta por Behling & Hooghiemstra, (1999) para o a unidade litológica (areia) encontrada no perfil do Rio Caquetá (Colômbia). Além disso, as fáceis lamosas não são constantes, uma vez que elas exibem camadas dispersas de areia e argila entre cada conjuntos silte e argila. Essa varia o demonstra que ocorreram flutua es no nível de água com episódios de maior ou menor fluxo na bacia do lago.

No intervalo de 85 a 65 cm, depositado entre 1500 e 1200 ¹⁴C anos AP, predomina os sedimentos lamosos (argilo-siltosos), que indicam uma sedimenta o mais lenta por decanta o, a qual pode ser relacionado   fase de maior enchente no lago. Possivelmente, houve uma menor influência do canal principal e/ou das chuvas locais e na fase seguinte, conserva-se a litologia argilosa ate o topo de perfil (1200 – 400 ¹⁴C anos AP), permanecendo um nível maior de enchente na bacia do Lago Cabaliana.

O Lago Cabaliana mostra uma taxa de sedimenta o estável e lenta, experimentando acréscimos no aporte de material mais próximo ao topo do perfil, indicado pelo maior taxa de sedimenta o: 0,07 cm.ano⁻¹(Figura 5). O sistema lacustre permaneceu como um receptor de

material, cuja origem vem do intenso retrabalhamento dos canais secundários na bacia, da precipitação local e dos fluxos intermitentes do Rio Solimões.

Assim, o menor aporte sedimentar no lago possivelmente está associado à distância do Lago Cabaliana ao Rio Solimões, conectados pelo canal secundário. Segundo Latrubesse & Franzinelli (2002), a baixa taxa de sedimentação é função da dinâmica dos paranás, os quais retrabalham a planície aluvial e por consequência, forneceriam menor aporte sedimentar para os lagos, dificultando o desenvolvimento dos corpos deltaicos. Frentes deltaicas recebem menores quantidades de sedimentos dos paranás e assim, a sedimentação seria principalmente um reflexo da precipitação da dinâmica vegetacional local, justificando os estudos paleoecológicos em deltas deste tipo.

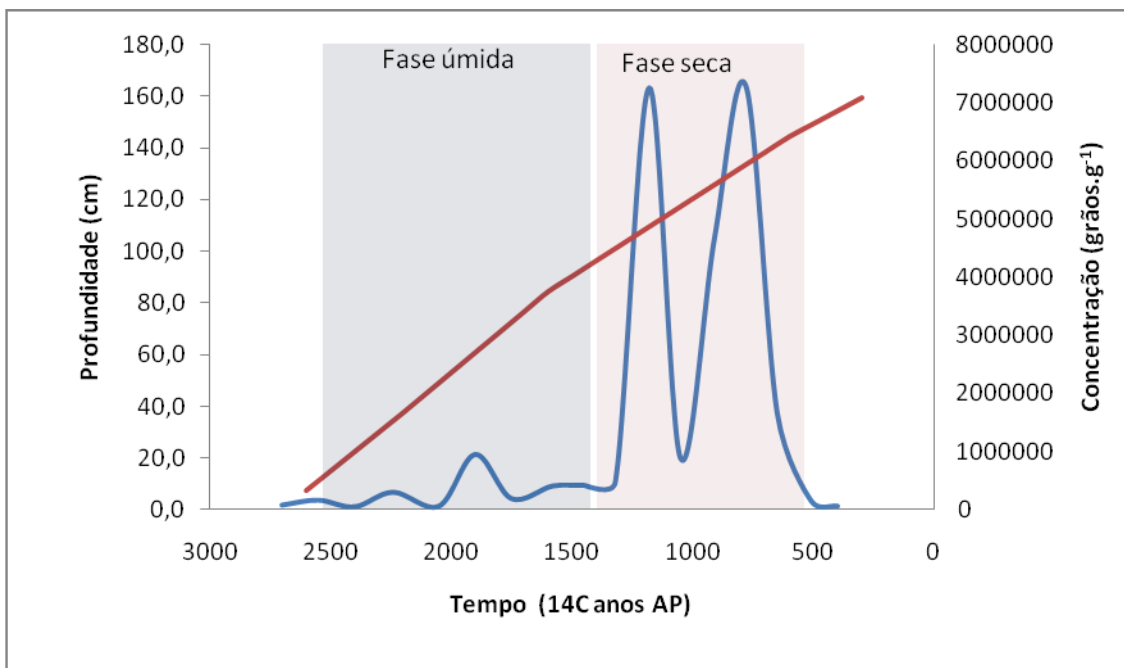


Figura 5. Taxa de sedimentação (vermelho) e concentração (azul) do testemunho PD-67 em relação ao tempo (idades interpoladas) de acordo com as variações de precipitação.

A concentração polínica oscilou em todo perfil (Figura 5) e foi possível detectar dois comportamentos da curva de concentração acompanhando as fases secas e úmidas. A fase úmida (2500 – 1500 ¹⁴C anos AP) caracterizou-se pela baixa concentração do pólen e uma baixa taxa de sedimentação (0,06 cm.ano⁻¹), enquanto que na fase seca, a concentração foi

maior e a taxa de sedimentação foi ligeiramente maior: $0,07 \text{ cm.ano}^{-1}$. A taxa de sedimentação não refletiu as mudanças climáticas encontradas.

A baixa concentração polínica reflete o aumento de umidade e possivelmente o aumento do nível de água causado maior energia do fluxo do Rio Solimões, uma vez que a carga polínica fluvial em suspensão decresce com a distância da fonte produtora (Haberle, 1997). Já a alta concentração a partir de 1200 ^{14}C anos AP indica um regime fluvial passivo, com o predomínio da sedimentação de partículas mais finas do dique marginal e do entorno do lago.

5.3. Reconstrução das mudanças ambientais.

Há cerca de 2600 ^{14}C anos AP *Alchornea*, *Symmeria* e *Cecropia* foram predominantes, do mesmo modo que os elementos herbáceos representados pelas gramíneas, Asteraceae e *Alternanthera*. A presença de *Arrabidaea*, Rubiaceae II, Rutaceae, *Protium* e *Symphonia* implicou em uma floresta de terra firme drenada (Rankin-de Merona *et al.*, 1992; Oliveira & Amaral, 2005; Oliveira *et al.*, 2008) e áreas adjacentes pantanosas (chavascal, segundo Ayres, 1993) sugerido pela presença de pólen de *Bactris* e *Sagittaria* e esporos de pteridófitas.

