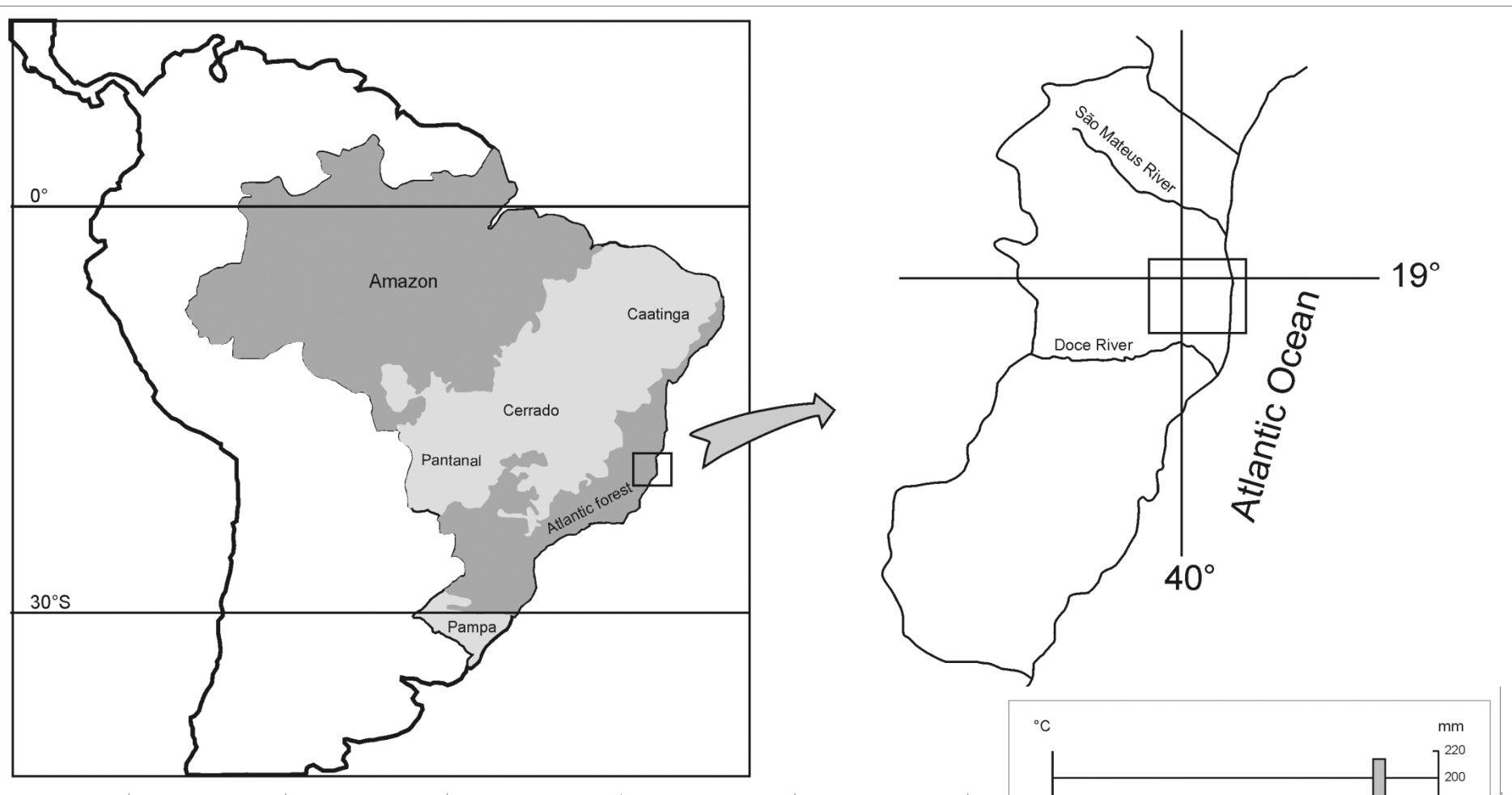


Análise fitolítica e palinologia: vegetação e clima na costa norte do Espírito Santo, Brasil

Antonio Alvaro Buso Junior⁽¹⁾, Márcia Regina Calegari⁽²⁾, Luiz Carlos Ruiz Pessenda⁽¹⁾, Flávio Lima Lorente⁽¹⁾, Marcos Antonio Borotti Filho⁽¹⁾

(1) Laboratório ^{14}C – CENA/USP, Piracicaba, SP

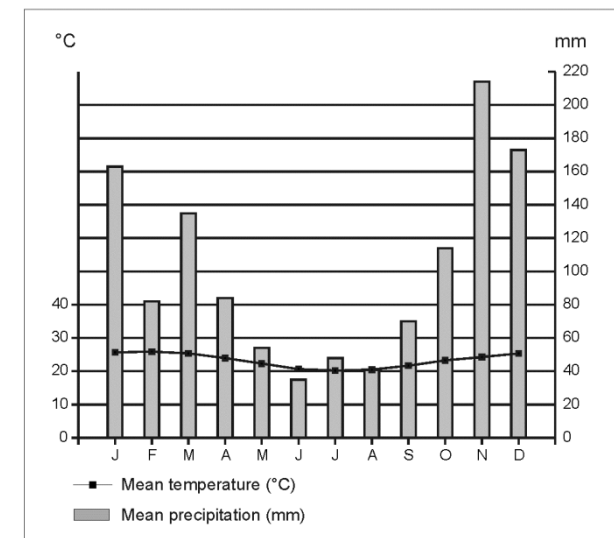
(2) UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR

