

ANÁLISE ESPACIAL DOS DEPÓSITOS
SEDIMENTARES COSTEIROS HOLOCÊNICOS
DAS FLORESTAS DE MANGUE: UMA
ABORDAGEM GEOCRONOLÓGICA-
PALINOLÓGICA INTEGRADA

ANA LUISA CAVICHIOLE FERREIRA D'ANGELO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Instituto de Biociências Câmpus do Litoral
Paulista



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

ANÁLISE ESPACIAL DOS DEPÓSITOS
SEDIMENTARES COSTEIROS HOLOCÊNICOS DE
MANGUE: UMA ABORDAGEM
GEOCRONOLÓGICA-PALINOLÓGICA INTEGRADA

ANA LUISA CAVICHIOLE FERREIRA D'ANGELO

MILENE FORNARI

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências, Campus do Litoral Paulista,
UNESP, para obtenção do título de
Mestra no Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade de Ambientes
Costeiros.

SÃO VICENTE - SP
2023

D999a	D'Angelo, Ana Luisa Cavichiole Ferreira Análise Espacial dos Depósitos Sedimentares Costeiros Holocênicos de Mangue: Uma Abordagem Geocronológica-Palinológica Integrada / Ana Luisa Cavichiole Ferreira D'Angelo. -- São Vicente, 2023 81 p. : il., tabs., mapas Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente Orientadora: Milene Fornari 1. Vegetação Costeira. 2. Herbácea. 3. Várzea. 4. Clima. 5. Nível do Mar. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Prof.^a Dr.^a. Milene Fornari, minha orientadora de vida e acadêmica. Agradeço pelo apoio e disponibilidade incondicional, pela compreensão por tantas dilacões, por todos os aconselhamentos assertivos e estímulos permanentes, esse último sem dúvida, mudou todo o rumo da minha vida para melhor. Sou imensamente grata por tudo.

Ao laboratório de Dinâmica Evolutiva e seus integrantes: Ana Fortes, Isabela Furlan, Matheus Henrique, Pryscilla Camargo, Bié Fortes e Nicole Freitas.

Ao Prof.^o. Marlon França, Fernando Erthal, Thiago Santos, Giselle Utida e Yoannis Dominguez pela ajuda e atenção.

A minha psicóloga Carolina Gonçalves Soares, você é uma das responsáveis pelo meu desenvolvimento profissional e emocional. Não tenho nem palavras para tamanha gratidão.

E a todos os meus amigos, em especial ao Guilherme e Carla, amigos de longa data, que mesmo distante sempre se fizeram presente por mensagens, ligações e visitas.

E, finalmente agradeço, à minha família:

Aos meus pais, Nelson e Maria por todo amor incondicional e apoio emocional e financeiro. Espero poder estar dando muito orgulho, tudo é por vocês.

Aos meus irmãos, Fernando e Rodrigo, e a minha cunhada Keila, pelas ajudas e conversas.

Ao meu marido, por todo o companheirismo, apoio e principalmente paciência e compreensão.

Aos meus sogros, por sempre fazer eu me sentir da família e tornar a sua casa o meu refúgio.

Ao meu tio Hudson, que mesmo distante hoje, fez parte de toda a minha trajetória, onde guardo lindas memórias.

Muito obrigada a todos

RESUMO

A dinâmica das florestas de mangue da costa brasileira durante o Holoceno foi controlada pela interação de fatores complexos, com destaque para variações do nível relativo do mar (NRM) e mudanças climáticas. Estudos de evolução das florestas de mangue são realizados de forma isolada. Isto é, para algumas regiões geográficas específicas e/ou com base em intervalos de tempo do Holoceno, o que não permite discutir as mudanças das florestas de mangue para a costa brasileira como um todo. Portanto, o objetivo deste estudo é caracterizar os processos de instalação e da dinâmica das florestas de mangue a partir da integração de dados de frequência relativa de polens e idades ^{14}C e inferir os processos controladores da expansão e retração dos manguezais para a costa brasileira. Assim, a partir de uma revisão bibliográfica de artigos publicados entre 1996 e 2022, foram coletados dados de frequência relativa de pólen e datações ^{14}C para os depósitos holocênicos com registro de polens de mangue. A integração dos resultados permitiu diferenciar três fases durante o Holoceno para as florestas de mangue: 1) instalação e expansão entre 10.0 ka cal AP e 5.0 ka cal AP; 2) retração entre 5.0 ka cal AP e 2.0 ka cal AP e 3) nova expansão, entre 2.0 ka cal AP até o presente. A fase de instalação e expansão, registra o início das florestas de mangue com o gênero de *Rhizophora*. Esta fase relaciona-se com a subida de NRM, condições climáticas mais secas e anomalias de temperaturas da superfície da água com tendência de aumento da Corrente Norte do Brasil ($\sim 1^\circ\text{C}$) e da Corrente do Brasil (0.5°C). A fase de retração caracteriza-se pela diminuição das florestas de mangue e incide com a queda do NRM e da precipitação, com valores de $\delta^{18}\text{O}$ menos negativos bem como tendência de diminuição da temperatura da superfície do mar na Corrente do Brasil, atingindo até $\sim -0.1^\circ\text{C}$ e aumento da temperatura da superfície do mar da Corrente Norte do Brasil, até $\sim 1.3^\circ\text{C}$. O período de 2.0 ka cal AP até o presente caracterizada como fase de nova expansão das florestas de mangue, com o aparecimento do gênero *Laguncularia* na região Sudeste, bem como os primeiros registros de polens de mangue na região Sul durante o Holoceno, representados pelo gênero de *Laguncularia* e posteriormente *Avicennia*. O novo período de expansão das florestas de mangue pode ser relacionado ao aumento do nível do mar global em toda a costa brasileira. Na região norte e nordeste outro fator que pode ter influenciado na nova expansão é o aumento da temperatura superficial da água da Corrente Norte do Brasil em até $\sim 1.5^\circ\text{C}$. Já para a região sudeste e sul os dados da temperatura superficial da água diminuem em até $\sim -0.4^\circ\text{C}$. Enquanto os valores de $\delta^{18}\text{O}$ mantém-se constantes na região sudeste sugerindo que a precipitação não se alterou e na região sul os valores de $\delta^{18}\text{O}$ mais negativos sugerem aumento da precipitação.

Palavras-chave: Pólen, Datação ^{14}C , Vegetação Costeira, Nível Relativo do Mar, Clima.

ABSTRACT

A dynamics of Brazilian coastal mangrove forests during the Holocene was controlled by the interaction of complex factors, with emphasis on variations in relative sea level (RSL) and climate changes. Studies on mangrove forest evolution are often conducted in isolation, focusing on specific regions and/or Holocene phases, preventing a comprehensive discussion of mangrove changes along the entire Brazilian coast. Therefore, the objective of this study is to characterize the establishment and dynamics of mangrove forests by integrating data on relative pollen frequency and published geochronological information for the Brazilian coast, inferring the controlling processes of spatial and temporal expansion and contraction of mangroves. Through a literature review of articles published between 1996 and 2022, relative pollen frequency and ^{14}C dating data were collected for Holocene deposits containing mangrove pollen records. The analysis of compiled data allowed the inference of three phases during the Holocene for mangrove forests: 1) establishment and expansion between 10.0 and 5.0 cal ka BP; 2) retraction between 5.0 and 2.0 cal ka BP; and 3) new expansion from 2.0 cal ka BP to the present. The establishment and expansion phase mark the onset of mangrove forests with the genus *Rhizophora*. This phase is associated with rising RSL, drier climatic conditions, and anomalies in sea surface temperatures. This represent of the North Brazil Current (NBC) of the 0.1°C and the Brazil Current, with a in sea surface temperature in the North Brazil Current ($\sim 1.3^{\circ}\text{C}$). The period from 2.0 cal ka BP to the present represents the last phase, characterized as a new expansion of mangrove forests, witnessing an increase in mangrove forests, including the appearance of the *Laguncularia* genus in the Southeast region, and the first records of mangrove pollen in the South region during the Holocene, represented by *Laguncularia* and later *Avicennia*. This new expansion period may be related to the global rise in sea level along the Brazilian coast. In the North and Northeast regions, another factor influencing the new expansion may be the increase in sea surface temperature of the NBC by up to $\sim 1.5^{\circ}\text{C}$. Meanwhile, in the Southeast and South regions, sea surface temperature data decrease by up to $\sim -0.4^{\circ}\text{C}$. Constant $\delta\text{O}18$ values in the Southeast suggest unchanged precipitation, while more negative $\delta^{18}\text{O}$ values in the South suggest increased precipitation.

Keywords: Pollen, Age14 C, Coastal Vegetation, Sea Level, Climate

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. Florestas de mangue da costa brasileira	10
2.2 Nível relativo do mar no Holoceno.....	14
3. META E OBJETIVOS	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Banco de dados.....	15
4.2 Processamento de dados	17
5. RESULTADOS	18
5.1 Dataset: pólen da vegetação costeira e cronologia	18
5.2 Ocorrência e distribuição espacial dos grupos ecológicos costeiros	19
5.3 Cronologia dos grupos ecológicos costeiros.....	20
5.4 Correlação entre grupos ecológicos e datações ¹⁴ C.....	22
5.5 Correlação entre gêneros de mangue e datações ¹⁴ C	26
6. DISCUSSÃO	27
6.1. Dinâmica das florestas de mangue e NRM.....	27
6.2. Dinâmica das florestas de mangue e clima	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	42
ANEXO 01.....	49
ANEXO 02.....	75

1. INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas costeiros sob influência das marés e ocorrem em regiões tropicais e subtropicais (Schaeffer Novelli *et al*, 2016). As plantas de mangue englobam um grupo ecológico e heterogêneo definido por características ecológicas e fisiológicas adaptadas as zonas entremarés (Mori *et al*, 2015). Segundo West (1956) o manguezal se desenvolve em locais com características ambientais e climáticas específicas (temperatura >20°C) ocupando substratos intermareais (lamoso) associados aos sistemas costeiros de baixa energia (e.g. estuários, lagunas e planície de maré). O desenvolvimento e expansão do manguezal estão condicionados às variações na amplitude de maré e, logo, influência de água salgada, pois as plantas de mangue são halófitas facultativas e dependem desse requisito para competir com as glicófitas que não toleram salinidade (Walsh, 1974). Por isso, mudanças no nível do mar em diferentes escalas temporais possuem papel essencial na formação das florestas de mangue. Estudos de reconstituição paleoambiental baseada na análise de dados de polens e geocronologia de depósitos sedimentares costeiros, mostram que as mudanças no nível do mar no Holoceno possuem papel fundamental na colonização das plantas de mangue em depósitos sedimentares de planícies intermareais ao longo do litoral brasileiro, com destaque para a região norte (e. g. Cohen *et al*, 2012; Guimarães *et al*, 2011; Behling *et al*, 2004), nordeste (e. g. Moraes *et al*, 2017; Figueiredo *et al*, 2021) e sudeste da costa brasileira (França *et al*, 2013; 2015; Cohen *et al*, 2014).