Nesta fase, a sedimentação foi de material argiloso e compacto, referentes a períodos de inundação, indicando que a fase de enchente alcançou níveis menores, possivelmente 3 - 4 metros, em concordâncias com os estudos de Worbes *et al.* (1992); Worbes (1997) e Wittmann *et al.* (2004, 2006). O recuo da água provocou a exposição de áreas imersas, de modo que a vegetação herbácea (gramíneas, *Alternanthera*, Asteraceae) se estabeleceu. Uma vez que a vegetação herbácea tenha iniciado a sucessão, taxas lenhosos e pioneiros também se fixaram, formado agrupamentos monoespecíficos de *Cecropia* descritos por Parolin *et al.* (2002) e *Alchornea*, descritos por Worbes (1997); Parolin *et al.* (2002; 2004) e Wittmann *et al.* (2006).

Por outro lado, o entorno do Lago Cabaliana exibiu um mosaico de vegetacional diversificado (26 táxons lenhosos), resultado do decréscimo do nível de água e da dinâmica geomorfológica. A vegetação de terra firme avançou em direção de áreas deixadas pela vegetação de várzea, aumentando assim a riqueza florística nesta fase como proposto nos trabalhos de Junk, (1989); Parolin *et al.*(2002) e Wittmann *et al.*(2002, 2004, 2006).

Em 2400 ¹⁴C anos AP, existiu a predominância da floresta de várzea, caracterizada por *Cassia*, *Laetia* e *Mabea*, além *Symmeria* e *Cecropia*. a vegetação de terra firme foi pouco representativa (menor que 2%). De forma geral, houve um incremento no fluxo de água, possivelmente relacionado ao aumento do volume de água do Rio Solimões e por conseguinte dos canais principais. A ritmicidade da deposição dos sedimentos foi marcante (Figura 2), o que aponta rápidas oscilações de cheia e vazante. Esse processo poderia limitar a fixação da vegetação, sobrevivendo apenas às plantas adaptadas a essas variações, ou seja, plantas de ciclos curtos como as gramíneas (Junk & Piedade, 1997) e plantas resistentes a altas taxas de sedimentação como *Alchornea* (Kaliola *et al.*, 1991).

Pólen de gramíneas e outras herbáceas apresentam uma ligeira queda, ocorrida há cerca de 2200 ¹⁴C anos AP e juntamente com a presença de *Byrsonima* e outras plantas de estágios sucessionais tardios da várzea, como *Sapium* e Myrtaceae, infere-se uma redução na altura da coluna d'água. A sedimentação também aponta uma fase relativamente mais seca (Figura 2), porém de menor intensidade que o intervalo de 2700-2500 ¹⁴C anos AP.

O Rio Solimões continua a apresentar uma maior velocidade no seu curso (ambiente lótico), que impede a fixação da vegetação nas margens e nos diques deltaicos e conseqüentemente provoca a diminuição da diversidade florística (20 táxons) nesta fase. A coluna d'água possivelmente retraiu no máximo de 1 - 2 metros, condizentes com as observações de Worbes *et al.* (1992); Worbes (1997) e Wittmann *et al.* (2004, 2006).

A fase ligeiramente seca se mantém entre 2150-1750 ¹⁴C anos AP. Apesar da menor altura da coluna d'água, a diversidade florística é baixa (19 táxons), tanto da vegetação de várzea quanto da vegetação de terra firme. Há o predomínio da vegetação herbácea, caracterizado pela expansão dos bancos de macrófitas flutuantes (Junk & Piedade, 1997; Parolin *et al.*, 2002; 2004), *Montrichardia* e das plantas pioneiras, *Alchornea* e *Cecropia* (Parolin *et al.*, 2002; 2004; Wittman *et al.*, 2002).

As macrófitas flutuantes se estabeleceram em áreas expostas, principalmente em bancos de areia formados pela descarga mais intensa do Rio Solimões. A rápida proliferação destas plantas provocou a estabilização do sedimento, em decorrência da formação de raízes adventícias (Junk & Piedade, 1997; Parolin *et al.*, 2004; Barbosa *et al.*, 2008). Posteriormente, *Cecropia* e *Alchornea* poderiam ter colonizado essas áreas (Worbes *et al.*, 1992; Worbes, 1997; Wittmann, *et al.*, 2002; Parolin *et al.*, 2004), juntamente com outras plantas ruderais.

Ao mesmo tempo, a porcentagem de algas aumentou, devido a diminuição da zona fótica e em consequência de um menor espelho de água (Putz & Junk, 1997). Outro fator importante é que alguns táxons herbáceos são profílicos (gramíneas, *Alternanthera*, *Montrichardia*), visto que produzem uma grande quantidade de pólen a ser disperso pelas correntes de ventos e, no caso de áreas sujeitas a inundações periódicas, o florescimento da vegetação herbácea está sincronizado com maiores níveis de água (Junk & Piedade, 1997).

No fim do intervalo mais úmido (1750 – 1500 ¹⁴C anos AP), mantêm-se os estágios sucessionais secundários, indicado pela maior frequência de *Cecropia* e *Cassia*, além da queda nas gramíneas. Moraceae e Urticaceae e Myrtaceae também aumentaram, pois provavelmente colonizaram naturalmente as clareiras - em áreas topograficamente mais elevadas (várzea alta) - deixadas pela submersão da vegetação na fase anterior (Bush & Rivera, 1998; Parolin *et al.*, 2004). Além disso, nessas clareiras foram formados depósitos de material mais grosseiro e inconsolidado. A sucessão vegetal nessas áreas altas foi

diferenciada, pois houve o estabelecimento de espécies de seres mais tardias, por exemplo, espécies do gênero *Eugenia* (Myrtaceae) (Junk & Piedade, 1997; Wittman & Junk, 2003). Ou ainda em eventos climáticos mais pronunciados, algumas espécies de várzea alta exibem um comportamento oportunista, podendo formar agrupamentos monoespecíficos (Wittman & Junk, 2003; Parolin *et al.*, 2004).