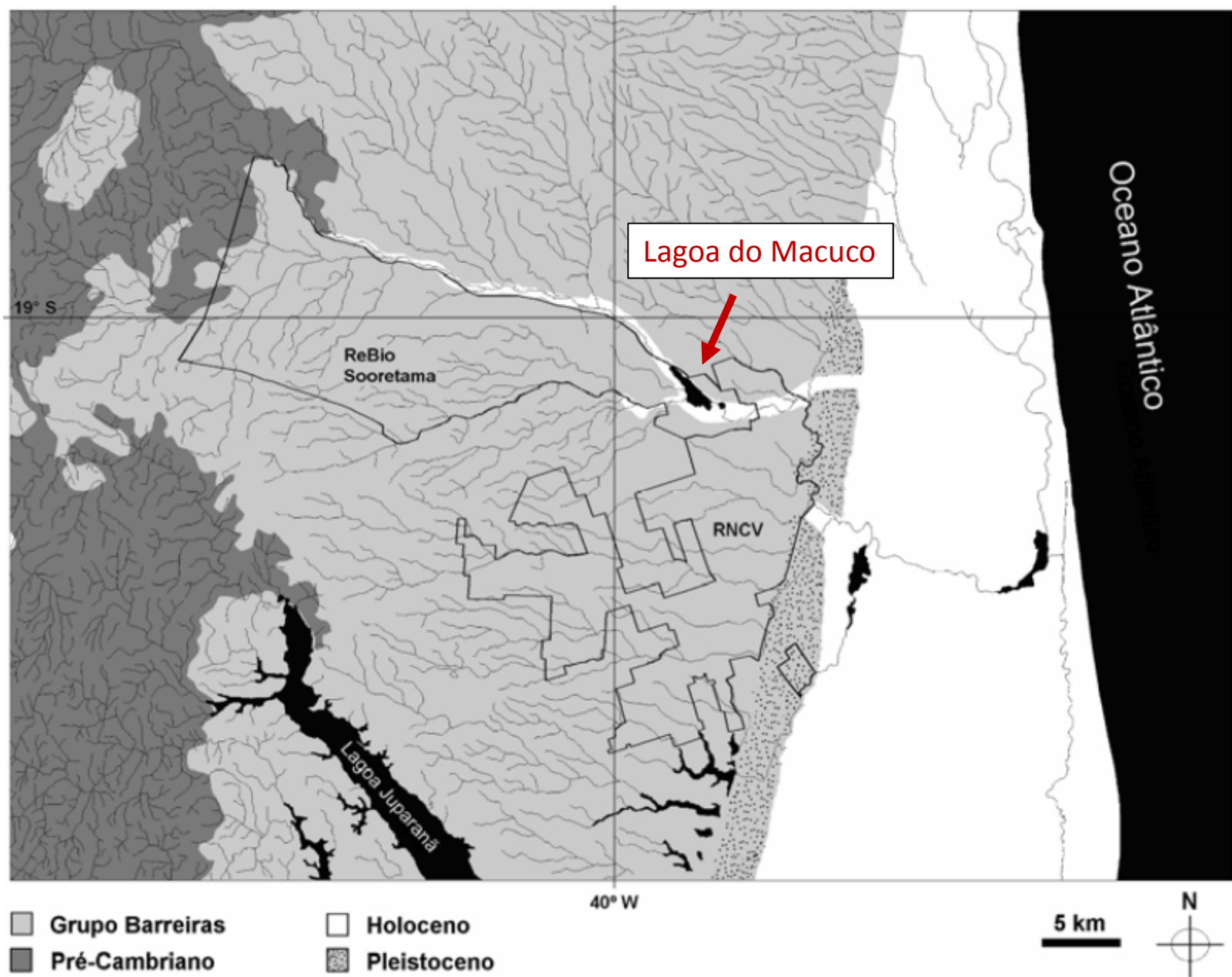


Linhares, norte do ES:

Região considerada como um dos centros de endemismo da Mata Atlântica e um possível refúgio florestal durante eventos de retração florestal do Pleistoceno e Holoceno.

Chuvas concentradas no verão.







Lagoa do Macuco – Reserva Biológica de Sooretama

Coleta

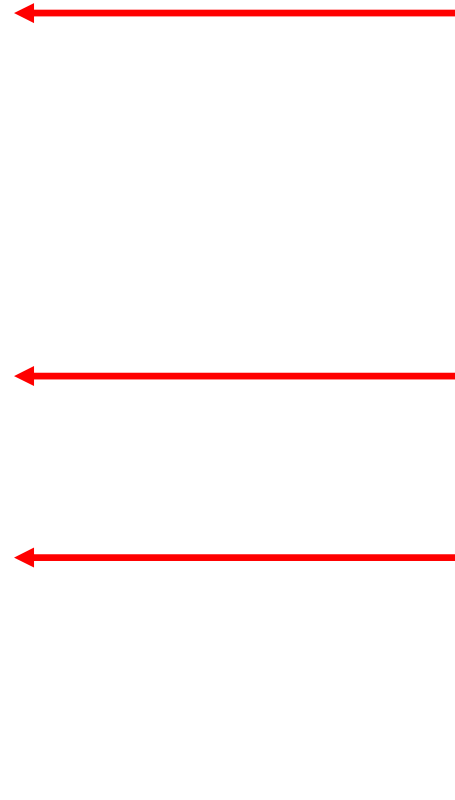
Sedimento lacustre:

- Coletor tipo Livingstone montado sobre plataforma flutuante.
- Testemunho sedimentar de 204 cm.



Ferramentas utilizadas:

- datações ^{14}C ;
- análises de C e N;
- elementos maiores e traços;
- granulometria;
- palinologia (pólen e esporos);
- espículas de esponjas;
- fitólitos.



Aqui serão abordadas as interpretações baseadas na palinologia e na análise de fitólitos.

Métodos utilizados nas análises:

Datação ^{14}C :

- 16 amostras de sedimento com 2 cm de espessura;
- Remoção de carbonato com HCl;
- AMS;
- Calibração com base na curva SHCal04.

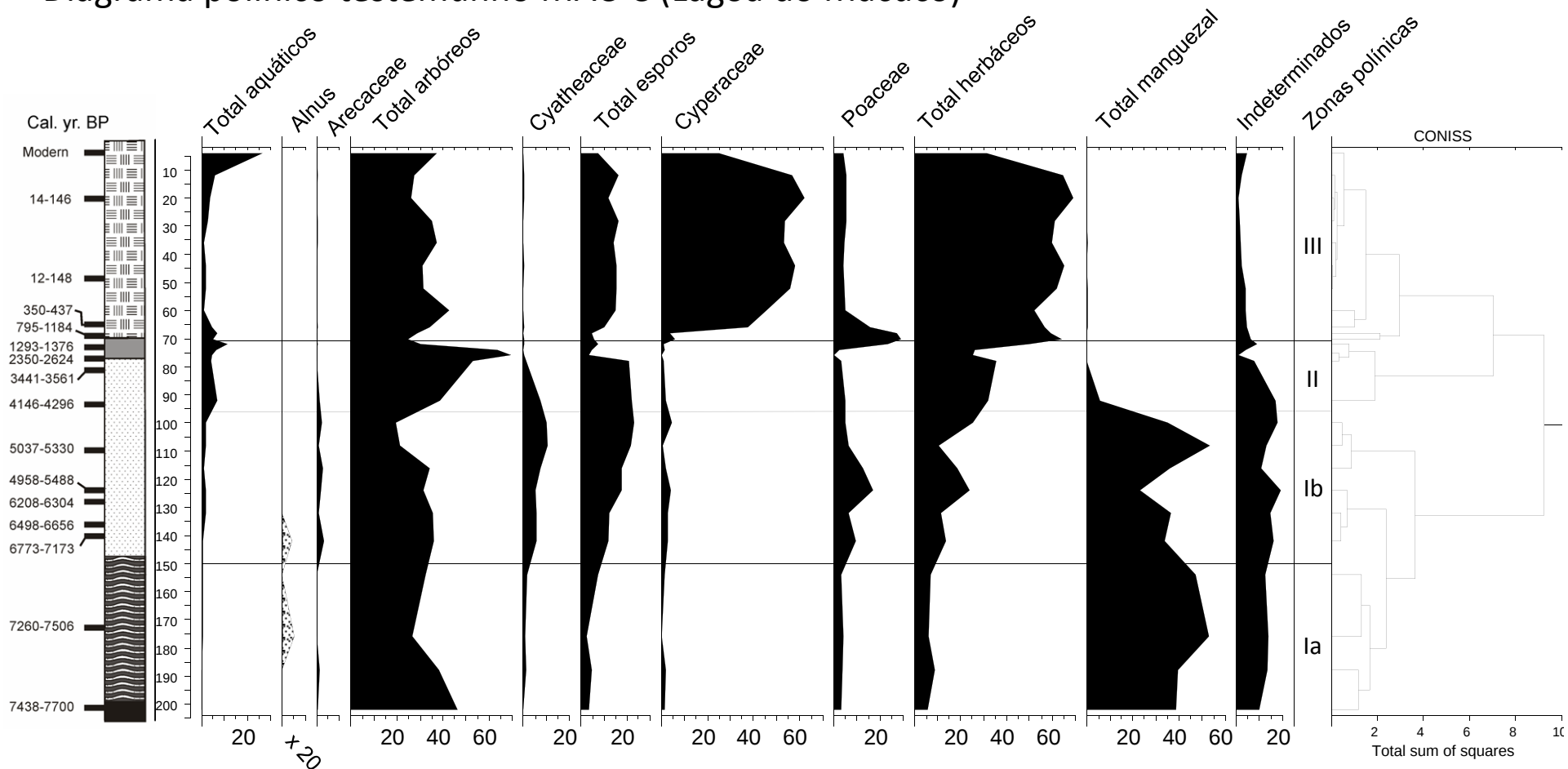
Pólen e esporos:

- 26 amostras de 1 cm³;
- Uso de HF e acetólise;
- Microscópio de luz, no aumento de 1.000 x;
- Contagem de todos os grãos de pólen e esporos até o mínimo de 300 grãos arbóreos;
- Identificação com base em coleção de referência com 3500 amostras.

Fitólitos:

- 23 amostras de 1 cm³;
- Extração com HCl, H₂O₂ e separação com politungstato na densidade de 2,35g.cm⁻³;
- Porcentagens com base na soma total de fitólitos;
- Calculados Índices de Cobertura Arbórea (D/P), Climático (Ic) e de Aridez (Iph).