As espécies de mangue estão divididas em dois hemisférios globais, o Pacífico Indo-Oeste (IWP) e o Pacífico Oriental (AEP) (Duke, Ball, Ellison, 1998). O hemisfério IWP, contém 48 espécies distribuídas em 23 gêneros, um total de cinco vezes o número de espécies do hemisfério AEP, o qual é formado por 8 espécies de quatro gêneros (Duke, Ball, Ellison, 1998; Ricklefs *et al*, 2012). A diversidade de espécies nas regiões biogeográficas não é homogênea, e em geral, existe um aumento no número de espécies em direção ao equador (Ellison; Farnsworth; Merkt, 1999; Ricklefs *et al*, 2012). Esta diversidade é influenciada por fatores bióticos e abióticos (Duke, Ball, Ellison, 1998). Os fatores abióticos estão relacionados como a oceanografia, clima, topografia e condições do solo (Duke, Ball, Ellison, 1998). Já os fatores bióticos, como a dispersão efetiva limitada, estabelecimento de propágulos flutuantes de vida longa e tolerantes ao sal e o desenvolvimento embrionário contínuo sem dormência, os quais desempenham papéis importantes na manutenção das florestas de mangue (Mori *et al*, 2015).

A comunidade de mangue teria surgido na região do Mar de Tétis no Paleoceno/Eoceno, entre a Laurásia e Gondwana (Vans Steenis 1962; Mc Coy 1976;

Tomlinson 1986; Saenger, 1998; Duke *et al*, 1998; Ellison *et al*, 1999; Ellison *et al*, 2001). Dados genéticos e fósseis mostram que a alta diversidade de manguezais na região IWP é produto da ocorrência contínua de extensas áreas de plataforma continental, com ilhas espalhadas entre mares tropicais rasos, isolando populações de linhagens de manguezais incipientes em áreas dominadas por ambientes de mangue (Ricklefs *et al*, 2012). Isto teria favorecido a adaptação local não inibida pelo fluxo gênico de populações principalmente terrestres. Outro fator, são oscilações climáticas durante os ciclos glaciais-interglaciais do Quaternário tardio, as quais causaram extinções populacionais e mudanças de distribuição, pois espécies foram restritas em regiões onde o clima e o ambiente eram adequados para a sobrevivência (Hewitt, 2004a). Após o máximo glacial houve expansão populacional devido ao aquecimento progressivo do planeta (Nettel & Dodd, 2007; Pil *et al*, 2011). A expansão e contração dos manguezais podem estar associadas as mudanças de temperatura, uma vez que essa limita o desenvolvimento e estabelecimento de árvores de mangue (Duke *et al*, 1998; Krauss *et al*, 2008; Quisthoudt *et al*, 2012).

Estudos a partir de dados genéticos mostraram que na região do Atlântico-Pacífico-Caribe Leste (ACEP) as populações de *Rhizophora mangle* L. expandiram em direção ao Sul ao longo da costa brasileira desde o Último Máximo Glacial (LGM) (Pil *et al*, 2011). Por outro lado, a *Rhizophora mangle* tem baixa variabilidade genética ao longo da maior parte da costa brasileira (Pil *et al*, 2011). A baixa variabilidade observada para *Rhizophora mangle* na costa brasileira é especialmente evidente entre as populações do litoral norte (Pará e Maranhão) e as populações localizadas ao sul do Rio Grande do Norte (Pil *et al*, 2011). Evidências também mostram que as populações de *Avicennias germinans* L. da parte Norte da ACEP, expandiram desde o Último Máximo Glacial (Last glacial maximum- LGM) (Nettel *et al*, 2007). Para a costa brasileira, estudos com as duas espécies de *Avicennia* (*A. germinans* e *A. schaueriana*) indicam que as mesmas responderam de maneira diferente aos eventos dos últimos 20.0 ka cal AP. Por exemplo, a *Avicennia germinans* possui distribuição mais ampla com relação a *Avicennia schaueriana*, porém, apenas a *Avicennia schaueriana* é encontrada no Sul (Mori *et al*, 2015). Assim, a diferença da variabilidade genética dos gêneros de *Rhizophora* e *Avicennia* mostram evidências de dispersão de longa distância (DLD) (Takayama *et al*, 2013). O papel da DLD foi reavaliado em relação a hipótese biogeográfica de vicariância, analisando a diversidade de *Avicennia germinans*. Os dados foram consistentes com a hipótese de que a DLD é responsável pela ampla distribuição dessa espécie (Nettel & Dodd, 2007), e reforçam a importância da dispersão como um mecanismo biogeográfico no processo de extinção populacional e posterior recolonização (Nettel *et al*, 2007). Outro fator são as correntes marinhas superficiais, as quais podem controlar a distribuição da diversidade genética das espécies de mangue, principalmente no litoral brasileiro (Mori *et al*, 2015). No Estado do Rio

Grande do Norte, ocorre a bifurcação da corrente marinha Sul Equatorial em corrente Norte do Brasil (NBC) que se desloca em direção às Guianas, e corrente do Brasil (BC) que vai em direção ao sul do Brasil. O padrão dessas correntes pode explicar a diferenciação entre amostras provenientes das costas ao norte e ao sul do país (Pil *et al*, 2011; Takayama *et al*, 2013). As correntes associadas a corrente Norte do Brasil apresentam velocidades elevadas, sendo mais rápidas do que aquelas que deslocam rumo ao sul (Pil *et al*, 2011).

Frente a estas estratégias de abordagem a proposta desta Dissertação de Mestrado é discutir a dinâmica espacial das florestas de mangue da costa brasileira durante o Holoceno, em relação as mudanças do NRM e clima (interações atmosfera-oceano). Uma vez que os estudos de reconstrução das florestas de mangue ocorrem de maneira isolada, isto é para áreas geográficas específica da costa brasileira e/ou intervalos do Holoceno. Assim, espera-se contribuir para integração de informações sobre os potenciais fatores controladores das florestas de mangue e ampliar as discussões sobre a dinâmica das mudanças de vegetação da costa brasileira.

2. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

2.1. Florestas de mangue da costa brasileira

Os manguezais são ecossistemas costeiros que ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Ball 1980; Blasco *et al*, 1996; Schaeffer Novelli *et al*, 2016). São definidos como um grupo ecológico ou um complexo conjunto de árvores e espécies arbustivas resistentes a salinidade. O termo “mangue”, geralmente, é usado tanto para o gênero quanto para a espécie. Porém, as formações que dominam a linha de costa e que estão associadas ao substrato lamoso são conhecidas como manguezal (Chapman, 1976). O desenvolvimento dos manguezais exige fatores abióticos específicos como temperaturas médias anuais acima de 20°C e mínimas superiores a 15°C, além de pluviosidade acima de 1500 mm/ano e inundação periódica pela maré (Correia & Sovierzoski, 2005).

No Brasil o manguezal estende-se desde o litoral norte no Estado do Amapá (04°30'N), até Laguna, região Sul, no Estado de Santa Catarina (28°30'S) (Schaeffer-Novelli, 1995; Spalding *et al*, 2010; Giri *et al*, 2010; Simões & Oliveira, 2018). Os manguezais colonizam ambientes dominados por maré, como estuários, lagunas e planície costeiras (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990), onde predomina a deposição de sedimentos finos (argila e silte) e matéria orgânica (Silva; Fornasari, 1992; Rossi; Mattos, 2002). Três gêneros de árvores de mangue ocorrem no Brasil, abrangendo seis espécies, *Rhizophora mangle*, *R. racemosa*, *R. harrisonii*, *Avicennia schaueriana*, *A. germinans* e *Laguncularia racemosa* (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990). Os três principais gêneros possuem o seguinte padrão de distribuição: *Rhizophora* predomina em áreas com maior influência das marés, locais topograficamente mais baixos (nível do mar)

e sob maior frequência e duração das inundações; as árvores de *Avicennia* e *Laguncularia* colonizam áreas mais elevadas, com menor frequência e duração das inundações pelas marés, sendo que *Laguncularia* tende a ser mais frequente em áreas de sedimentação mais recente (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990).

Os manguezais brasileiros foram divididos em sete unidades fisiográficas e climaticamente similares (Cintrón-Molero *et al*, 2016; Shaeffer-Novelli *et al*, 2016). O primeiro segmento, no extremo norte da costa brasileira, entre o Cabo Oiapoque (limite entre o Estado do Amapá e Guiana Francesa, 4°30'N) e o Cabo Norte (Estado do Amapá, 1°40'N), insere-se na região de macro marés da costa brasileira, cujas amplitudes podem variar entre 4 e 6 m (Pugh, 1987). O clima da região é tropical chuvoso com temperaturas máximas de 34°C e mínimas de 21°C (Alves *et al*, 2016). Apenas a estação de verão e inverno são definidas, sendo as de inverno caracterizadas por chuvas intensas (~3.000 mm) sem ocorrência de temperaturas <17°C (Moraes & Moraes, 2000; Ab'Saber, 2001). As florestas de mangue na região do extremo norte do Brasil, são homogêneas e dominadas pelo gênero de *Avicennia*. Enquanto que o gênero *Rhizophora* ocupa margens de estuários sob influência marinha direta, porém a *Laguncularia* ocupam as partes internas das florestas, na porção mais abrigada e estendem-se por centenas de metros no sentido continente adentro (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990).

No segundo segmento, entre o Cabo Norte, Estado do Amapá (01°04'N) e a Ponta Curuçá, no Pará (00°36'S), as amplitudes de maré são menores, variando entre 3,6 e 4,7 m, o que caracteriza um regime de meso e macro marés (DHN, 2003). Nesse segmento predomina o clima quente e úmido e temperaturas médias entre 25°C e 29°C (Lima *et al*, 2005). Devido a influência da descarga fluvial do rio Amazonas a salinidade é diluída, por isso, o desenvolvimento dos manguezais é escasso nessa região (Cohen *et al*, 2012; França *et al*, 2013; Guimarães *et al*, 2013). As florestas estão associadas aos bancos de lama de água doce dominando a foz do rio Amazonas. O gênero de mangue dominante nesse segmento é a *Avicennia*, porém onde a influência marinha é mais intensa, com inundações periódicas da maré, predomina o gênero *Rhizophora*. Também ocorrem várzeas de ambientes inundáveis da Amazônia. Entre as florestas de várzeas destacam-se espécies como: *Astrocaryum murumuru* Mart., *Euterpe oleracea*, *Virola surinamensis* (Roll.) Warb, *Carapa guianensis* Aublet (França, 2003). Ainda é característico do segundo segmento os campos naturais, sendo representados por espécies arbóreas e herbáceas, podendo ser do tipo limpo ou com aglomerados de palmeiras (Amaral *et al* 2007). Portanto, ao longo da linha de costa do segmento dois é comum uma mistura de plantas típicas de água doce e salgada, podendo predominar a primeira.