A partir de 1500 ¹⁴C anos AP, a energia do fluxo de água do rio Solimões decresce novamente se instalou a deposição de partículas mais finas, características de ambientes lênticos (sedimentação lacustre). Possivelmente, a precipitação local voltou a ser a influência preponderante na sedimentação no Lago Cabaliana. A diversidade florística aumentou ligeiramente (22 táxons), no entanto, o estágio sucessional secundário da vegetação de várzea ainda é dominante (65%). Vegetação típica de terra firme também está presente, caracterizada por *Styrax*, *Byrsonima*, *Hyeronima*, Rutaceae, *Anthurium*, Araceae e pteridófitas (peteridófitas). A continuidade da sucessão vegetal induziu a deposição sedimentar de partículas finas porque causou a diminuição da velocidade da corrente fluvial. O processo sucessivo de aterramento pode ter alterado a topografia (Wittmann & Junk, 2003) de áreas circundantes do lago e do próprio delta, possivelmente auxiliando na formação dos diques marginais.

A frequência de *Cecropia* diminui drasticamente depois dos 1200 ¹⁴C anos AP e com o aumento de *Pseudobombax* e, simultaneamente, as maiores percentagens de *Laetia*, *Luehea* e *Mabea*, características das florestas de várzea. Possivelmente, a sucessão vegetacional avançou. O estabelecimento da sere seguinte, composta por espécies secundárias tardias de várzea em detrimento das espécies iniciais (Worbes, 1992) indicou que ocorreu uma diminuição entre 2 - 3 metros no nível de água e ainda a manutenção deste nível de água na planície.

A quase ausência de *Symmeria* e de Myrtaceae no intervalo de 1200 – 500 anos AP pode estar relacionada a sua localização nas proximidades das área da frente deltaica, o que causou o soterramento das raízes e a conseqüente morte de indivíduos não tolerantes (Junk & Piedade, 1997; Parolin *et al.*, 2004). As raízes da vegetação local atuaram como barreira para o fluxo de sedimentos, desta forma, selecionando as espécies e abrindo espaços para colonização por espécies pioneiras vizinhas, resistentes ao soterramento, como *Alchornea* (Junk & Piedade, 1997).

A sucessão ecológica da floresta de várzea continua e a sere seguinte é composta por *Pseudobombax*, *Gustavia*, *Vismia*, *Tabebuia*, *Mabea* e *Sapium*. Os elementos da vegetação de terra firme, como *Dolioscarpus*, *Desmodium*, *Scleronema*, Rubiaceae II, *Protium* e *Bactris* e as ervas *Pariana*, *Anthurium*, Araceae estão presentes (36%). *Pariana* é um bambu típico do sub-bosque da floresta de terra firme (Oliveira & Amaral, 2005). Essa composição florística demonstra que a floresta de terra firme vem avançando em direção a planície do Lago Cabaliana desde 1200 ¹⁴C anos AP e se estabelecendo em áreas contíguas às florestas de várzea alta.

No intervalo de 1200 - 700 ¹⁴C anos AP, foi constatada a conservação de níveis mais baixos de inundação, o que permitiu o aumento da diversidade florística - 36 gêneros de plantas. Menor influência da inundação e da dinâmica geomorfológica implicou em incremento na diversidade da floresta de várzea (Junk, 1997; Wittman & Junk, 2003; Parolin *et al.*, 2004). Portanto, essa fase aponta um período de menor precipitação semelhante ao intervalo de 2700 – 2500 ¹⁴C anos AP e, por conseguinte, que a fase de cheia não tenha ultrapassado os 3 metros de altura da coluna d'água (Wittmann, *et al.*, 2002, 2004, 2006).

Há 700 ¹⁴C anos AP, a vegetação climácica da várzea começa a se tornar predominante, apesar das maiores freqüências dos táxons secundários tardios representados por *Pseudobombax* e *Laetia*. Pólen de *Cassia*, *Vismia* e *Neoxythece* e de táxons de terra firme:

Doliocarpus, *Simaba*, *Scleronema*, *Cupania* e *Ryanaea* sugerem a proximidade ou a mistura de elementos de terra firme e várzea. (Worbes *et al.* 1992).

O incremento de *Pseudobombax* poderia também estar relacionado com o surgimento de clareiras deixadas por *Symmeria*, a qual permitiu o estabelecimento de gerações sucessivas tanto de *Alchornea* e desta Bombaceae. Parece deste modo, que as evidências acima mencionadas, confirmam o menor tempo e menor nível de inundação comparados as fases anteriores (exceto 2600 anos AP) (Junk & Piedade, 1997).

De 600 ¹⁴C anos AP até a atualidade, a composição florística foi menor em diversidade - 20 gêneros. A vegetação de terra firme reduziu-se juntamente com a floresta de várzea alta e a vegetação da sere secundária tardia como um todo. Houve a predominância de alguns táxons pioneiros: *Alchornea*, *Cassia* e *Cecropia* e do início da sere secundária, *Pseudobombax*. Ademais as gramíneas e ciperáceas foram dominantes, juntamente com *Alternanthera* e Asteraceae. Essa estrutura vegetal indica a elevação do nível de água no lago em cerca de 3 metros, inundando áreas de várzea alta e de terra firme. O alagamento provocou a morte da vegetação não-adaptada por anoxia e selecionou sementes e plântulas de espécies tolerantes a inundação (Wittman & Junk, 2003).

As evidências demonstram que possivelmente existiram dois períodos mais secos, representados pela efetiva diminuição da precipitação: cerca de 2700 ¹⁴C anos AP e 1200 - 700 ¹⁴C anos AP. As outras fases - 2400 ¹⁴C anos AP e 1500 - 1200 ¹⁴C anos AP - são indicativas de períodos secos menos pronunciados, ou seja, variações menores nos níveis de inundação da do Lago Cabaliana.

Na Amazônia Oriental, condições de menor precipitação foram documentadas por Behling & Costa (2000) no Rio Curuá antes de 2500 anos AP, onde se desenvolveu uma floresta de terra firme. Posteriormente, a vegetação tornou-se semelhante a atual (floresta de várzea/igapó), com o progressivo aumento do nível de água, o qual foi atribuído ao aumento

do nível do mar. Já no Rio Tapajós, desde os últimos 4.300 anos AP, não ocorreu significativa alteração da vegetação local relacionada a alguma oscilação climática e, sim, possivelmente, mudanças vegetacionais relacionadas com o assentamento humano nesta região (Irion *et al.*, 2006).