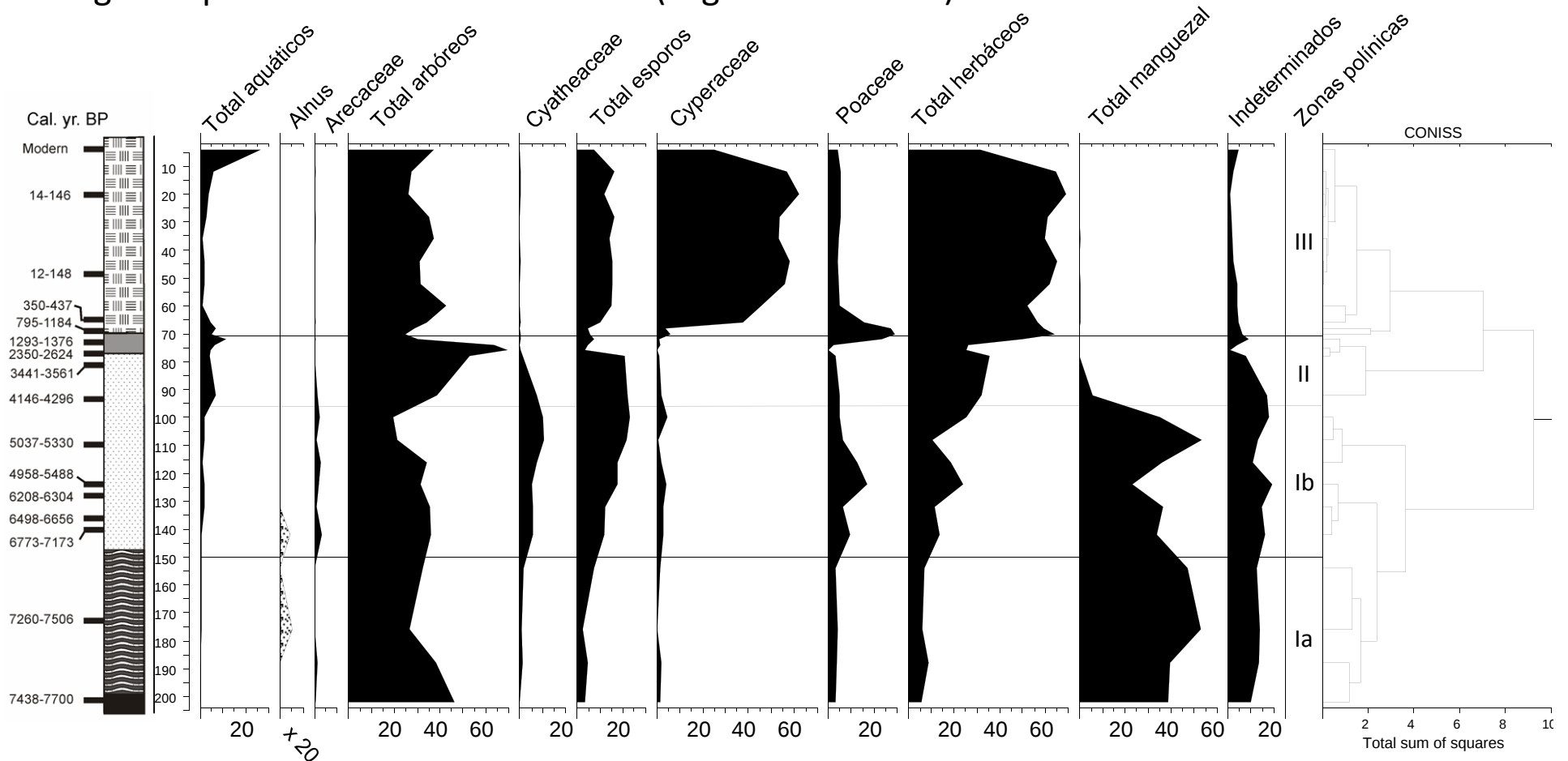
Diagrama polínico testemunho MAC-C (Lagoa do Macuco)



Características do sedimento

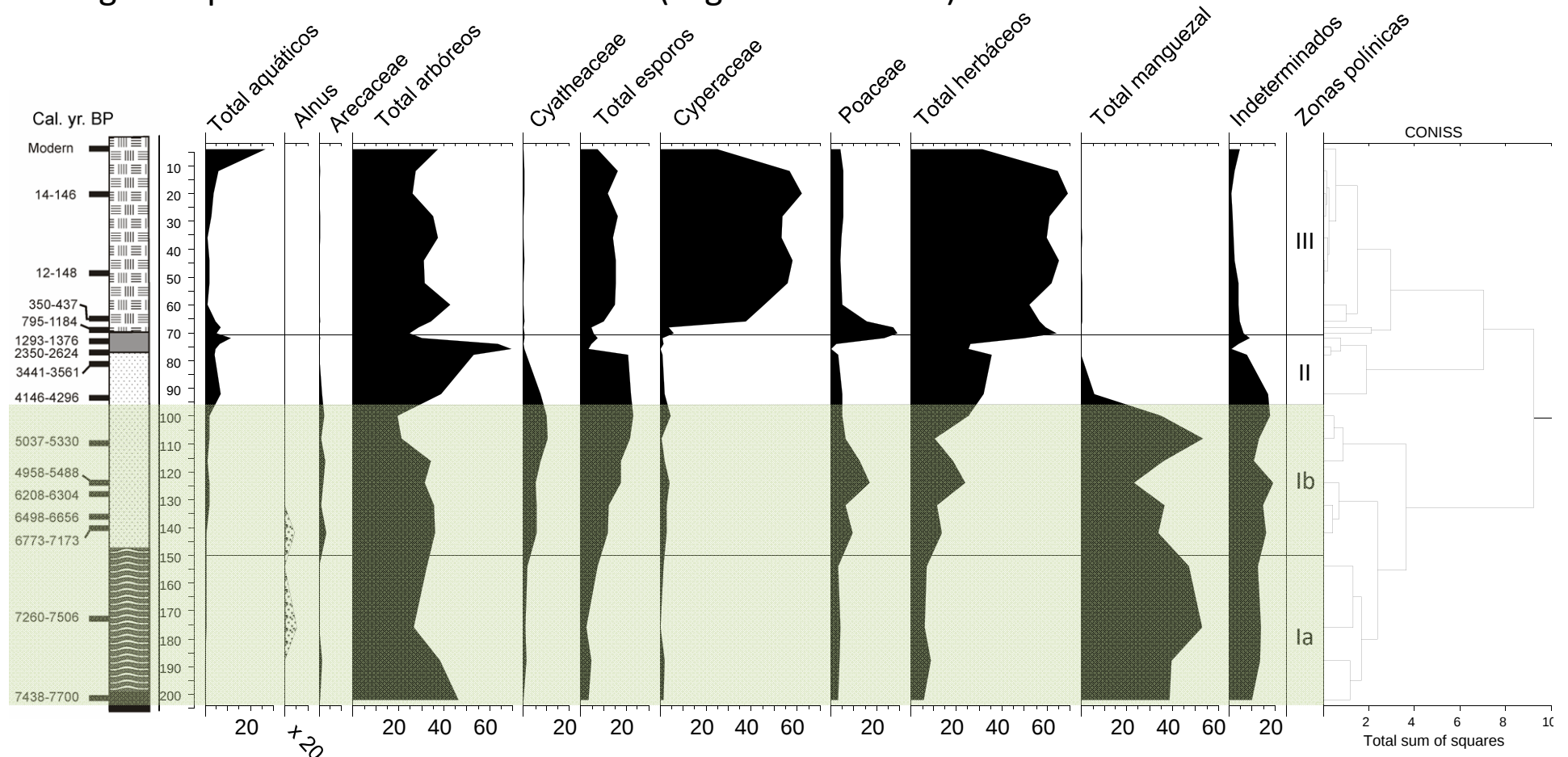
-  Orgânico
-  Lama maciça cinza escuro
-  Lama maciça cinza clara
-  Sedimento cinza esverdeado com estruturas tipo "wavy"
-  Lama verde escuro

Diagrama polínico testemunho MAC-C (Lagoa do Macuco)



- Presença constante da vegetação florestal durante todo o período analisado, sem sinais de retração florestal;
- Presença de manguezal na metade inferior do registro sedimentar é consequência da transgressão marinha holocênica, a qual propiciou a formação de um estuário no local de estudo.