O terceiro segmento entre a Ponta de Curuçá, Estado do Pará (00°36'S) e a Ponta Mangues Secos no Estado do Maranhão (02°15'S), possui menor influência das descargas fluviais (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990) e é dominado por macro marés semidiurnas, com altura média de 4,8 m e alturas máximas superiores a 5,5 m (DHN, 2015). O clima é caracterizado por tropical úmido, com período chuvoso (janeiro a julho) e seco (agosto a dezembro), com precipitação pluviométrica média anual variando de 2.500 a 3.000 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 25,7°C, variando ao longo do ano de 20,4°C a 32,8°C (Martoarano *et al*, 1993). Sobre a planície costeira ocorrem os grupos ecológicos de manguezais, campos herbáceos e campos arbustivos (Souza Filho *et al*, 2016). Nas florestas de mangue são comuns os gêneros *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*. As *Spartinas* colonizam ambientes deposicionais de baixa energia e o gênero *Conocarpus* é encontrado em zonas de transição para as terras altas (Schaeffer-Novelli, 1999).

O quarto segmento, está localizado entre a Ponta Mangue Seco, Estado do Maranhão (02°15'S) ao Cabo Calcanhar, Estado do Rio Grande do Norte (05°08'S). Esta região caracteriza-se pelo clima predominantemente semiárido, com média anual de precipitação de 800 mm. Possui raras descargas fluviais, sendo a média anual de 1.000 m³/s. Os manguezais são pouco desenvolvidos ao longo deste trecho da costa devido à falta de sistemas estuarinos e as estações secas prolongadas. Assim os manguezais acabam limitando-se a foz dos rios.

O quinto segmento, localiza-se entre o Cabo Calcanhar, Estado do Rio Grande do Norte (05°08'S) e o Recôncavo Baiano, Estado da Bahia (13°00'S). Esta região costeira está exposta a alta energia das ondas e a amplitude média das marés diminui de 1,7 para 1,3 em direção ao sul desse segmento (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990). O clima é seco e sazonal (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990). Na região norte da Bahia, destaca-se o rio Itapicuru que desagua no Atlântico, na região conhecida como Costa dos Coqueiros (norte da Bahia), e possui um fluxo influenciado pelas marés onde destaca-se a ocorrência de extensos manguezais. Na extremidade sul do quinto segmento os manguezais ocorrem associados a Baía de Todos os Santos, com predomínio de árvores de *Laguncularia*, colonizando solos arenosos-argilosos, enquanto que as plantas de *Rhizophora* ocupam as margens do sistema (Shaeffer-Novelli, 2016). *Avicennia* e *Laguncularia* também podem ser encontradas formando florestas marginais (Schaeffer-Novelli *et al*, 1990).

O sexto segmento, está localizado entre o Recôncavo Baiano, sul da Bahia (13°00'S) até Cabo Frio, Rio de Janeiro (23°00'S). Neste segmento a maré tem menores amplitudes (entre 2 e 4m), com clima quente e úmido e precipitação média anual de 1350 a 1400 mm (Peixoto & Gentry, 1990; Martorano *et al*, 2003). Na região de Porto Seguro o desenvolvimento de recifes mar dentro levou à formação de uma zona de baixa energia, favorecendo a deposição de sedimentos finos colonizado por floretas de mangue (Dominguez, 2009). Em

direção ao sul da Bahia, a área possui a presença de vales com planícies de inundação fluvial sob ação da maré (Martins *et al*, 1996). A região da Bahia é representada por seis principais bacias de drenagem, correspondendo aos rios Jucuruçu, Itanhaém (ou Alcobaça), Peruípe, Caraíva, Frades e Buranhem (Freire *et al*, 2020). Os rios Jucuruçu, Caraíva, Frades e Buranhem deságuam no oceano e associam-se com formação de estuários (Freire *et al*, 2020) o que interrompe a retilinidade do litoral, facilitando o desenvolvimento das florestas de mangue (Câmara do Vale *et al*, 2023). O gênero de mangue que domina nessa região é *Rhizophora* (Carvalho & Fontes, 2007). Entre o sul da Bahia e o litoral do Espírito Santo, os manguezais desenvolvem-se ao longo das barras e de lagunas costeiras e são caracterizados por *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*, ocupando áreas entre 0,3 e 1,0 m acima do nível médio do mar (Freire *et al*, 2020). Desta forma, as árvores de *Rhizophora* ocorrem próximas às margens do canal, enquanto as de *Avicennia* crescem mais para o interior da mesma, em áreas mais elevadas do nível médio da água. Na região do Espírito Santos, a vegetação costeira consiste em floresta tropical, manguezais e planícies herbáceas (Bozi *et al*, 2020). As áreas úmidas cobrem uma parte significativa da área, com manguezais que variam de 3 a 15 m de altura. Nas planícies herbáceas, existem arbustos e vegetação herbácea ao longo das planícies arenosas em áreas topográficas mais altas que os manguezais. (Bozi *et al*, 2020). O litoral norte do Rio de Janeiro as florestas de mangue são mais restritas e ocorrem extensas áreas de vegetação de restinga características da planície costeira (Câmara do Vale *et al*, 2023).

O sétimo setor localiza-se entre Cabo Frio, Rio de Janeiro (23°00'S) até Torres, Rio Grande do Sul (29°20'S), porém o limite latitudinal para espécies de mangue é no litoral de Santa Catarina, em Laguna, com ocorrência dos gêneros *Rhizophora* e *Avicennia*. A região sul é dominada por um regime de micro-maré que varia entre 0.5 e 1.5 m (Knoppers *et al*, 1999; Lacerda *et al*, 2013). Na região sul as árvores de mangue mais altas margeiam canais estuarinos ou baías (Silveira, 1964; Ab'Saber, 2001; Cunha-Lignon *et al*, 2009; Menghini *et al*, 2011; Schaeffer-Novelli *et al*, 2018; Shaeffer-Novelli, 2023; Câmara do Vale *et al*, 2023). As florestas podem ser monoespecíficas ou mistas com os três gêneros de mangue, *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*. Sedimentos recentes de ilhas barreiras podem ser colonizados por *Poaceae* (*Spartina*), formando marismas (*salt marshes*) completamente inundados pela maré. As árvores de *Rhizophora* colonizam sedimentos lamosos com matéria orgânica, porém as plantas de *Avicennia* são encontradas em depósitos mais altos formando extensas florestas. As zonas de transição são frequentemente colonizadas por *Hibiscus*, *Crinum* e *Acrostichum*.

2.2 Nível relativo do mar no Holoceno

O nível relativo do mar (NRM) para a costa brasileira durante o Holoceno foi discutido na revisão proposta por Angulo et al, (2006) a partir da análise de datações ^{14}C em carapaças de vermetídeos e o posicionamento destes nos costões rochosos. Os dados indicam que aproximadamente 6.6 ka cal AP o NRM era mais alto que o atual e alcançou o máximo NRM holocênico por volta de 5.4 ka cal AP. Assim na região entre Pernambuco e Paraná o nível do mar pode ter alcançado cerca de 3 a 4 m mais alto que o atual, e a partir do Estado de Santa Catarina cerca de 2,1 m mais alto que o atual (Giannini, 2007). Em síntese os dados apontam para um declínio gradual do NRM, pelo menos nos últimos 5.0 ka cal AP. Adicionalmente, estudos paleoambientais a partir de polens de mangue, também registram mudanças do nível do mar (Woodroffe, 1982; Cohen et al, 2005b). Por exemplo, estudos mostram que durante o Holoceno inicial, na região norte do Brasil, houve aumento do nível do mar pós-glacial (Behling et al, 2001; Cohen et al, 2005b; Souza Filho et al, 2006; Vedel et al, 2006; Cohen et al, 2014) e teria estabilizado nível atual entre 7.0 e 5.0 Ka AP (Behling et al, 2001; Cohen et al, 2005b; Souza Filho et al, 2006). Na região nordeste, pode-se observar o mesmo padrão descrito para a região norte, onde o NRM subiu no Holoceno inferior e médio, até ~7.0 Ka AP, atingindo seu atual nível e estabilidade (Alves et al, 2016).

3. META E OBJETIVOS

A meta maior deste estudo é contribuir para o refinamento e integração de informações sobre os potenciais fatores controladores da origem e distribuição das florestas de mangue no Holoceno da costa brasileira, com destaque para clima, NRM e circulação oceânica. Para alcançar esta meta foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Obter dados palinológicos e geocronológica dos depósitos holocênicos da costa brasileira a partir da revisão bibliográfica de manuscritos publicados;
2. Contrastar a cronologia dos depósitos com as frequências relativas de polens de mangue da costa brasileira;
3. Fazer a análise estatística integrada dos dados palinológicos e geocronológicos, tendo em vista discutir possíveis significados da dinâmica espacial das florestas de mangue em termos de mudanças climáticas, NRM e circulação oceânica costeira.
4. Integrar o conjunto de resultados obtidos para diferentes regiões da costa brasileira para inferir um modelo de instalação e desenvolvimento dos manguezais no Holoceno.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Banco de dados

O conjunto de dados sobre polens de mangue da costa brasileira foi obtido a partir da análise bibliométrica de publicações. Esta análise deu-se através de uma busca no *Google Scholar*, *ISI Web of Knowledge*, *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*. Além disso, duas bases de dados ibero-americanas, a *Redalyc* e *SciELO*, de acesso aberto foram consultadas. Para selecionar os artigos científicos sobre dinâmica temporal das florestas de mangue da costa brasileira no Holoceno foram considerados os seguintes critérios: Primeiramente, realizou-se uma busca geral a partir de "palavras-chave ("TITLE-ABS-KEY)": "Holocene mangrove Brazil", "mangrove pollen Holocene Brazil", "*Rhizophora* pollen Brazil" e "*Avicennia* pollen Brazil". Dessa forma, publicações, que incluíam as palavras chaves de interesse (título, resumo ou corpo de texto da publicação), foram adicionadas ao banco de dados bibliométrico. Esta pesquisa indicou 3.220 publicações que foram manualmente revisadas, uma a uma. Desta revisão 41 manuscritos publicados entre 1996 e 2022 foram selecionados por conter dados de identificação e quantificação de grãos de pólen de mangue combinados com datações C14 (Anexo 01).