Assim como no Rio Tapajós, não foram encontrados registros de fases mais secas no Lago Calado, Amazônia Central. Há 8.800 anos AP, a floresta de terra firme foi substituída pela floresta de várzea, a qual se conserva até os dias atuais. Segundo Behling *et al.* (2001), o avanço da vegetação de várzea refletiu o aumento das águas do oceano Atlântico e conseqüentemente o maior bloqueio das águas do Rio Amazonas, causando a elevação do nível de água da planície.

São três períodos considerados mais secos na Amazônia Central: o intervalo de 2700 – 2000, 700 e 400 anos AP foram documentados por Absy (1979), os quais foram associados a diminuição da precipitação efetiva. Na margem esquerda do Rio Solimões - Costa da Terra Nova, as fases secas foram relacionadas com a redução do volume de água na fase de enchente. No entanto, não foi explicitada a força causadora destes eventos. Essas fases mais secas também foram detectadas em análises de fitólitos e carvão em Manaus e associados a eventos episódicos ou prolongados de ENSO (Southern Oscillation *El Nino*) (Piperno *et al.*, 1998).

Trabalhos palinológicos na bacia do Rio Caquetá, Colômbia (Amazônia Ocidental) sugerem que o sistema de drenagem sofreu alterações no fim do Holoceno. Mudanças na composição florística indicam uma redução na descarga do rio, resultado de condições de menor precipitação de 4000 – 3000 anos AP e possivelmente, entre 2700 – 1900 anos AP (Van der Hammen *et al.*, 1992; Behling *et al.*, 1998; 1999). No entanto, na Laguna Piusbi (oeste da Colômbia), o registro palinológico não indica alterações na estrutura da vegetação

desde 4.400 anos AP, sustentando condições mais úmidas para o todo Holoceno superior (Behling & Hooghiemstra, 1998).

No Equador, Weng *et al.* (2002) propõem condições mais úmidas a partir do Holoceno Médio, no entanto, períodos relativamente secos e úmidos alternaram. Uma fase mais úmida foi detectada a partir de 3700 anos AP até 1000 anos AP, com a volta da deposição de sedimentos fluviais no meandro. Após 1000 anos AP, iniciou-se a hidrossere, com o abandono e preenchimento do meandro, sugerindo uma fase relativamente seco. A alternância de condições úmidas e secas é um fenômeno regional (Amazônia), ligado ao *El Nino*.

A fase de 2400 a 1500 anos AP no Lago Cabaliana corresponde a condições mais úmidas, na qual a descarga do Rio Solimões foi maior. Nos *Llanos Orientales* (Colômbia), há cerca de 2300 anos AP foi documentado uma expansão da palmeira *Mauritia*, a qual estaria relacionado ao aumento da precipitação ou ainda, ao impacto de populações humanas (Behling & Hooghiemstra, 2000; Berrio *et al.*, 2002 a,b). Bush & Colinvaux (1988) sugerem maior precipitação a partir de 1300 anos AP no sudeste do Equador (Lago Ayauchi), baseado no incremento do pólen de *Alchornea* e *Ficus*.

Na área de ecótono floresta amazônica - cerrado (leste da Bolívia), condições mais úmidas relacionadas ao aumento da precipitação permitiram a expansão da floresta em direção ao cerrado a cerca de 3000 anos AP. A floresta amazônica alcançou a máxima expansão a cerca de 1650 anos AP, acompanhando o avanço da Zona de Convergência Intertropical (Mayle *et al.*, 2000).

Desta forma, o padrão rítmico (seco e úmido) evidente encontrado nos registros sedimentológicos e palinológicos do Lago Cabaliana, juntamente com a sazonalidade descrita no Holoceno tardio da Amazônia estão associados a mudanças climáticas causadas, possivelmente, pelo *El Nino*. Este deve ser o principal impulso das mudanças climáticas ocorridas nos últimos 4.000 anos AP na bacia amazônica.

6. CONCLUSÕES

A distribuição da vegetação de várzea e terra firme juntamente com a litologia argilosa do testemunho de sondagem estudado PD-67 sugerem dois intervalos mais secos – 2700 a 2500 anos AP e 1200 – 700 anos AP, com a cheia máxima de aproximadamente 3 a 4 metros e estes intervalos são coincidentes com registros de fogo na em áreas de terra firme, o qual também foi relacionado a atividade do ENSO.

Na fase úmida, 2500 – 1500 anos AP, o pulso de inundação provavelmente voltou ao seu estado anterior, ora pelo enfraquecimento do ENSO ou por um evento prolongado da fase fria do ENSO (*La Niña*). A cheia alcançou cotas de 5 a 6 metros de altura, inundando áreas antes bem drenadas.

A dinâmica sucessiona ocorrida no lago Cabaliana indica que a várzea local se estabeleceu recentemente (últimos 400 anos AP) e é composta por um mosaico de diversos estágios sucessionais da vegetação, controlados principalmente pelo pulso de inundação.

No Holoceno tardio foram detectadas alternância de fases úmidas e secas causadas pelo ENSO, intensificando a sazonalidade da precipitação. O sistema de drenagem do Rio Solimões foi influenciado, o que acarretou flutuações no pulso de inundação e conseqüentemente variações na estrutura e composição florística da vegetação circundante do Lago Cabaliana e alterações nos processos deposicionais dos canais secundário de planície (furos e paranás). Assim, é possível propor que a história climática recente da Amazônia Central pode ser explicada como sendo o reflexo de mudanças nos padrões de precipitação na bacia.

Agradecimentos: Ao CPRM (Serviço Geológico do Brasil) pela cessão do perfil estudado e ao Dr. Emílio Alberto Amaral Soares da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pelas valiosas discussões sobre geomorfologia da planície amazônica e a sua orientada, Icília de

Lima Feitosa cujo estudo sobre deltas foi de fundamental importância para este trabalho. A Dra. Elena Franzinelli da Universidade Federal do Amazonas pela ajuda na interpretação dos dados sedimentológicos. Ao colega Carlos D'Apólito Júnior pela ajuda com o Programa TiliaGraph.