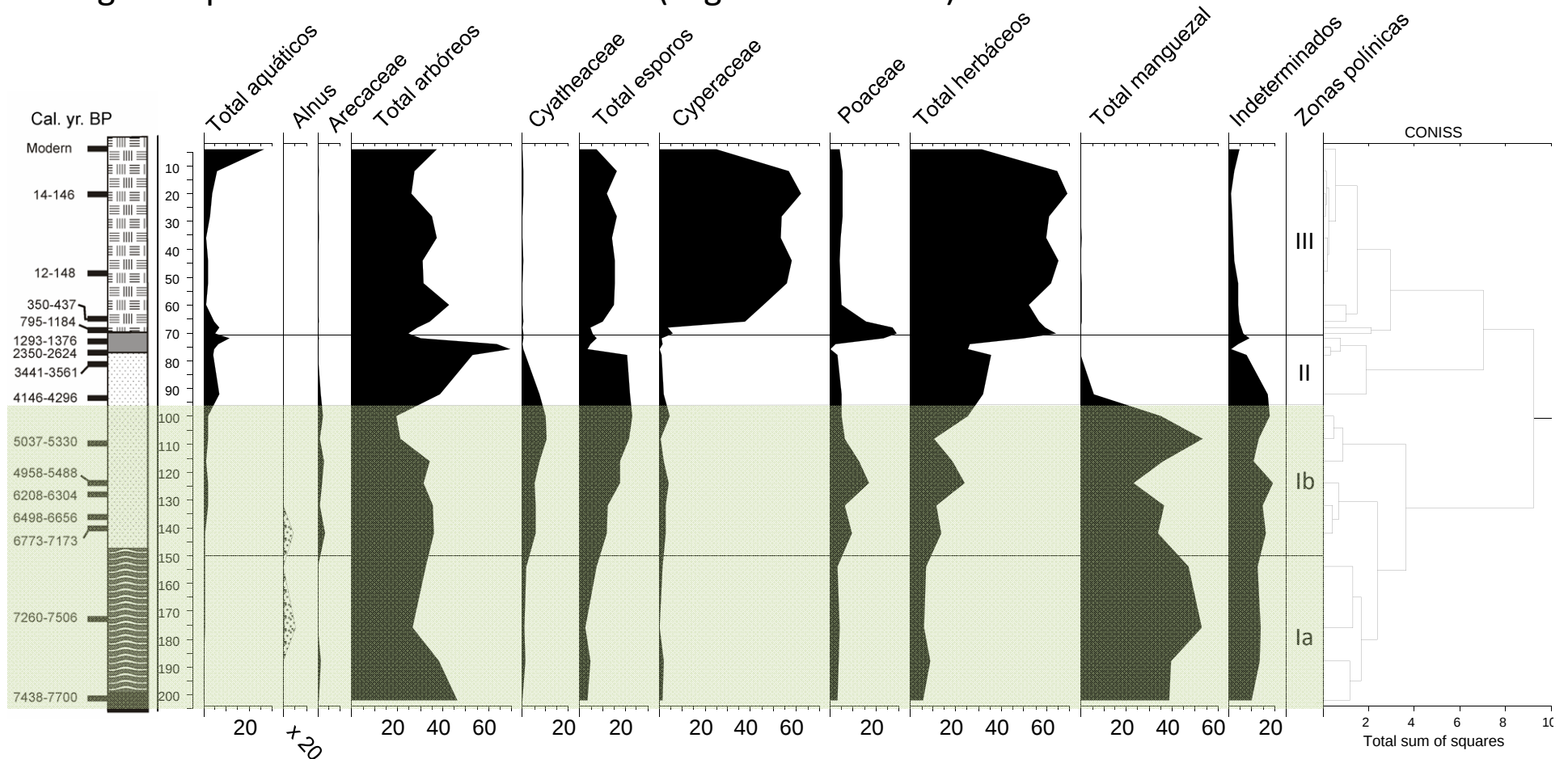
Diagrama polínico testemunho MAC-C (Lagoa do Macuco)



Zona polínica I (7700-4400 anos cal. AP):

- Presença de raros grãos de *Alnus*, resultado de transporte aéreo de longa distância;
- Grãos podem ser originados do sul do continente, transportados por massas de ar polar;
- Inferida maior frequência e intensidade das frentes frias de origem polar durante esse período;
- Outros estudos já sugeriram essa maior influência das frentes frias durante o Holoceno inferior (Ledru et al., 1998; Cruz et al., 2006a).

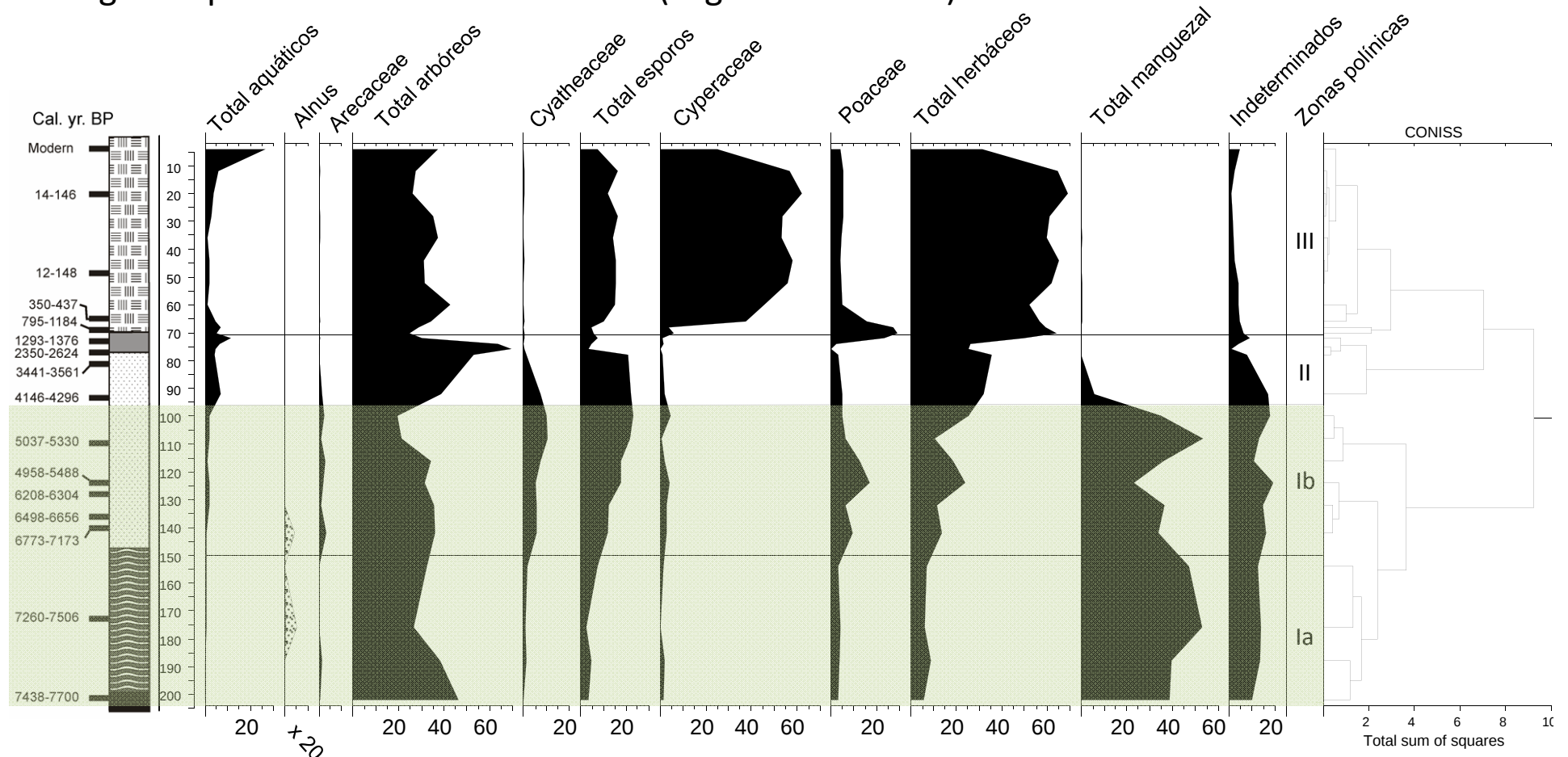
Diagrama polínico testemunho MAC-C (Lagoa do Macuco)