As publicações incluem dados de pólen obtidos a partir dos métodos descritos por Faegri e Iversen (1989) e Colinvaux *et al*, (1999) identificados e quantificados em lâminas analisadas em microscópio. No mínimo de 300 grãos de pólen são contados por lâmina. A soma total de polens exclui algas, foraminíferos e fungos. A determinação dos taxas é feita no nível de família e gênero. Porém famílias como *Asteraceae*, *Cyperaceae* e *Poaceae* dificilmente são separadas em gêneros devido à semelhança morfológica entre os polens. As publicações reúnem resultados da quantificação de grãos de pólen de mangue pelo gênero e dos outros grupos ecológicos, como herbáceas, várzeas, palmeiras e esporos expressos em frequência relativa de cada taxa em relação à soma total de grãos de pólen. Todos os manuscritos analisados apresentaram pelo menos dois diagramas de resultados palinológicos. Primeiro um diagrama de frequência relativa dos *taxa* (*Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia*) e na sequência um diagrama de frequência relativa de grãos de pólen por agrupamento ecológico (manguezal, herbáceas, várzeas, palmeiras e esporos).

As datações ^{14}C disponíveis nas publicações selecionadas reúnem resultados obtidos a partir da análise de amostras de matéria orgânica e conchas. As idades ^{14}C em amostras de matéria orgânica ou concha foram analisadas pelos métodos convencional (MC) e por Espectrômetro de Massa (MAS, *Accelerator Mass Spectrometry*), e encomendadas em diferentes laboratórios: *Center for Applied Isotope Studies* (Atenas, Geórgia, EUA), *Leibniz Laboratory of Isotopic Research* da *Christian-Albrechts University* em Kiel (Alemanha), *Physic*

Institute na Universidade de Erlangen (Alemanha) e Laboratório Van der Graaff da Universidade de Utrecht (Holanda). Todas as datação por radiocarbono foram calibradas (Marine20) de acordo com Heaton *et al*, (2020).

Os 41 manuscritos foram revisados e o conjunto de resultados (Anexo 01) foi agrupado em quatro regiões da costa brasileira considerando a caracterização regional das florestas de mangue conforme descrito no item 2.1 do capítulo 2. Desta forma, neste estudo, as quatro regiões diferenciadas para integração do conjunto de resultados são: norte (entre Amapá e Maranhão), nordeste (de Rio Grande do Norte até a Bahia), sudeste (estudos realizados no Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo) e sul (inclui a região costeira do Paraná e Santa Catarina). Nos artigos revisados, os resultados de quantificação de polens são apresentados em relação a frequência relativa do grupo ecológico e dos gêneros de mangue de acordo com a profundidade. Desta forma, para cada intervalo de profundidade, que variou de 5 a 10 cm³, é obtida uma amostra sedimentar para confecção de lâmina para contagem de polens. Assim os dados de análise palinológica utilizados neste estudo para a discussão e interpretação da dinâmica das florestas de mangue no Holoceno foram organizados em quatro partes. Primeiro foi obtido o número total de lâminas de polens por testemunhos. Na sequência, selecionamos as lâminas com ocorrência de polens com datação ¹⁴C. Na terceira etapa, selecionamos as lâminas que apresentavam frequência relativa de polens de mangue. Por fim, na quarta fase selecionamos do terceiro grupo as lâminas com ocorrência de polens de mangue associadas as datações ¹⁴C.

Para as regiões norte, nordeste, sudeste e sul deste estudo os dados de pólen e cronologia obtidos a partir da revisão bibliográfica dos 41 manuscritos foram organizados na forma de tabela (Anexo 1) com as seguintes informações: 1) Região do local de coleta delimitada neste estudo; 2) Estado geográfico do local de coleta; 3) Código do ponto de amostragem; 4) Profundidade (cm) total da coluna sedimentar; 5) Profundidade (cm) da datação; 6) Idade absoluta, mínima e máxima em anos cal AP; 7) Frequência relativa dos grupos ecológicos (mangue, herbácea, várzea, esporos e palmeiras); 8) Frequência relativa dos grupos ecológicos com datação ¹⁴C por testemunho; 9) Frequência relativa dos gêneros de mangue com datação ¹⁴C por testemunho; 10) Caracterização dos depósitos sedimentares por profundidade quanto às classes granulométricas (areia e lama), estruturas sedimentares (plano-paralela, cruzadas e maciça), ocorrência de detritos vegetais (fragmentos de folhas, caules e raízes), raízes *in situ*, conchas e bioturbação (galerias de infauna e marcas de raízes; 11) Localização geográfica (UTM); 12) Referência bibliográfica.

Para obter os dados de frequência relativa de polens dos grupos ecológicos ou dos gêneros de mangue (*Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*) dos depósitos datados, os diagramas palinológicos foram analisados individualmente em programa de processamento

de imagem (CorelDraw) e manualmente foram desenhadas linhas de controle a partir do limite da barra de frequência relativa de pólen por lâmina até o eixo X do diagrama, onde estão representados os valores entre 0 e 100% referente a frequências relativa de grãos de pólen. Assim, para cada grupo ecológico ou gênero de mangue obteve-se um valor absoluto de frequência relativa de pólen por lâmina. Enquanto que as idades são apresentadas em relação aos valores, absolutos, mínimos e máximos (Anexo 01). Foram separadas as datações ^{14}C obtidas para os depósitos sedimentares com ocorrência de polens de mangue ou com ocorrência dos demais grupos ecológicos (Herbáceas, Várzeas, Esporos e Palmeiras).

4.2 Processamento de dados

Os dados de frequência relativa dos grupos ecológicos de mangue, herbáceas e várzeas combinados com datações por ^{14}C para as regiões norte, nordeste, sudeste e sul, foram avaliados quanto à normalização e homogeneidade utilizando o teste de *Shapiro-Wilk* (0.05) e o teste *Levene*, respectivamente. Os dados caracterizam-se por distribuição assimétrica e heterogeneidade. Assim, para avaliar se ocorre diferença significativa nas frequências relativas dos grupos ecológicos e idades entre as regiões, aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Enquanto que para avaliar se existe uma relação crescente e/ou decrescente (relação/tendência monotônica) dos dados de frequência relativa dos grupos ecológicos versus idade ^{14}C por regiões, aplicou-se a análise de correlação de Spearman. O coeficiente de correlação de Spearman (ρ) varia de -1 a 1, sendo que quanto mais próximos de 1 existe relação positiva perfeita entre as variáveis. Porém valores próximos a -1 indicam relação negativa perfeita entre as variáveis e 0, ausência de relação.

Para a representação gráfica dos dados dois tipos de gráficos foram combinados. O gráfico de diagrama em caixa (*boxplot*) foi usado para ilustrar os resultados de porcentagem e datação por região. Enquanto gráficos de dispersão foram utilizados para mostrar a relação entre a frequência relativa dos grupos ecológicos em relação as idades ^{14}C por região deste estudo. Ou ainda, da frequência relativa dos gêneros de mangue e as idades por região deste estudo para identificar padrões ou tendências. O diagrama em caixa permite observar diferentes informações como valores mínimos, máximos, medianas e variação entre amostras, ou seja, a caixa representa o intervalo interquartil (primeiro ao terceiro quartil), a linha horizontal no seu interior a mediana, os bigodes correspondem aos limites inferior e superior até 1,5x o tamanho do intervalo interquartil e os outliers indicam possíveis valores discrepantes (valores abaixo ou acima do limite dos bigodes). O tratamento gráfico e estatístico foi realizado no programa R versão 4.1.1 (R Core Team, 2021).

5. RESULTADOS

5.1 Dataset: pólen da vegetação costeira e cronologia

Um total de 41 publicações foram selecionadas, sendo que destas 51% são estudos realizados na região Norte, 15% no Nordeste, 27% no Sudeste e 7% no Sul (Fig. 1.1a). As publicações somam 71 testemunhos sedimentares com profundidade entre 20 cm e 700 cm (Anexo 01, tabela banco de dados). Os testemunhos foram coletados majoritariamente na região Norte, representando 62% dos pontos de amostragem, seguido da região Sudeste com 23%, Nordeste com 11% e Sul com 4% (Fig. 1.1b).

Nos testemunhos o número de lâminas palinológicas variam de 5 até 120 lâminas por ponto de amostragem. A região norte apresenta a maior frequência relativa de lâminas, cerca de 62%, seguido pelo sudeste com 19%, nordeste com 14% e sul, com 5% de lâminas (Fig. 1.2, 1a). Dessas lâminas 58%, obtidas na região norte, apresentam datação ^{14}C , seguidas pelo sudeste com 28%, nordeste com 10% e sul com 4% (Fig. 1.2, 1b). Porém, lâminas com ocorrência de grãos de pólen de mangue na região norte correspondem a 65%, seguido do sudeste com 18%, nordeste com 12% e sul com 4% (Fig. 1.2, 1c). Enquanto que lâminas com polens de mangue combinadas a datações ^{14}C são mais representativas na região norte, com 62% dos pontos, seguido do sudeste com 29%, nordeste com 6% e sul com 3% (Fig. 1.2, 1d).