Referências Bibliográficas

- ABSY, M.L. 1975. Polem e esporos do Quaternário de Santos (Brasil). *Hoehnea*, V.5, p.1-25.
- ABSY, M.L., 1979. *A Palynological Study of Holocene Sediments in the Amazon Basin*. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam, Amsterdam. 88p.
- AYRES, J. M. 1993. As matas de várzea do Mamirauá, In Sociedade Civil Mamirauá (Ed.), *Estudos de Mamirauá*, Brasília, p.1–123.
- BAKER, P.A., SELTZER, G.O., FRITZ, S.C., DUNBAR, R.B., GROVE, M.J., TAPIA, P.M., CROSS, S.L., ROWE, H.D., BRODA, J.P., 2001. The history of South American tropical precipitation for the past 25,000 years. *Science*, V. 291, p.640–643.
- BARBOSA, K. M. do N., PIEDADE, M. T. F & KIRCHNER, F. F. 2008. Estudo temporal da vegetação herbácea da várzea da Amazônia Central. *Floresta*, V. 38, n. 1, p 86-96.
- BEHLING H. & J. C. HOOGHIEMSTRA, H., 2000. Holocene Amazon rainforest–savanna dynamics and climatic implications: high-resolution pollen record from Laguna Loma Linda in eastern Colombia. *Journal of Quaternary Science*, V.15, n.7, p.687–695.
- BEHLING H. & J. C. HOOGHIEMSTRA, H., 1999. Late quaternary pollen records from the middle Caquetá river basin in central Colombian Amazon. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, V.145, p.193 – 213.
- BEHLING, H. & HOOGHIEMSTRA, H., 1998. Late Quaternary palaeoecology and palaeoclimatology from pollen records of the savannas of the *Llano Orientales* in Colombia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V.139, p.251-267.
- BEHLING, H. & DA COSTA, M. L. 2000. Holocene environmental changes from the Rio Curuá record in the Caxiuanã region, eastern Amazon Basin. *Quaternary Research*, V.53, p.369–377. (doi:10.1006/qres.1999.2117)

- BEHLING, H.; KEIM, G.; IRION, G.; JUNK, W. & MELO, J. N. DE. 2001. Holocene environmental changes inferred from Lago Calado in the Central Amazon Basin (Brazil). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, V. 173, p.87-101.
- BERRÍO, J. C., HOOGHIEMSTRA, H., BEHLING, H., BOTERO, P. & VAN DER BORG, K. 2002b. Late-Quaternary savanna history of the Colombian Llanos Orientales from Lagunas Chenevo and Mozambique: a transect synthesis. *Holocene*, V.12, p35–48. (doi:10.1191/0959683602h1518rp).
- BERRÍO, J. C., HOOGHIEMSTRA, H., MARCHANT, R. & RANGEL, O. 2002a. Late-Glacial and Holocene history of the dry forest area in the south Colombian Cauca Valley. *Journal of Quaternary Science*, V.17, p.667–682. (doi:10.1002/jqs.701).
- BREUKELLEN, M. R. VAN, VONHOF, H. B., HELLSTROM, J. C., WESTER, W. C. G. & KROON, D. 2008. Fossil dripwater in stalagmites reveals Holocene temperature and rainfall variation in Amazonia: *Earth and Planetary Science Letters*, v.275, p.54-60.
- BURBRIDGE, R. E., MAYLE, F. E. & KILLEEN, T. J. 2004. Fifty-thousand year vegetation and climate history of Noel Kempff Mercado National Park, Bolivian Amazon. *Quaternary Research*, V.61, p.215–230.
- BUSH, M. & RIVERA, M. 1998. Pollen dispersal and representation in a neotropical rain forest. *Global Ecology and Biogeographic Letters*, V.7, p.379-392.
- BUSH, M. B. & COLINVAUX, P. A. 1988. A 7000 year vegetational history from lowland Amazon, Ecuador. *Plant Ecology*, V. 76, n.3, p.141–154.
- COLINVAUX, P.; DE OLIVEIRA, P. E. & PATIÑO, J. E. M. 1999. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. Harwood Academic Publishers. The Netherlands. 332 pp.
- ERDTMAN, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms*. Almqvist & Wikseel, Stockholm. 539 pp.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. Wiley, Chichester. 328 p..
- FEITOSA, I. L & SOARES, E. A. A. 2009. Análise sedimentológica dos deltas lacustres dos lagos Cabaliana e do Padre, Amazônia Central. In: SBGA, Simpósio de Geologia da Amazônia.
- FLORSHEIM J. L & MOUNT J. F. 2002. Restoration of floodplain topography by sand-splay complex formation in response to intentional levee breaches, Lower Cosumnes River, California. *Revista Geomorphology*, V.44, p.67-94.
- GENTRY, A. H. 1993. *A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America*. Washington, DC. Conservation International. 895p.