Zona polínica I (7700-4400 anos cal AP):

- Dividida em duas sub-zonas, de acordo com a frequência de Cyatheaceae e Arecaceae;
- Sub-zona Ib, com maior frequência desses táxons, sugere período mais úmido entre 7000 e 4400 anos cal. AP.
- Período mais úmido no Holoceno médio já foi sugerido por outros autores (ex.: Behling e Negrelle, 2001; Veríssimo et al., 2012).

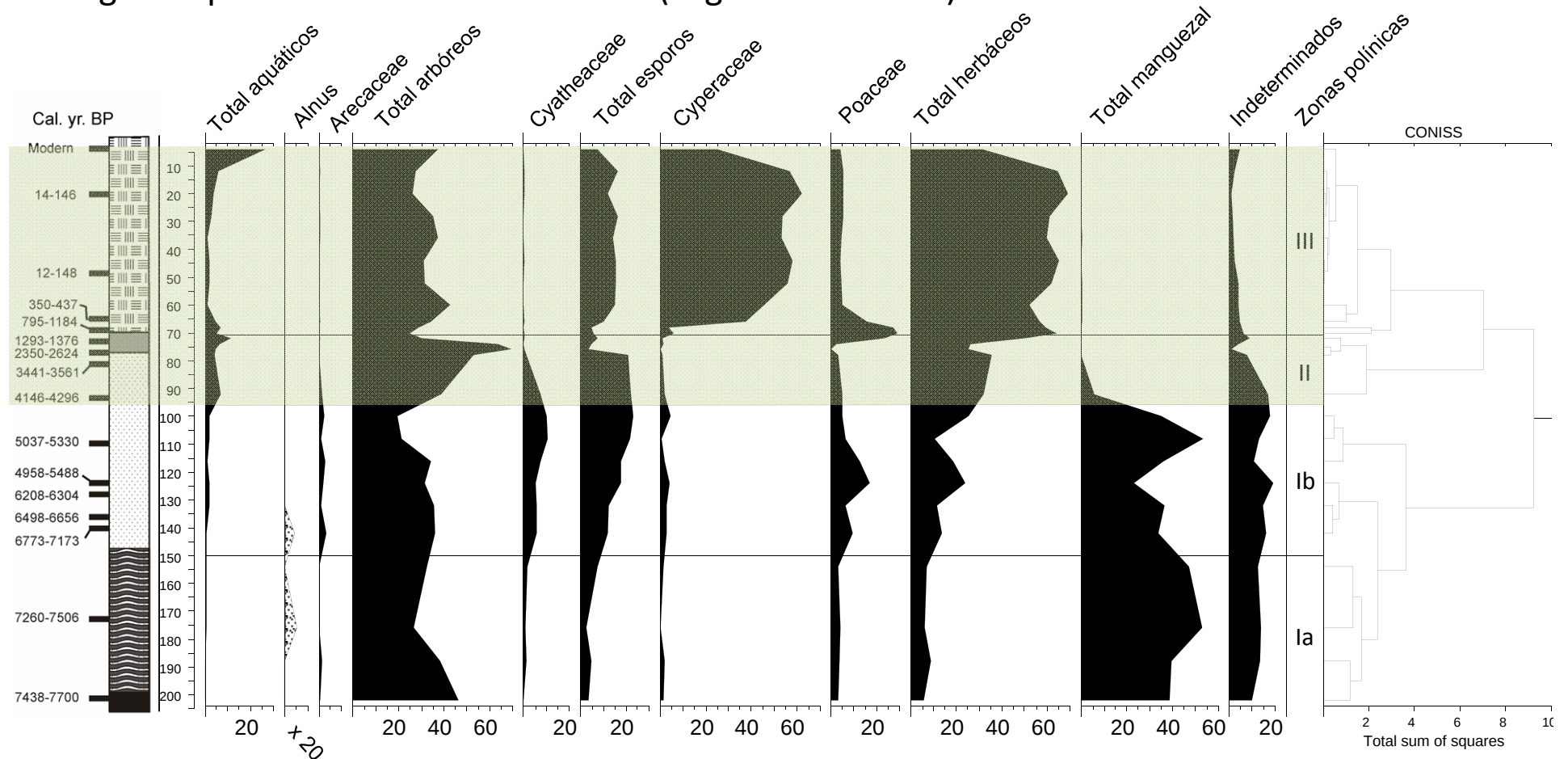
Diagrama polínico testemunho MAC-C (Lagoa do Macuco)



Zona polínica I (7700-4400 anos cal AP):

- Estudos com $\delta^{18}\text{O}$ em espeleotemas (Cruz et al., 2005 e 2006b) sugerem intensificação das monções a partir de 7000 anos AP, como resposta ao aumento da insolação de verão no hemisfério sul.
- Portanto, durante o intervalo entre 7000-4400 anos cal AP, a precipitação frontal originada das frentes frias, e as chuvas de verão propiciadas pelas monções, podem ter levado a taxas relativamente altas de precipitação durante o ano todo.