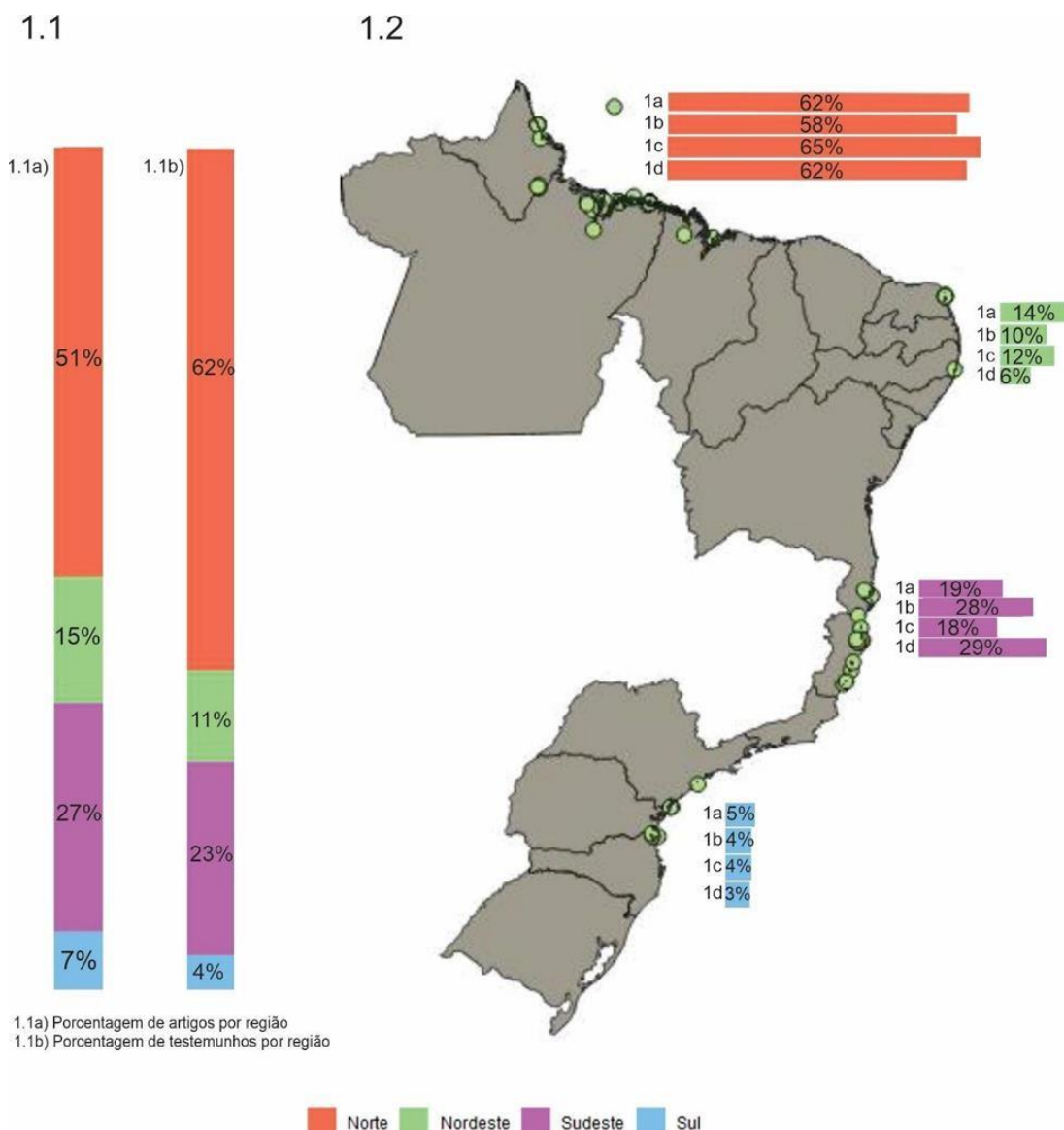


Figura 1. Dados utilizados neste estudo e localização dos pontos de amostragem. Em 1.1 destaca-se a frequência relativa de manuscritos por região e em 1.1b frequência relativa de testemunhos por região. Em 1.2 frequência relativa de lâminas por testemunho com destaque para: (1a), frequência relativa de lâminas; (1b) frequência relativa de lâminas de polens de mangue; (1c) frequência relativa de lâminas combinadas com datação ^{14}C ; (1d) frequência relativa de lâminas com polens de mangue combinadas com datação ^{14}C .

5.2 Ocorrência e distribuição espacial dos grupos ecológicos costeiros

Nos gráficos *boxplot* observa-se a variação da frequência relativa dos grupos ecológicos por regiões deste estudo (Fig. 2). As medianas para o grupo ecológico de mangue

diminuem da região norte (40%) para a região sul (~5%). Porém, para o grupo ecológico de herbáceas mostram comportamento oposto. Isto é, a maior frequência relativa de pólen de herbáceas foi observada para a região sul (~50%), seguido da região sudeste (~40%), nordeste (~20%) e norte (~15%) (Fig. 2). O grupo das várzeas seguem a mesma tendência que as herbáceas, com maiores medianas de frequência relativa para a região sul e sudeste (~40%), seguidas do nordeste (~30) e norte (~10%) (Fig. 2). Os testes de Kruskal-Wallis mostraram que as variações das medianas das frequências relativas de pólen de mangue, herbácea e várzea entre as regiões norte, nordeste, sudeste e sul, possuem diferença significativa ($p < 0.05$) (Fig. 2).

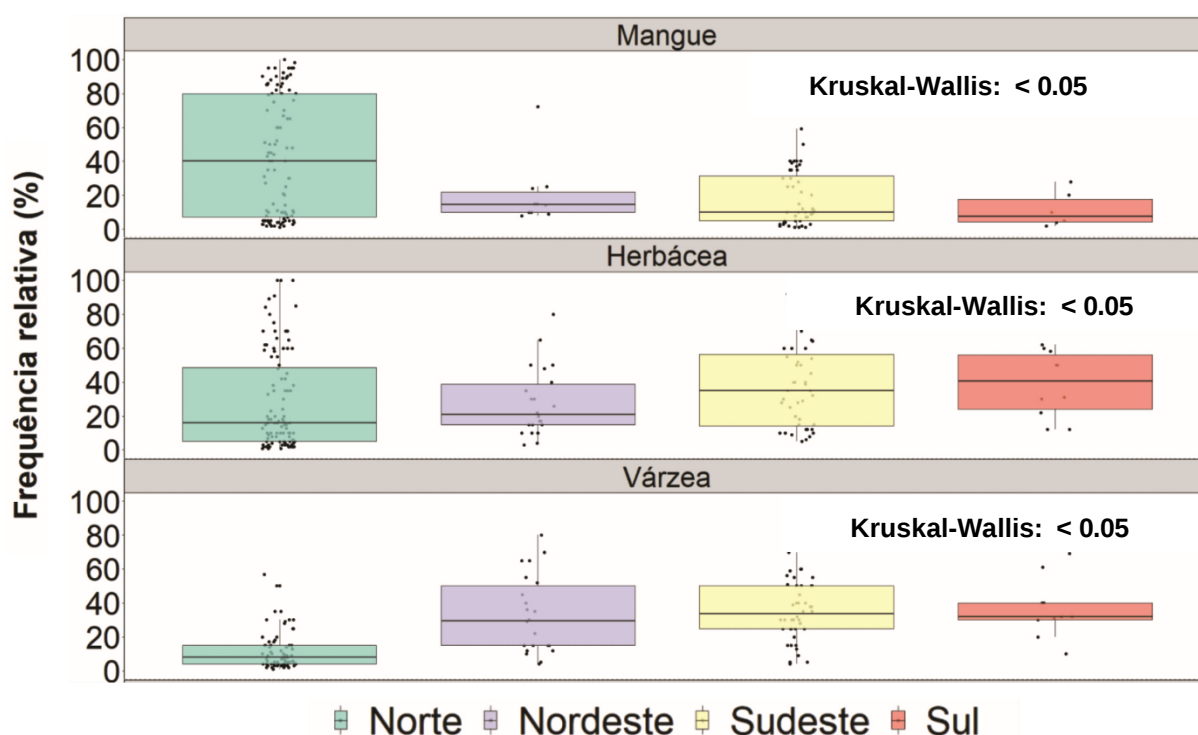


Figura 2. Boxplot da frequência relativa dos grupos ecológicos (mangue, herbáceas e várzeas) para as regiões norte, nordeste, sudeste e sul da costa brasileira, com testes estatísticos de Kruska-Wallis.

5.3 Cronologia dos grupos ecológicos costeiros

Os resultados de datação ^{14}C obtidos para os depósitos sedimentares das regiões deste estudo com ocorrência de polens dos grupos ecológicos de mangue, herbácea e várzea são apresentados na Figura 3.

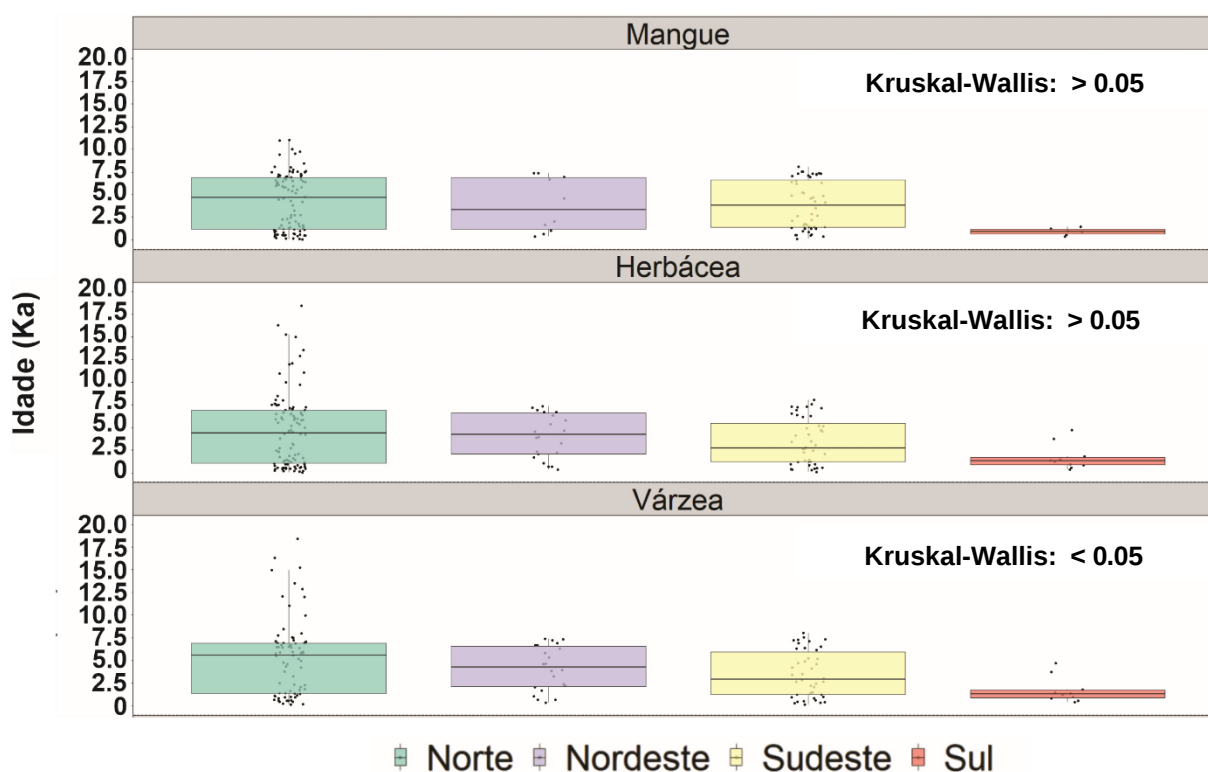


Figura 3. Idades ^{14}C para os depósitos com ocorrência de polens dos grupos ecológicos costeiros (mangue, herbáceas e várzeas) nas regiões norte, nordeste, sudeste e sul deste estudo. No gráfico foram consideradas as idades medianas do depósito e são representados os valores obtidos para o teste estatístico Kruskal-Wallis.