- GOSLING, W. D., MAYLE, F. E., TATE, N. J. & KILLEEN, T. J. 2005. Modern pollen-rain characteristics of tall terra firme moist evergreen forest, southern Amazonia. *Quaternary Research*, V. 64, p.284 – 297.
- GRIMM, E. C. 1987. CONISS. Fortran 77. Program for statistically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of the squares. *Comput. Geox, Pergamon Journal*, v. 13, p. 13-35.
- GRIMM, E. C. 1992. *Tilia software*. Version 1.12. Illinois State University, Springfield.
- HABERLE, S.G. 1997. Upper Quaternary vegetation and climate history of the Amazon Basin: correlating marine and terrestrial pollen records. In: Flood, R.D., Piper, D.J.W. Klaus, A., Peterson, L.C. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, 155. Scientific Results, College Station. TX., p.381–396.
- HOOGHIEMSTRA, H. 1984. *Vegetational and Climatic History of the High Plain of Bogota, Colombia: a Continuous Record of the last 3.5 million years*. *Dissertationes Botanicae – J. Cramer*, Berlin, V.79, p.1-365.
- HOWARD, A. D. 1967. Drainage analysis in geological interpretation: a summation. *Geologist Bulletin*. V.51, n.11, p. 2248- 2259.
- IRION, G., BUSH, M. B., NUNES DE MELLO, J. A., STUBEN, D., NEUMANN, T., MULLER, G., DE MORAIS, J.O & JUNK, J. W. 2006. A multiproxy palaeoecological record of Holocene lake sediments from the Rio Tapajós, eastern Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V.240, p.523–535.
- IRION, G., JUNK, W. J., & MELLO, J. A. 1997. The large central Amazonian river floodplains near Manaus: geological, climatological, hydrological and geomorphological aspects. In W. J. Junk (Ed.): *The central Amazon floodplain: ecology of a pulsating system*. Ecological Studies, v. 126, p.23–46. Berlin: Springer.
- JACOBSON, G.L. & BRADSHAW, R.H.W. 1981. The selection of sites for paleovegetational studies. *Quaternary Research*, V.16, p.80-96.
- JUNK, W. J. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. In L. B. Holm-Nielsen, I. C. Nielsen, & H. Balslev (Eds.), *Tropical forests: Botanical dynamics, speciation and diversity*. London: Academic Press, p.47–64.
- JUNK, W. J. 1997. The forest ecosystem of floodplains. In JUNK, W. J. (ed.). *The central amazon floodplain*. Herdeberg, New York, Spring Verlag.. 525p.
- JUNK, W. J., & PIEDADE, M. T. F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In W. J. Junk (Ed.). *The central Amazon floodplain: Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies, V.126, p.223–265. Berlin: Springer.

- KALLIOLA, R., SALO, J., PUHAKA, M., & RAJASILTA, M. 1991. New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the western Amazon floodplains. *Journal of Ecology*, V.79, p.877–901.
- KISSER, J. 1935. *Bemerkungen zum Einschluss in glycerin gelatine*. Z.Wiss. Mikr 51pp.
- LATRUBESSE, E. M. & FRANZINELLI, E. 2002. The Holocene alluvial plain of the middle Amazon River, Brazil. *Geomorphology*, V.44, p.241–257.
- MARCHANT, R. A.; ALMEIDA, L.; BEHLING, H.; BERRIO, J. C.; BUSH, M.; CLEEF, A. M.; DUIVENVOORDEN, D.; KAPPELLE, M.; DE OLIVEIRA, P.; TEIXEIRA DE OLIVEIRA-FILHO, A.; LOZANO-GARCÍA, S.; HOOGHIEMSTRA, H.; LEDRU, M. P.; LUDLOW-WIECHERS, B.; MARKGRAF, V.; MANCINI, V.; PAEZ, M.; PRIETO, A.; RANGEL, O. & SALGADO-LABOURIAU, M. L. 2002. Distribution and ecology of parent taxa of pollen lodged within the Latin American Pollen Database. *Review of Paleobotany and Palynology*, V.121, p.1-75.
- MARCHANT, R.A. & HOOGHIEMSTRA, H., 2004. Rapid environmental change in African and South American tropics around 4000 years before present: a review. *Earth Science Review*, V.66, p.217– 260.
- MARENGO, J. A., 1992. Interannual variability of surface climate in the Amazon basin. *Journal of Climatology*, V.12, p.853–863.
- MARENGO, J. A., TOMASELLA, J. & UVO, C. R. 1998. Trends in streamflow and rainfall in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil and north-western Peru. *Journal of Geophysical Research*, V.103, p.1775-1783.
- MASLIN, M. A & BURNS, S. J. 2000. Reconstruction of the Amazon Basin effective moisture availability over the past 14 000 years. *Science*, V.290, p.2285–2287.
- MAYLE, F. E. & POWER, M. J. 2008. Impact of a drier Early-Mid-Holocene climate upon Amazonian forests. *Philosophical Transaction of Royal Society British*, DOI: 10.1098/rstb.2007.0026.
- MAYLE, F.E.; BURBRIDGE, P. & T.J. KILLEEN. 2000. Millennial scale dynamics of southern Amazonian rainforests. *Science*, V. 290, p.2291-2294.
- MELACK, J.M. 1984. Amazon floodplain lakes: Shape, fetch, and stratification. Verth. International Verein. *Limnology*, V.22, p.1278-1282.
- MERTES L. A. R., DUNNE T. & MARTINELLI, L. A. 1996. Channel – floodplain geomorphology along the Solimões-Amazon River, Brazil. *GSA, Bulletin*, p. 1089 -1107.

- MULLER, I. 1947. *Die pollenanalytische nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee-und bodenseegebiet*. Planta. 36 p.
- OLIVEIRA, A. N. & AMARAL, I. L. 2005. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, V.35, n.1, p.1-16.
- OLIVEIRA, A. N. de, AMARAL, I. L. do, Ramos, M. B. P, Nobre, A. D., Couto, L. B. & Sahdo, R. M. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, V.38, n.4, p.627-642.
- PAROLIN, P., FERREIRA, L. V., ALBERNAZ, A. K. L. & ALMEIDA, S. S. 2004. Tree species distribution in várzea forest of Brazilian Amazonian. *Folia Geobotanica*, V.39, p.371-383.
- PAROLIN, P., OLIVEIRA, A. C., PIEDADE, M. T. F., WITTMANN, F. & JUNK, W. J. 2002. Pioneer trees in Amazonian floodplains: key species form monospecific stands in different habitats. *Folia Geobotanica*, V.37, p.225-23.
- PERTOVT L., RAMONELL C., AMSLER M., GARCIA, M. 2003. The leyes delta: a major inland delta in the middle Paraná fluvial system. In: Symposium on River, Coastal and Stuarine Morphodynamics. Barcelona-Espanha.
- PIPERNO, D. R. & BECKER, P. 1996. Vegetational history of a site in the Central Amazon Basin derived from phytolith and charcoal records from natural soils. *Quaternary Research*, V.45, n.2, p.202-209.
- PIRES, J. M. & PRANCE, G.T. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. pp.108-145 in Prance, G.T. & LOVEJOY, T.E. (ed.) *Amazonia: key environments series*. Pergamon Press, Oxford. 442p.
- PRANCE, G. T.; RODRIGUES, W. A. & SILVA, M. F. 1976. Inventário florestal de um hectare de mata de terra firme, km 30 da estrada Manaus-Itacoatiara. *Acta Amazonica*, V.6, p.9-35.
- PRANCE, G.T. 1979. Notes on vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia*, v.31, p.26-38.
- PUTZ R. & JUNK, W. 1997. Phytoplankton and Perphyton. In W. J. Junk (Ed.). *The central Amazon floodplain: Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies, vol. 126. (pp. 223-265) Berlin: Springer.
- RADAMBRASIL, 1978. Programa de Integração Nacional. Levantamentos de Recursos Naturais. v.18 (Manaus) - Radam (Projeto) DNPM, Ministério das Minas e Energia. Brasil. 626pp.
- RANKIN-DE-MERONA, J. M., PRANCE, G. T., HUTCHINGS, R. W., da SILVA, M. F., RODRIGUES, W. A. & UEHLING, M. E. 1992. Preliminary results of the large scale tree inventory of upland rain forest in the Central Amazon. *Acta Amazonica*, V. 22, p.493-594.