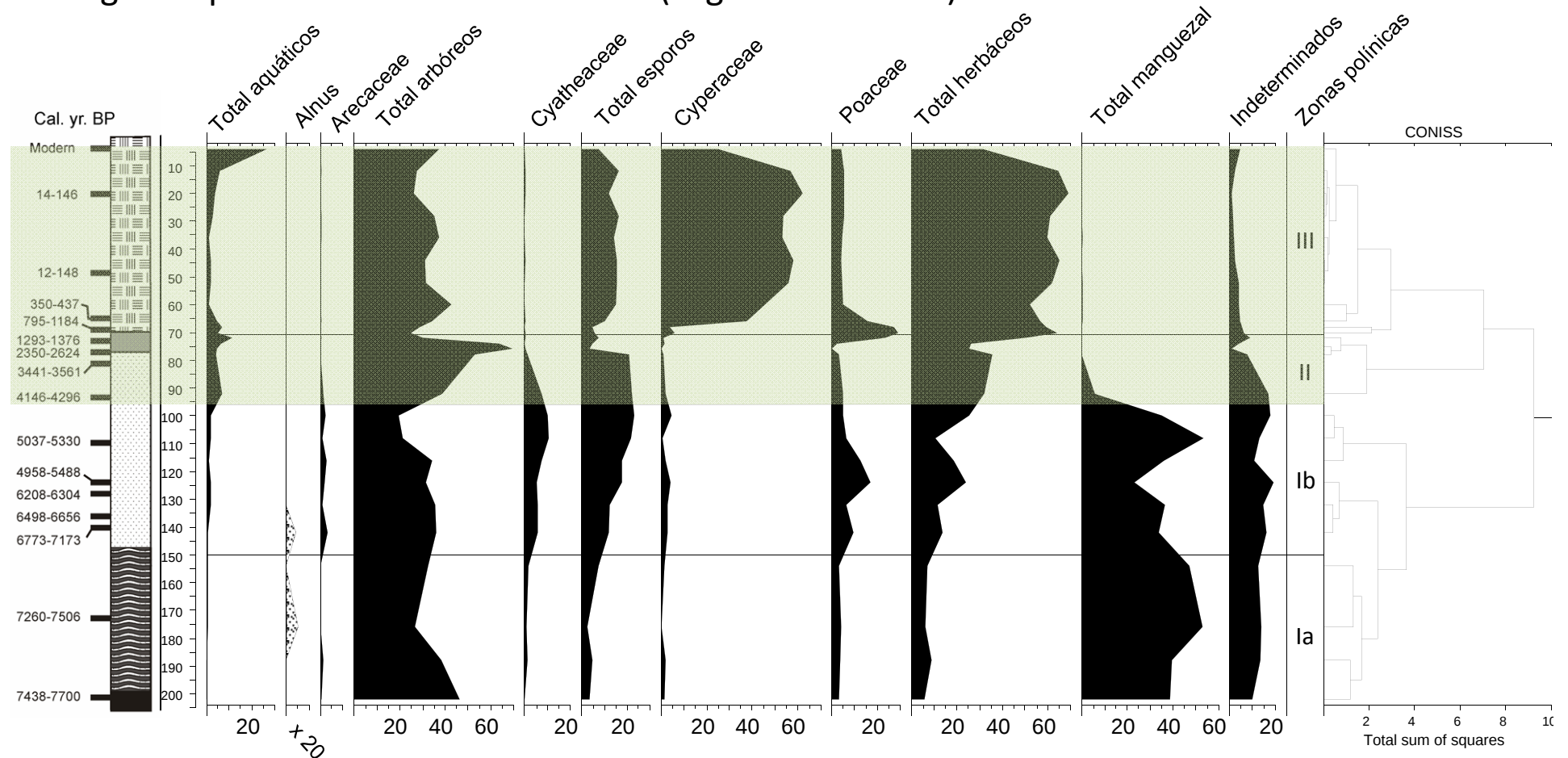
Diagrama polínico testemunho MAC-C (Lagoa do Macuco)



Zonas polínicas II e III (4400 anos cal. AP até hoje):

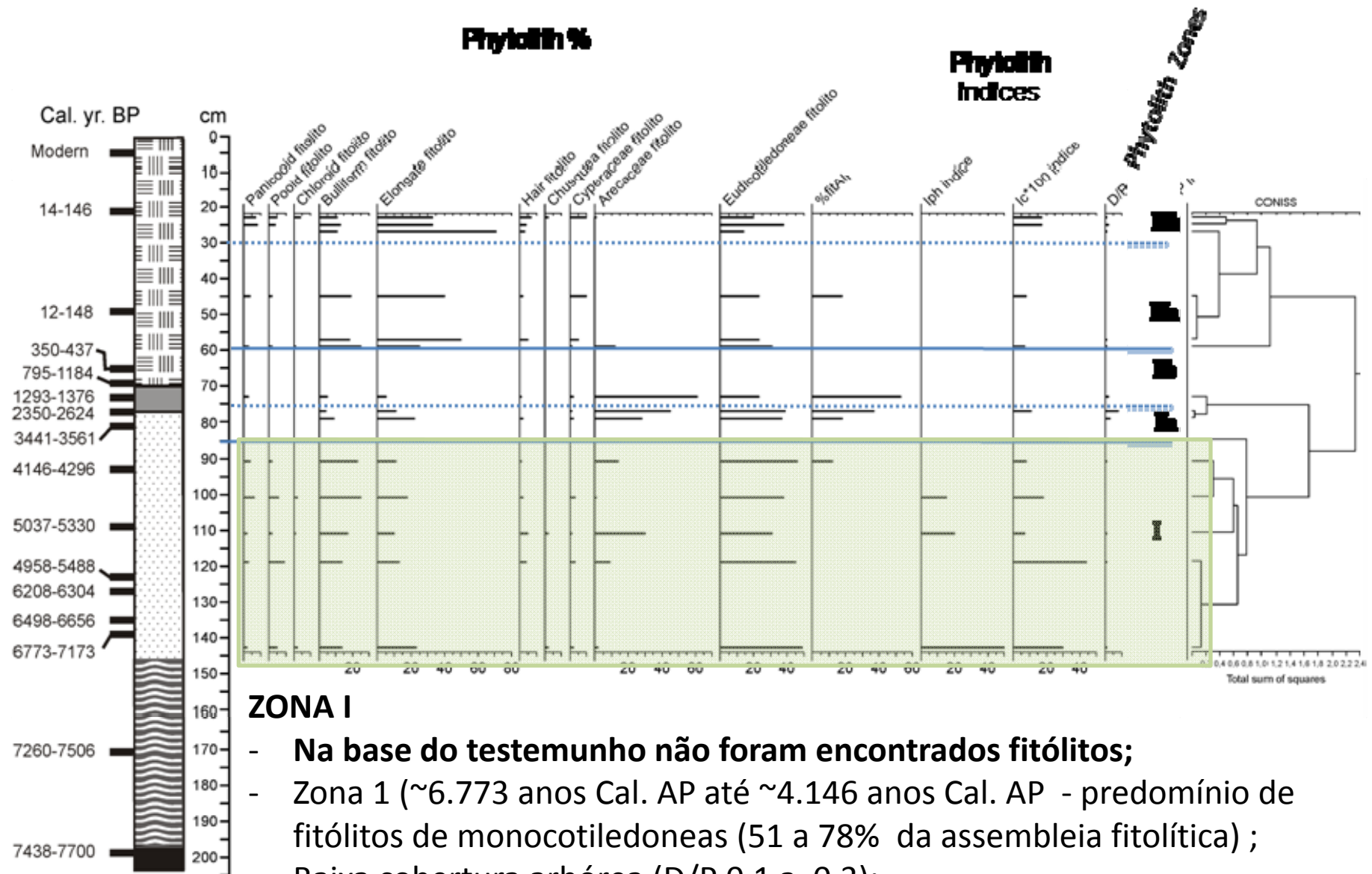
- Redução das porcentagens de Cyatheaceae e Arecaceae, sugerindo clima menos úmido que no intervalo anterior;
- Ausência de grãos de pólen de *Alnus*, sugerindo redução da frequência e da intensidade das frentes frias de origem polar.

Diagrama polínico testemunho MAC-C (Lagoa do Macuco)