As idades ^{14}C associadas aos depósitos sedimentares com ocorrência de pólen de mangue variaram entre 11.0 ka cal AP e 0.5 ka cal AP e são mais jovens rumo ao sul (Fig. 3). Nas regiões norte, nordeste e sudeste as idades associadas aos polens de mangue caracterizam-se pela sobreposição dos intervalos interquartis com valores entre ~7.0 ka cal AP e 1.0 ka cal AP (Fig.3). O menor intervalo interquartil de idades para os depósitos com pólen de mangue foi observado para a região Sul, entre 1.0 ka cal AP e 0.6 ka cal AP, e mediana de 0.9 ka (Fig.3).

Para os polens de herbácea e várzea a variação de idades caracteriza-se por intervalos interquartis entre 6.9 ka cal AP e 1.0 ka cal AP, o que sugere idades semelhantes entre si para as regiões norte, nordeste e sudeste (Fig. 3). As medianas de idades associadas as herbáceas e várzeas, mostram valores de cerca de 4.5 ka cal AP para a região norte, 4.2 ka cal AP para região nordeste e 2.5 ka cal AP para a região sudeste (Fig. 3). Para os polens de herbáceas e várzeas a região sul também se caracteriza pelos menores valores de intervalo interquartil, entre 1.5 ka cal AP e 0.8 ka cal AP e medianas de 1.5 ka cal AP (Fig. 3).

Os testes de Kruskal-Wallis mostraram que as variações das medianas das idades de pólen de várzea entre as regiões norte, nordeste, sudeste e sul, possuem diferença significativa ($p < 0.05$, Fig. 3).

5.4 Correlação entre grupos ecológicos e datações ^{14}C

Nos gráficos de dispersão observa-se a variação da frequência relativa dos grupos ecológicos em relação as idades por ^{14}C , para as diferentes regiões da costa brasileira (Fig. 4). Nos resultados da análise de correlação Spearman aplicadas entre as variáveis de frequência relativa e idade de cada grupo ecológico dividido por região, o grupo de mangue na região norte foi o único que apresentou uma correlação ($\rho -0.3652$) associado a valor de p estatisticamente significativo ($p < 0.05$) (Fig. 4). Para as demais regiões, a correlação de Spearman entre mangue e idade não apresentaram significância estatística. Este padrão também foi observado para os grupos ecológicos de herbácea e várzeas em relação as idades para as regiões em estudo (Fig. 4)

5.4.1. Mangue

Na região norte deste estudo polens de mangue começam a ocorrer por volta de ~ 11.0 ka cal AP, com frequência relativa $< 10\%$ (Fig. 4a). A partir de 8.0 ka cal AP polens de mangue passam a ocorrer nas regiões nordeste e sudeste (Fig. 4a), porém com diferenças em termos de frequência relativa e distribuição espacial. Assim na região nordeste os valores permanecem sempre baixos ($< 20\%$), enquanto que no sudeste chegam a representar 60% , (Fig. 4a). No intervalo que segue, entre 5.0 ka cal AP e 3.0 ka cal AP a ocorrência de polens de mangue diminui de forma abrupta, com frequência relativa $< 18\%$ para as regiões norte e sudeste (Fig. 4a). Mas volta a aumentar ($\sim 90\%$) para todas as regiões a partir de 3.0 ka cal AP até o presente (Fig. 4a). Por outro lado, na região nordeste as idades obtidas para os depósitos com polens de mangue são escassas e indicam o início das florestas de mangue por volta de 7.0 ka cal AP com frequência relativa que varia entre 8 e 18% mantendo-se até ~ 5.0 ka cal AP (Fig. 4b). Não ocorre nenhum registro entre 4.0 ka cal AP e 2.0 ka cal AP (Fig. 4b). Porém, polens de mangue voltam a aparecer a partir de 2.0 ka cal AP até o recente, com baixa frequência relativa (8 a 23%), quando comparada com a região norte e ocorrência de apenas um ponto variando de 8 a 23% (Fig. 4b).

Na região sudeste, assim como observado para a região nordeste, os polens de mangue começam a ocorrer entorno de 8.0 ka cal AP, com frequência de 20% (Fig. 4c). Porém, no intervalo entre 8.0 ka cal AP e 5.0 ka cal AP, aumenta a ocorrência de mangue e a frequência relativa de polens chega a alcançar 60% (Fig. 4c). Entre 5.0 ka cal AP e 2.0 ka cal AP observa-se uma queda na frequência relativa de polens de mangue ($< 10\%$), e volta a

aumentar em 2.0 ka cal AP, alcançando 40%, mantendo-se até os dias atuais (0.1 ka cal AP) (Fig. 4c).

A região sul caracteriza-se pelas menores frequência de polens de mangue (máximo 30%) da costa brasileira, além de registrar as florestas de mangue mais jovens (2.0 ka cal AP) (Fig. 4d). Os dados sugerem que o mangue começou a se instalar na região sul a partir de 1.4 ka cal AP (<10% de ocorrência de polens de mangue) e pode ter expandido entorno de 1.0 ka cal AP quando a frequência de pólen alcança valores máximos de 30% e diminui até 0.3 ka cal AP (Fig. 4d).

5.4.2. Herbáceas

O grupo ecológico das herbáceas na região norte é registrado em 12.0 ka cal AP com frequência relativa de até 60% e mantém os valores até 8.0 ka cal AP (Fig. 4a). A partir dessa idade observa-se dispersão das porcentagens dos polens de herbácea, aumento da frequência relativa, podendo alcançar até 100% e da densidade de pontos. Porém a maior densidade de ocorrência de pólen dá-se entre 1 e 20% (Fig.4a). Na região nordeste a concentração de polens de herbácea é inferior observadas para o norte e os primeiros registros ocorrem a partir de 7.5 ka cal AP com frequência relativa <20% (Fig. 4b). No intervalo entre 7.0 e 5.0 ka cal AP observa-se maior frequência relativa das herbáceas, entre 10 e 80% de polens, (Fig. 4b) e diminui a partir de 6.0 ka cal AP com no máximo 30% (Fig. 4b). Entre 2.0 ka cal AP a 0.35 ka cal AP a frequência relativa das herbáceas voltam a subir com frequência de até 50% (Fig. 4b). Na região sudeste deste estudo, as herbáceas a partir de 8.0 ka cal AP mostram variação entre 5 e 87% (Fig. 4c). A partir de 6.0 ka cal AP, a frequência relativa diminui (10 a 40%), mas voltam a aumentar (5 a 96%) em 3.0 ka cal AP, quando alcançam máxima frequência (até 100%) e mantem-se até os dias atuais (Fig. 4c). Na região sul em 4.5 ka cal AP registra-se a ocorrência de herbáceas com frequência relativa entre 10% e 50% (Fig. 4d) e após um intervalo sem registro, entre 4.0 ka cal AP e 3.0 ka cal AP, voltam a ocorrer com alta frequência relativa (12 a 62%) até cerca de 0.3 ka cal AP (Fig. 4d).

5.4.3. Várzeas

O grupo ecológico das várzeas ocorre com porcentagens inferiores as observadas para as herbáceas, alcançando no máximo 80% de polens. O registro de polens de várzea é mais antigo para a região norte, com idade de 12.0 ka cal AP, porém com baixa concentração (variando 2 a 9%, Fig. 4a). A densidade de pontos aumenta a partir de 8.0 ka cal AP, assim como os valores de frequência relativa dos polens que alcançam até 35% (Fig. 4a). Porém a partir de 4.0 ka cal AP, tanto a ocorrência como a frequência relativa das várzeas diminuem,

variando de 4 a 15% e voltam a aumentar a partir de 2.0 ka cal AP até os dias atuais, com alta frequência relativa de polens (57%) (Fig. 4a)

Na região nordeste o grupo das várzeas, com menor ocorrência em relação a região norte e sudeste, ocorrem a partir de 7.3 ka cal AP com frequência relativa entre 4% e 65%. A partir de 6.0 ka cal AP até cerca de 0.35 ka cal AP observa-se dispersão das frequências relativas, com valores mínimos de 4% e máximo de 80% (Fig. 4b).

Para a região sudeste aumenta a densidade de pontos e o primeiro registro de pólen de várzea dá-se em 8.0 ka cal AP com frequência relativa de 15% (Fig. 4c). A partir de 5.0 ka cal AP a frequência relativa de polens passa a aumentar e alcança 70%, mantendo os valores até cerca de 0.1 ka cal AP (Fig. 4c).

Os polens de várzea na região sul são registrados a partir de 5.0 ka cal AP com frequência de 30%. Porém entorno de 2.0 ka cal AP observa-se o aumento da frequência relativa (>30%) assim como no registro de ocorrência (Fig. 4d).