- RIBEIRO, J.E.L.S, HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R.; PROCÓPIO, L.C. 1999. *Flora da Reserva Ducke. Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-firme na Amazônia Central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 793pp.
- ROUBIK, D. W. & MORENO, J. E. 1991. *Pollen and Spores of Barro Colorado Island*. Missouri Botanical Garden. Falta cidade 268 pp.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. 2007. *Crítérios e Técnicas para o Quaternário*. Ed. Blucher, São Paulo, 404p.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. *Contribuição à palinologia dos cerrados*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973. 291p.
- SCHÖNGART, J., & JUNK, W. J. 2007. Forecasting the flood pulse in central Amazonia by ENSO-indices. *Journal of Hydrology*, V.335, p.124–132.
- SCHÖNGART, J., JUNK, W. J., PIEDADE, M. T. F., AYRES, J. M., HUTTERMANN, A. & WORBES, M. 2004. Teleconnection between tree growth in the Amazonian Floodplains and the El Niño-Southern Oscillation effect. *Global Change Biology*, V.10, p.683–692.
- SOARES E. A. A. 2007. *Depósitos pleistocenicos da região de confluência dos rios Negro e Solimões, porção oeste da Bacia do Amazonas*. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 88 p.
- SOARES E. A. A., SILVA C. L., NOGUEIRA A. C. R., SUGUIO K., BARROS D. S. & SANTOS W. H. D. 2001. Os depósitos quaternários na confluência dos rios Negro e Solimões, Municípios de Iranduba e Manacapuru, Amazonas. In: *Simpósio de Geologia da Amazônia*, V.7, p.19-22. Belém
- SOMBROEK, W., 2001. Spatial and temporal patterns of Amazon rainfall. *Ambio*, V.30, p.388–396.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. 2005. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira em APG II*. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 640p.
- SPERLING, E. V. 1999. *Morfologia de lagos e represas*. Belo Horizonte: Desa/UFMG, 137p.
- STOCKMAR, J. 1971. Tablets spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et spores*, V.13, n.4. p.615-621.
- SUGUIO K. 1998. *Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins*. (ed.) BCD União De Editoras S.A. Rio de Janeiro, 203 p.

- THOMAS, M. F. & THORP, M. B. 1995. Geomorphic response to rapid climatic and hydrologic change during the late Pleistocene and early Holocene in the humid and sub-humid tropics. *Quaternary Science Review*, V.14, p.193-207. (doi: 10.1016/0277-3791(95)00004-9).
- THOMAS, M. F. 2000. Late Quaternary environmental changes and the alluvial record in humid tropical environments. *Quaternary. Int.*, V.72, p.23-36 (doi:10.1016/S1040-6182(00)00018-5).
- THOMPSON, L.G., DAVIS, M.E., MOSLEY-THOMPSON, E., SOWERS, T.A., HENDERSON, K.A., ZAGORODNOV, V.S., LIN, P.-N., MIKHALENKO, V.N., CAMPEN, R.K., BOLZAN, J.F., COLE-DAI, J., & FRANCOU, B. 1998. A 25,000-year tropical climate history from Bolivian ice cores. *Science*, V.282, p.1858–1864. (doi:10.1126/science.282.5395.1858).
- VAN DER HAMMEN, T., URREGO, L. E., ESPEJO, N., DUIVENVOORDEN, J. F. & LIPS, J. M. 1992. Late-glacial and Holocene sedimentation and fluctuations of river water level in the Caquetá area (Colombian Amazonia). *Journal of Quaternary Science*, V.7, p.57-67.
- WENG, C., BUSH, M. B. & ATHENS, J. S. 2002. Holocene climate change and hydrarch succession in lowland Amazonian Ecuador. *Review of Palaeobotany and Palynology*, V.120, p.73-90.
- WITTMANN, F. & JUNK, W. J. 2003. Sapling communities in Amazonian white-water forests. *Journal of Biogeography*, V.30, p.1533–1544.
- WITTMANN, F., ANHUF, D. & JUNK, W. J. 2002. Tree species distribution and community structure of central Amazonian várzea forests by remote-sensing techniques. *Journal of Tropical Ecology*, V.18, p.805–820.
- WITTMANN, F., JUNK, W. J. & PIEDADE, M. T. F. 2004. The várzea forests in Amazonia: Flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. *Forest Ecology and Management*, V.196, p.199–212.
- WITTMANN, F., SCHÖNGART, J., MONTERO, J. C., MOTZER, T., JUNK, W. J. & PIEDADE, M. T. F. 2006. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon basin. *Journal of Biogeography*, V.33, p.1334–1347.
- WORBES M. 1997. The forest ecosystem of the floodplains. In: JUNK W.J. (ed.). *The Central Amazon floodplain. ecology of a pulsing system*, Ecological Studies 126, Springer Verlag, Heidelberg, p. 223-266.
- WORBES, M., KLINGE, H., REVILLA, J. D. & MARTIUS, C. 1992. On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in Central Amazonia. *Journal of Vegetation Science*, V.3, p.553–564.

CONCLUSÃO

Os dados de sedimentologia e palinologia da frente deltaica permitiram reconstruir a história paleoambiental da região do Lago Cabaliana e compará-la a outros registros, o que indica que o registro deltaico pode ser utilizado como um bom indicador nos estudos paleoecológicos.