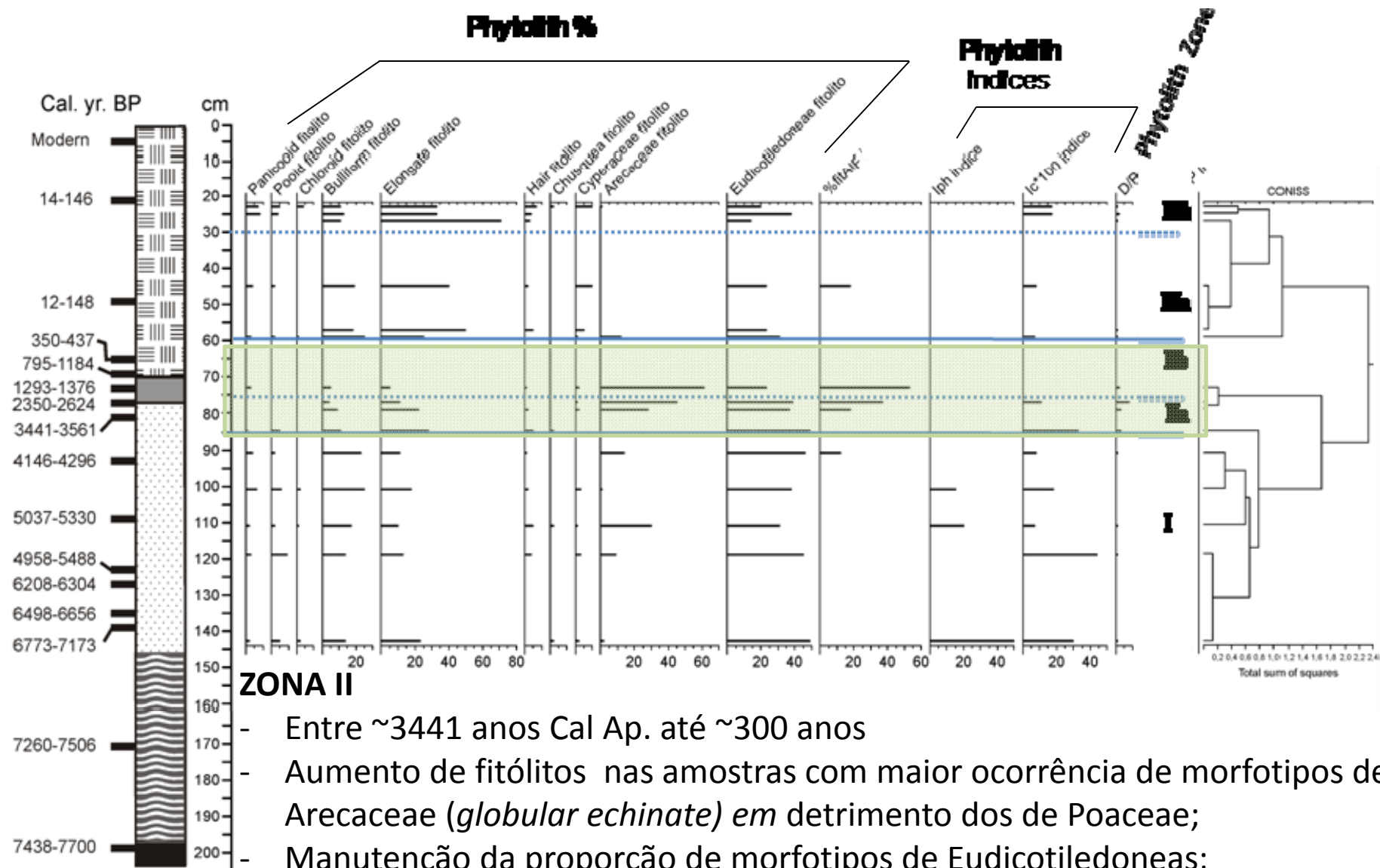
Zonas polínicas II e III (4400 anos cal. AP até hoje):

- A interpretação desses dados sugere o estabelecimento das atuais condições climáticas há cerca de 4000 anos cal AP;
- Clima caracterizado pela sazonalidade, com período seco no inverno;
- Outros autores já sugeriram o estabelecimento do clima atual há cerca de 4000 anos (ex.: Marchant e Hooghiemstra, 2004).

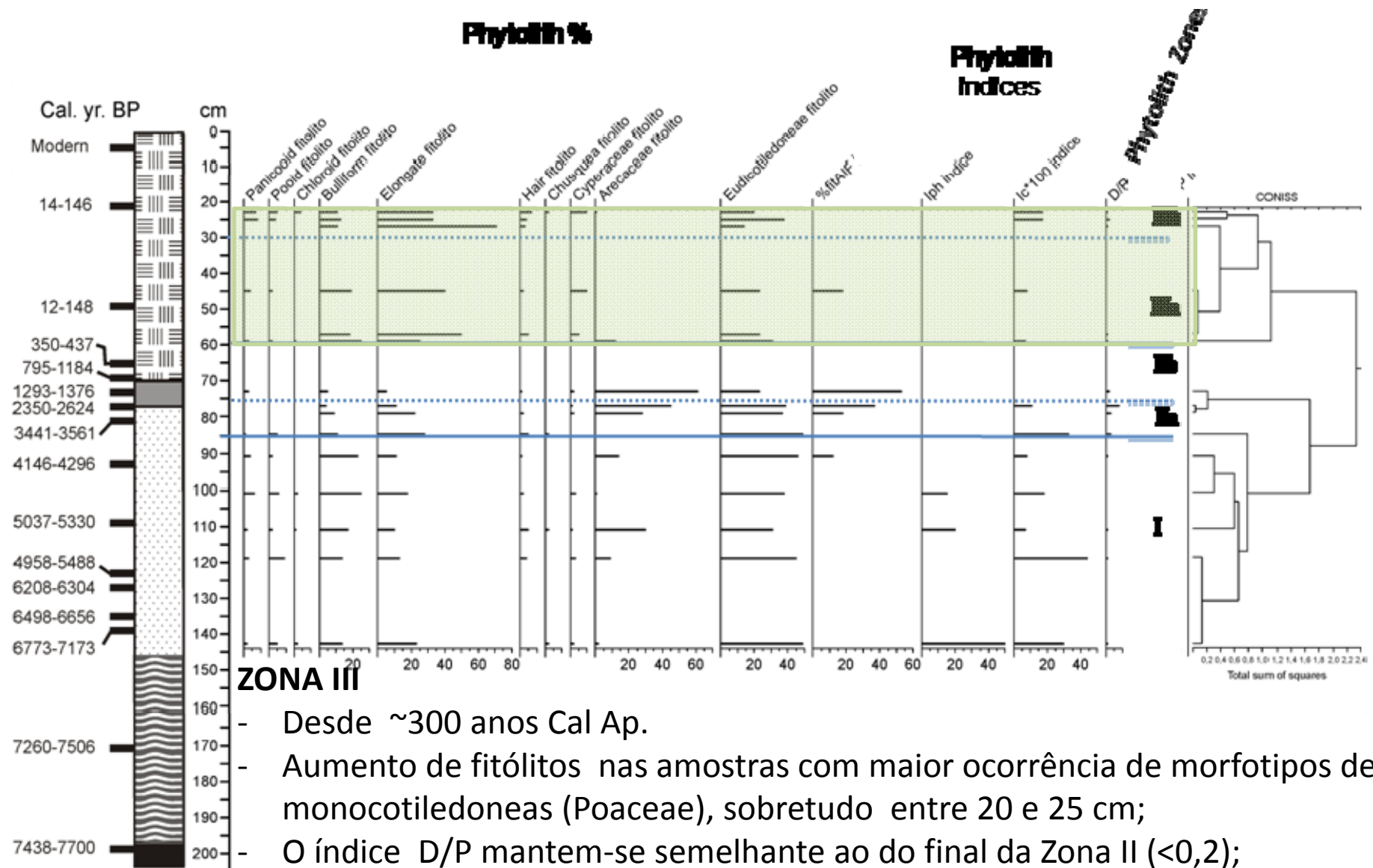


ZONA I

- Na base do testemunho não foram encontrados fitólitos;
- Zona 1 (~6.773 anos Cal. AP até ~4.146 anos Cal. AP - predomínio de fitólitos de monocotiledoneas (51 a 78% da assembleia fitolítica) ;
- Baixa cobertura arbórea (D/P 0,1 a 0,3);
- Período de temperatura mais fria/amena (lc 7~43%) do que as zonas subjacentes
- Zona mais seca que as demais (lph 50 – 15%) porém com umidade bem distribuída (produção regular de *Bulliformes*).