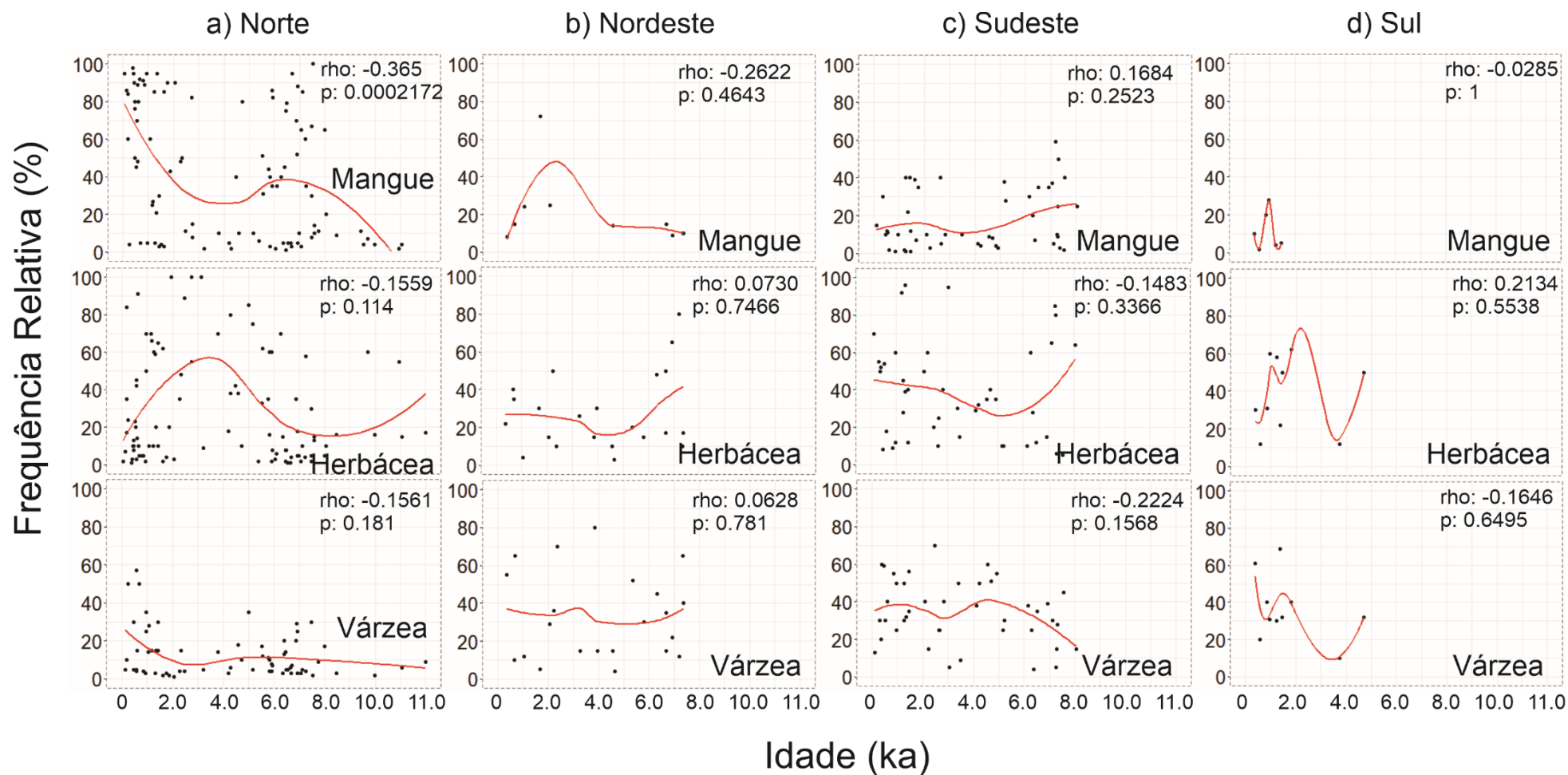


Figura 4. Gráficos de dispersão entre frequência relativa de polens dos grupos ecológicos e média de idades ^{14}C , para a região norte (a), nordeste (b), sudeste (c) e sul (d), com os valores de coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ) associados aos valores de p.

5.5 Dinâmica da ocorrência entre gêneros de mangue e datações ^{14}C

Na região norte polens de mangue foram registrados desde aproximadamente 11.0 ka cal AP e estão representados pelo gênero *Rhizophora* com frequência relativa entre 1 e 9% (Fig. 5a). A partir de 8.0 ka cal AP até 5.0 ka cal AP o gênero *Rhizophora* aumenta a dispersão e frequência relativa, quando alcança até 100% (Fig. 5a). Enquanto que o gênero de *Avicennia* começa ocorrer em 8.0 ka cal AP, com frequência relativa, variando de 1 a 15% (Fig. 5a). A partir de 5.0 ka cal AP até 2.0 ka cal AP a *Rhizophora* e *Avicennia* diminuem a ocorrência e a frequência relativa, variando respectivamente de 2 a 12% e 3 a 28% (Fig. 5a). Mas de 2.0 ka cal AP até o presente, os gêneros de *Rhizophora* e *Avicennia* voltam a aumentar, tanto em relação a ocorrência quanto a frequência relativa, com agrupamento dos pontos entre 60% e 95% para polens de *Rhizophora* e 1 a 20% para polens de *Avicennia* (Fig. 5a).

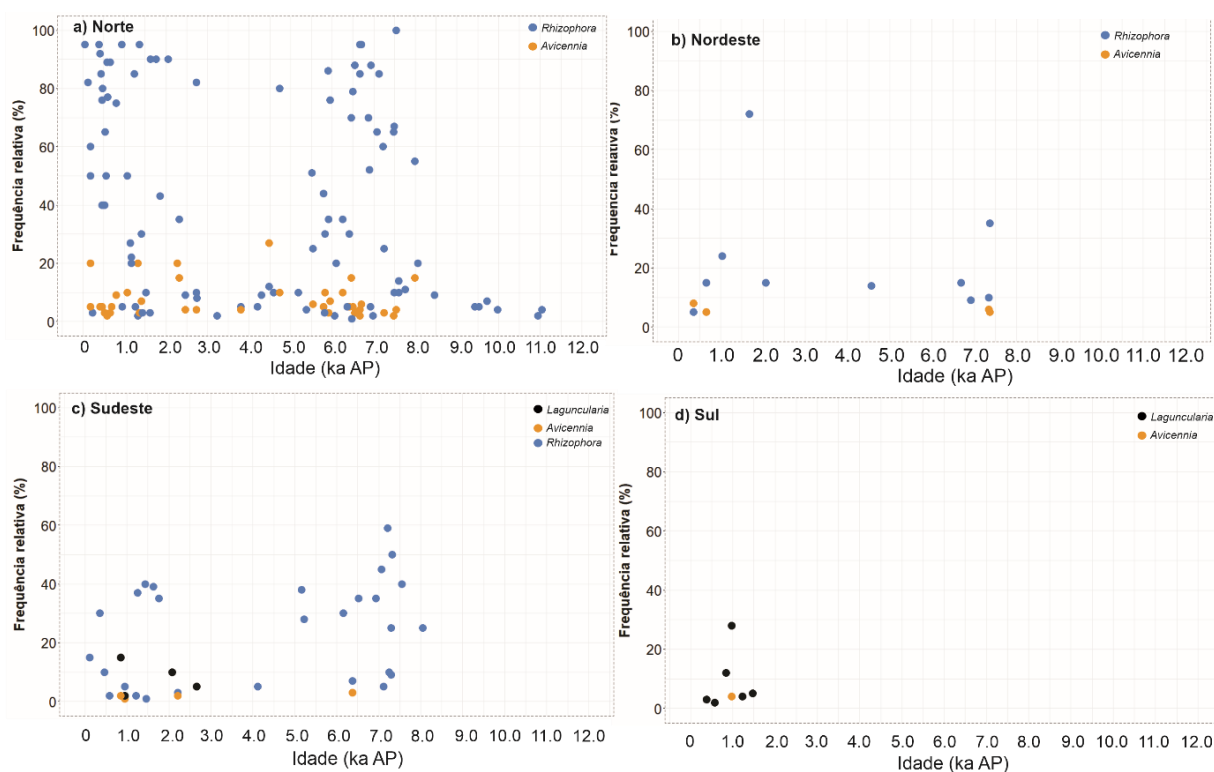


Figura 5. Diagrama de dispersão das frequências relativas de polens dos gêneros de mangue em relação a médias das idades ^{14}C para as regiões norte (a), nordeste (b), sudeste (c) e sul (d).

Na região nordeste as plantas de mangue representadas pelos gêneros de *Rhizophora* e *Avicennia* teriam se instalado por volta de 8.0 ka cal AP (Fig. 5b). Porém as árvores de *Rhizophora* mostram maiores concentrações e variações da frequência relativa, (9 a 35%) em

relação as *Avicennia* com 4% a 6% (Fig. 5b). A partir de 6.5 ka cal AP até 2.0 ka cal AP, não foi encontrado polens de mangue, exceto para a idade de 4.5 ka cal AP representado por polens do gênero de *Rhizophora*, com frequência relativa de 13% (Fig. 5b). A partir de 2.0 ka cal AP os gêneros de *Rhizophora* e *Avicennia* voltam a aparecer, ambas com baixa ocorrência e frequência relativa entre 4% e 72% para *Rhizophora* e 5% a 8% para *Avicennia* (Fig. 5b).

Para a região sudeste deste estudo os resultados de frequência relativa e distribuição espacial são similares a região norte. Isto é, os primeiros polens de mangue surgem em 8.0 ka cal AP, sendo representado pelo gênero de *Rhizophora*, com concentração de 25% (Fig. 5c). A partir de 8.0 ka cal AP até 5.0 ka cal AP, a *Rhizophora* aumenta a ocorrência espacial e frequência relativa com valores entre 5 e 59% (Fig. 5c). Os polens de *Avicennia* começam a ocorrer a partir de 6.0 ka cal AP, com frequência relativa de 3% (Fig. 5c). A partir de 5.0 ka cal AP até 2.0 ka cal AP a ocorrência e frequência relativa dos gêneros diminuem, com variação de 4 a 5% para *Rhizophora* e 2% *Avicennia* (Fig. 5c). O gênero de *Laguncularia* surge em 2.5 ka cal AP, porém com rara ocorrência e com frequência relativa de 5% (Fig. 5c). A partir de 2.0 ka cal AP até o presente, o gênero de *Rhizophora* volta a aumentar a ocorrência e frequência relativa, alcançando até 40% de polens (Fig. 5c). Enquanto a *Avicennia* mostra baixas taxas de ocorrência e frequência relativa entre 1 e 2% (Fig. 5c).

Na região sul, os primeiros registros de polens de mangue ocorrem em 1.5 ka cal AP, sendo representados pelos gêneros de *Laguncularia* com frequência relativa que varia de 1 a 29% (Fig. 5d). Porém o gênero de *Avicennia* passa ocorrer em aproximadamente 1.0 ka cal AP de forma pontual e com frequência relativa de 3% (Fig. 5d).

6. DISCUSSÃO

6.1. Dinâmica das florestas de mangue e NRM

A relação entre frequência relativa de polens de grupos ecológicos costeiros e datações ^{14}C para a costa brasileira permite diferenciar três principais fases, durante o Holoceno, para a dinâmica das florestas de mangue: fase de instalação e expansão entre 11.0 ka cal AP e 5.0 ka cal AP; fase de retração entre 5.0 ka cal AP e 2.0 ka cal AP e uma nova fase de expansão a partir de 2.0 ka cal AP até o presente.