A distribuição da vegetação de várzea e terra firme juntamente com a litologia argilosa do testemunho de sondagem implica dois intervalos mais secos – 2700 a 2500 anos AP e 1200 – 700 anos AP, com a cheia máxima em torno de 3 a 4 metros e são coincidentes com registros de fogo na em áreas de terra firme, o qual também foi relacionado a atividade do ENSO.

Na fase úmida, 2500 – 1500 anos AP, o pulso de inundação provavelmente voltou ao seu estado anterior, ora pelo enfraquecimento do ENSO ou por um evento prolongado da fase fria do ENSO (*La Niña*). A cheia alcançou cotas de 5 a 6 metros de altura, inundando áreas antes bem drenadas.

A dinâmica sucessional ocorrida no lago Cabaliana indica que a várzea local se estabeleceu recentemente e é composta por um mosaico de diversos estágios sucessionais da vegetação, controlados principalmente pelo pulso de inundação.

No Holoceno tardio foram detectadas alternância de fases úmidas e secas causadas pelo ENSO, intensificando a sazonalidade da precipitação. O padrão de drenagem do Rio Solimões foi influenciado, o que acarretou flutuações no pulso de inundação e conseqüentemente variação na estrutura e composição florística da vegetação circundante do Lago Cabaliana e alterações nos processos deposicionais. Assim, é possível propor que a história climática recente da Amazônia Central é reflexo de mudanças nos padrões de precipitação na bacia amazônica.

Apêndice 1:

Normas da Revista: Anais da Academia Brasileira de Ciências

Objetivo e política editorial

ISSN 0001-3765 *versão impressa*

ISSN 1678-2690 *versão online*

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

_ Objetivo e política editorial

_ Preparação de originais

A revista **ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS** encoraja fortemente as submissões online. Uma vez o artigo preparado de acordo com as instruções abaixo, visite o site de submissão online (<http://aabc.abc.org.br>). As instruções devem ser lidas cuidadosamente e seguidas integralmente. Desta forma, a avaliação e publicação de seu artigo poderão ser feitas com mais eficiência e rapidez. Os editores reservam-se o direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Os artigos devem ser escritos em inglês claro e conciso.

OBJETIVO E POLÍTICA EDITORIAL

Todos os artigos submetidos devem conter pesquisa original e ainda não publicada ou submetida para publicação. O primeiro critério para aceitação é a qualidade científica. O uso excessivo de abreviaturas ou jargões deve ser evitado, e os artigos devem ser compreensíveis para uma audiência tão vasta quanto possível. Atenção especial deve ser dada ao Abstract, Introdução e Discussão, que devem nitidamente chamar a atenção para a novidade e importância dos dados relatados. A não observância desta recomendação poderá resultar em demora na publicação ou na recusa do artigo.

Os textos podem ser publicados como uma revisão, um artigo ou como uma breve comunicação. A revista é quadrimestral, sendo publicada nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

TIPOS DE TRABALHOS

Revisões. Revisões são publicadas somente a convite. Entretanto, uma revisão pode ser submetida na forma de breve carta ao Editor a qualquer tempo. A carta deve informar os tópicos e autores da revisão proposta e declarar a razão do interesse particular do assunto para a área.

Artigos. Sempre que possível, os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes: 1. Página de rosto; 2. Abstract (escrito em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introdução; 4. Materiais e Métodos; 5. Resultados; 6. Discussão; 7. Agradecimentos quando necessário; 8. Resumo e palavras-chave (em português - os autores estrangeiros receberão assistência); 9. Referências. Artigos de algumas áreas, como Ciências Matemáticas, devem observar seu formato usual. Em certos casos pode ser aconselhável omitir a parte (4) e reunir as partes (5) e (6). Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e os tratamentos experimentais em animais.

Breves comunicações

Breves comunicações devem ser enviadas em espaço duplo. Depois da aprovação não serão permitidas alterações no artigo, a fim de que somente correções de erros tipográficos sejam feitos nas provas. Os autores devem enviar seus artigos somente em versão eletrônica.

Preparação de originais

PREPARO DOS ARTIGOS

Os artigos devem ser preparados em espaço duplo. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos.

Tamanho dos artigos. Embora os artigos possam ter o tamanho necessário para a apresentação concisa e discussão dos dados, artigos sucintos e cuidadosamente preparados têm preferência tanto em termos de impacto quando na sua facilidade de leitura.

Tabelas e ilustrações. Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas, fotografias e tabelas com mais de 12 colunas ou mais de 24 linhas (máximo de figuras gratuitas: cinco figuras). A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada.

Figuras digitalizadas. As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 cm (uma coluna) ou 12,6 cm (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 cm. As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-Tex ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em .RTF ou em WORD para Windows.

Página de rosto. A página de rosto deve conter os seguintes itens: 1. Título do artigo (o título deve ser curto, específico e informativo); 2. Nome (s) completo (s) do (s) autor (es); 3. Endereço profissional de cada autor; 4. Palavras-chave (4 a 6 palavras, em ordem alfabética); 5. Título abreviado (até 50 letras); 6. Seção da Academia na qual se enquadra o

artigo; 7. Indicação do nome, endereço, números de fax, telefone e endereço eletrônico do autor a quem deve ser endereçada toda correspondência, prova e separatas (30 separatas por artigo publicado são oferecidas gratuitamente).

Agradecimentos. Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

Abreviaturas. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Referências. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas indexadas) e artigos em preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, podem ser citados no texto como (Smith *et al.* unpublished data) e não devem ser incluídos na lista de referências. As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith *et al.* 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras. As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais. Se houver mais de 10 autores, use o primeiro seguido de *et al.* As referências devem ter o nome do artigo. Os nomes das revistas

devem ser abreviados. Para as abreviações corretas, consultar a listagem de base de dados na qual a revista é indexada ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An. Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos são considerados como guia geral para as referências.

Artigos

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the áreas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, ELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Livros e Capítulos de Livros

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia Proceedings, Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER *ET AL.* (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

Outras Publicações

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamics of Classical Fields. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 55 p. Preprint n. 600.

An. Acad. Bras. Ciênc. - Instruções aos autores

<http://www.scielo.br/revistas/aabc/pinstruc.htm> 27/03/2010

20030-060 Rio de Janeiro RJ Brasil

Tel: +55 21 3907-8100

Fax: +55 21 3907-8101

aabc@abc.org.br