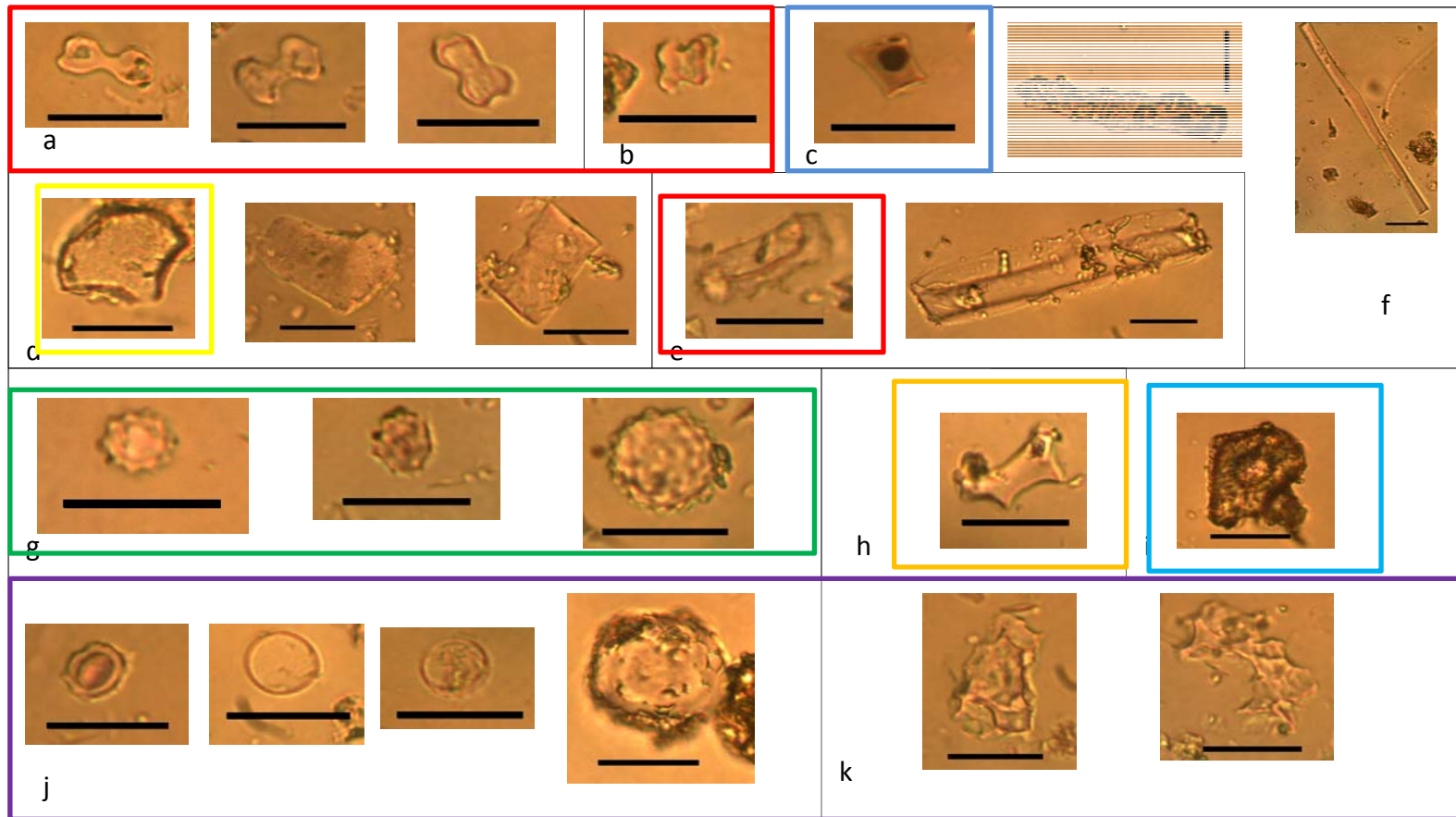


- Entre ~3441 anos Cal Ap. até ~300 anos
- Aumento de fitólitos nas amostras com maior ocorrência de morfotipos de Arecaceae (*globular echinate*) em detrimento dos de Poaceae;
- Manutenção da proporção de morfotipos de Eudicotyledoneas;
- Tendência de aumento na cobertura arbórea (D/P 0,8 – 0,1),
- Condições mais úmidas do que a Zona I até ~ 2350 anos Cal. AP (lph ~0); Pouca variação na temperatura (lc <11,1%)
- A baixa porcentagem de *Bulliformes* marca a ausências de períodos de stress hídrico,



- Desde ~300 anos Cal Ap.
- Aumento de fitólitos nas amostras com maior ocorrência de morfotipos de monocotiledoneas (Poaceae), sobretudo entre 20 e 25 cm;
- O índice D/P mantém-se semelhante ao do final da Zona II ($<0,2$);
- lph apresenta mesma tendência da Zona II, porém é possível que o ambiente tenha se tornado mais seco, ou pelo menos com períodos secos (com stress hídrico), haja vista o aumento de *Bulliformes* (produzidos por todas as gramíneas)
- Pouca variação na temperatura ($lc < 11,1\%$)

ASSEMBLEIA FITOLÍTICA - MACUCO



Microphotograph Phytoliths morphotypes: Poaceae: a) *bilobates*; b) *cross*; c) *rondel*; d) *bulliform*; e) *trapeziform*; f) *elongate*; Arecaceae: g) *globular echinate*; Chusquea: h) *chusquea* morphotype; Ciperaceae: i) *ciperous* morphotype; Eudicotyledoneae: j) *globular*; Marantae: k) *irregular faceted* (magnification 40X). Bar=10 μ m

Zona/Sub-zona polínica	Interpretação da palinologia	Análise preliminar de fitólitos
Zonas II e III 4400 cal AP até hoje	- Baixa porcentagem de Cyatheaceae e Arecaceae: clima menos úmido que o intervalo anterior; - Ausência de <i>Alnus</i>: menor influência de frentes frias polares. - Formação da lagoa, com abundância de Cyperaceae;	- Predomínio inicial de Eudicotiledoneae e Arecaceae. Posteriormente, Cyperaceae e Poaceae; - Ic (0% a 33%): menores variações de temperaturas no início do período e temperaturas mais quentes no final; - Iph (~0%): maior umidade que a sub-zona Ib; com fases de stress hídrico (chuvas mal distribuídas) - D/P (0-0,8): maior cobertura arbórea.
Sub-zona Ib 7000-4400 cal AP	- Maiores porcentagens de Cyatheaceae e Arecaceae: clima mais úmido; - Presença de <i>Alnus</i>: massas polares; - Presença de manguezal.	- Predomínio de monocotiledôneas (51-78%) e árvores (30-50%); - Ic (7% a 43%): temperaturas mais amenas que nas zonas II e III; - Iph (15% a 50%): menor umidade que nas zonas II e III; (chuvas bem distribuídas) - D/P (0,1-0,3): menor cobertura arbórea.
Sub-zona Ia 7700-7000 cal AP	- Baixa porcentagem de Cyatheaceae e Arecaceae: clima menos úmido que o intervalo seguinte; - Presença de <i>Alnus</i>: massas polares; - Presença de manguezal.	Fitólitos ausentes

Bibliografias citadas:

- Behling e Negrelle (2001): Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the late Quaternary. *Quaternary Research* 56:383-389.
- Cruz et al. (2005). Insolation-driven changes in atmospheric circulation over the past 116,000 years in subtropical Brazil. *Nature* 434:63-66.
- Cruz et al. (2006a). A stalagmite record of changes in atmospheric circulation and soil processes in the Brazilian subtropics during late Pleistocene. *Quaternary Science Reviews* 25:2749-2761.
- Cruz et al. (2006b). Reconstruction of regional atmospheric circulation features during the late Pleistocene in subtropical Brazil from oxygen isotope composition of speleothems. *Earth and Planetary Science Letters* 248:495-507.
- Ledru et al. (1998). Vegetation dynamics in Southern and Central Brazil during the last 10,000 yr. BP. *Review of Palaeobotany and Palynology* 99:131-142.
- Marchant e Hooghiemstra (2004): Rapid environmental change in African and South American tropics around 4000 years before present: a review. *Earth-Science Reviews* 66:217-260.
- Veríssimo et al. (2012). Holocene vegetation and fire history of the Serra do Caparaó, SE Brazil. *The Holocene* 22(11):1243-1250.

Artigos relacionados:

- Buso Junior et al. (2013). From an estuary to a freshwater lake: a paleo-estuary evolution in the context of Holocene sea-level fluctuations, southeastern Brazil. *Radiocarbon* 55:3-4 [in press].
- Buso Junior et al. (2013): Late Pleistocene and Holocene vegetation and climate dynamics, and Amazonian taxa at Atlantic Forest – Linhares, southeastern Brazil. *Radiocarbon* 55:3-4 [in press].