A fase de instalação das florestas de mangue no Holoceno pode ter iniciado na costa brasileira na região norte, uma vez que em 11.0 ka cal AP (Ledru *et al*, 2006; Alizadeh *et al*, 2015) ocorrem os primeiros táxons de pólen de mangue associados aos depósitos sedimentares de planícies intermareais. Enquanto que a partir de 8.0 ka cal AP a colonização do mangue teria alcançado as regiões nordeste e sudeste deste estudo (e.g. Cohen *et al*, 2014, Moraes *et al*, 2016; França *et al*, 2016; Ribeiro *et al*, 2018). A instalação das plantas de

mangue no Holoceno teve início com o gênero de *Rhizophora*, pois foi o único observado até cerca de 8.0 ka cal AP, com frequências relativas <40% (Fig. 5a, 5b e 5c). A preservação desses polens pode refletir as características das árvores de *Rhizophora*, que além de produzir maior quantidade de pólen, a dispersão ocorre pelo vento (Deyoe *et al*, 2020; Rodrigues *et al*, 2021). A instalação das árvores de mangue no Holoceno foi favorecida pela elevação do nível do mar pós-glacial (Angulo *et al*, 2006), quando alcançou cotas mais altas que atual para as diferentes regiões da América do Sul (e.g. Suguio *et al*, 1985; Tomazelli, 1990; Rull *et al*, 1999; Angulo *et al*, 2006) (Fig. 6c, 7e, 8d e 9c). A elevação do NRM teria levado a inundação dos canais fluviais incisos com desenvolvimento dos estuários e planícies intermareais, as quais foram colonizadas pelas florestas de mangue (e.g. Cohen *et al*, 2005a, 2005b; Souza-Filho *et al*, 2006; Guimarães *et al*, 2011; Fontes *et al*, 2017). A formação de espaço de acomodação pela subida do NRM alterou a geomorfologia costeira, com desenvolvimento de planície alagáveis por água salobra, o que favoreceu a sucessão vegetal para árvores de mangue. Isto é, os polens de herbácea e várzea, típicos de vegetação de áreas alagáveis por água doce ou salobra, aparecem nos depósitos sedimentares com idades mais antigas (~12.0 ka cal AP no norte, ~5.0 ka cal AP no nordeste, ~8.0 ka cal AP no sudeste e ~5.0 ka cal AP no sul) que os depósitos com polens de mangue (Fig. 4a, 4b e 4c). Este padrão de ocorrência sugere que as áreas de margens de canais que eram dominadas por vegetação de herbácea e várzea podem ter sido o estágio inicial na sucessão ecológica de comunidades vegetais litorâneas com ocorrência de manguezais. Enquanto as herbáceas e várzeas migraram no sentido continente adentro, sob condições de águas menos salinas ou para margens mais elevadas dos estuários, com menor influência das marés. Com a subida do NRM o lençol freático elevou-se ao longo da rede de paleocanais (Fan *et al*, 2013), favorecendo a manutenção da vegetação de herbácea e várzea (Alizadeh *et al*, 2015) em áreas mais interiores e elevadas topograficamente, adjacentes aos manguezais.

Após a colonização dos manguezais ao longo das regiões norte e sudeste, em cerca de 8.0 ka cal AP observa-se expansão das florestas com aumento da frequência relativa e distribuição espacial do gênero *Rhizophora* e o aparecimento do gênero *Avicennia* (Fig. 5a, 5b e 5c). Porém para a região nordeste, não observa-se uma fase de expansão das florestas de mangue, uma vez que a ocorrência desses polens é restrita (e.g. Moraes *et al*, 2017; Figueiredo *et al*, 2018, 2021) (Fig. 4b). Por outro lado, as frequências de polens de herbácea e várzea, são maiores que as de mangue (Fig. 4b). As idades obtidas para a fase de expansão das florestas de mangue estão ligadas a fase de máxima inundação, em ~6.0 ka cal AP (Fig. 6c, 7e, 8d e 9c), seguida pela estabilização do NRM (e.g. Behling e Costa, 2001; Behling *et al*, 2001; Cohen *et al*, 2005; Souza Filho *et al*, 2006; Ribeiro *et al*, 2018; Moraes *et al*, 2016). O máximo transgressivo do NRM na região norte teria alcançado ~0.6 m mais alto que o atual

ou não ultrapassou o NRM atual (Behling e Costa, 1997; Behling e Costa, 2001; Behling e Costa, 2000; Cohen *et al*, 2005a; Vedel *et al*, 2006), porém para as demais regiões costeiras a elevação do NRM pode ter variado entre 1.5 a ~4.0 m mais alto que o atual (Angulo *et al*, 2006).

A formação das florestas de mangue a partir de 8.0 ka cal AP sob condições de subida do NRM guarda correspondência com as idades de colonização dos mangues na região costeira do Caribe (Rull, 2022). Entretanto, as idades mais antigas (~11.0 ka cal AP) observadas para os depósitos com polens de mangue na região norte desse estudo, pode refletir as características fisiográficas da plataforma continental naquele setor. Isto é, a plataforma com dezenas de metros na região norte e dissecada por vales incisos pode ter sido inundada inicialmente com formação de estuários e por isso favoreceu a instalação das árvores de *Rhizophora* ainda no início do Holoceno. Enquanto nas regiões nordeste e sudeste com plataforma mais estreita e menor quantidade de drenagens fluviais, a linha de costa em 10.0 ka cal AP estaria posicionada oceano adentro o que pode ter influenciado nas idades mais jovens para os depósitos com polens de mangue. Outra característica que mostra semelhança com o padrão observado para o Caribe é a heterogeneidade na composição do mangue no Holoceno, com domínio de *Rhizophora* em relação às árvores de *Avicennia* (Rull, 2022). As plantas de *Rhizophora* tendem ocupar posições mais abertas, porém em áreas intermareais abrigadas destaca-se o domínio de plantas de *Avicennia* (Rull, 2022). Cada espécie de mangue possui adaptações específicas aos fatores geoecológicos (Melo *et al*, 2011). Assim as mudanças de salinidade dos substratos podem controlar a distribuição das árvores de mangue (Silva, 2003). A instalação do mangue a partir de *Rhizophora* sugere condições menos salinas no início do Holoceno para as porções mais internas dos vales incisos, então inundados pela subida do NRM, uma vez que a *Rhizophora* é menos tolerante ao sal do que *Avicennia* (Shaeffer-Novelli, 1995). O padrão de zonação dos mangues também foi observado em registros das florestas de mangue na América Central, onde as primeiras comunidades de mangue eram dominadas por *Rhizophora*, enquanto *Avicennia* estava presente e *Laguncularia* ausente (Rull *et al*, 2022).

A fase de retração das florestas de mangue, a partir de 5.0 ka cal AP, é marcada pela diminuição da ocorrência e frequência relativa de polens de mangue (<50%) para as regiões em estudo (Fig.4) e incide com a fase de queda do NRM, após o máximo transgressivo do Holoceno (Fig. 6c, 7e, 8d e 9c). A queda do NRM a partir de 5.5 ka cal AP na região norte, pode ter sido de 0.6 m, enquanto que na região nordeste e sudeste até 2 m e para a região sul, cerca de 1 m (Angulo *et al*, 2006). Na região norte e sudeste são observados padrões similares, marcados pela retração das florestas de mangue a partir de 5.0 ka cal AP e aumento do grupo ecológico das herbáceas (>80%) e as várzeas (>50%) (Fig. 4a e Fig. 4c). Assim o

mangue migrou para planícies inferiores acompanhando o rebaixamento do nível do mar, e nas planícies intermareias mais altas, os grupos ecológicos como várzea e herbáceas predominaram. De acordo com Bozi (2021) a queda do NRM converteu lagoas com vegetação de mangues em planícies ocupadas por herbáceas e várzeas. O aumento da vegetação de várzea/herbácea pode ser um indicativo da compensação do nível de base pelo canal fluvial com queda do nível NRM e não pelo aumento da vazão fluvial conforme proposto por Cohen et al (2012) para explicar a redução das florestas de mangue na região norte.

Uma nova fase de expansão das florestas de mangue, a partir de 2.0 ka cal AP até o presente, é registrada pelo aumento da frequência relativa de polens na região norte (>50%), nordeste (>20%), sudeste (>20%) e primeiras ocorrências para a região sul (>20%) (Fig.4). Isto é, padrões semelhantes do período de expansão (8.0 até 5.0 ka cal AP) inferidos para o Holoceno podem ser observados a partir de 2.0 ka cal AP, levando em consideração o intervalo de tempo menor para essa fase quando comparado a fase de instalação e expansão dos mangues. Esta nova fase de expansão do mangue pode estar relacionada com as pequenas flutuações do nível do mar, em decorrência das mudanças causadas pelo Período Quente Medieval e Pequena Idade do Gelo (Cohen et al, 2015b). Na região norte, o aumento do gênero de *Rhizophora* prevalece (>50%) sobre o gênero de *Avicennia* (>10%), porém a partir de 1.0 ka cal AP ambos os gêneros aumentam a frequência relativa (Fig. 5a). Polens do grupo das herbáceas tendem a diminuir a frequência relativa em relação ao grupo das várzeas. Na região nordeste, a nova fase de expansão do mangue começa pelo gênero *Rhizophora* (>50%), porém com ocorrência pontual e o gênero *Avicennia* aparece novamente a partir de 1.0 ka cal AP (<10%) (Fig. 5b). Na região sudeste o gênero de *Rhizophora* também volta a ocorrer com alta frequência de polens (>30%), assim como os gêneros de *Laguncularia*, (>10%) e *Avicennia* (<5%) (Fig. 5c). Enquanto que na região sul, o gênero de *Laguncularia* começa ocorrer em ~1.5 ka cal AP, com frequência relativa <10%. A partir de 1.0 ka cal AP ocorre maior expansão da *Laguncularia* e aparece o gênero de *Avicennia*, mas com baixa frequência relativa (<10%) (Fig. 5d).

6.2. Dinâmica das florestas de mangue e clima

As idades de instalação dos mangues na costa brasileira, (<11.0 ka cal AP) associam-se aos valores de razões isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ menos negativos, em torno de $\sim -4\text{‰}$ (Fig. 6b, 7b, c, e, 8b, c e 9b) o que indica fase de clima mais seco sobretudo para as regiões norte e nordeste (Fig. 6b e 7b, c, e). A presença abundante de herbáceas e várzeas, em frequência relativa sempre superiores as de mangue no Holoceno inicial, parece refletir as condições mais secas combinadas a fase de NRM em ascensão, o que limita a salinidade das águas

favorecendo instalação de vegetação junto as margens dos canais, como de herbáceas e várzeas que mais tarde dariam lugar aos mangues.

Porém durante a expansão das florestas de mangue, a partir de ~8.0 ka cal AP até 5.0 ka cal AP os valores de $\delta^{18}\text{O}$ tornam-se mais negativos para as regiões norte, nordeste e sudeste alcançando até -12.0 ‰ o que caracteriza aumento de precipitação. Este padrão climático na passagem do Holoceno inferior para o médio, observado para grande parte do Continente Sul-Americano (Cruz *et al*, 2005, 2009; Stríkis *et al*, 2011; Mulitza *et al*, 2017), pode ter favorecido o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) para o sul com intensificação do Sistema de Monções da América do Sul (SAMS) (Cruz *et al*, 2005, 2009; Stríkis *et al*, 2011; Mulitza *et al*, 2017) e, portanto, resultando em maior precipitação. Desta forma, a mudança de uma fase mais seca para mais úmida, também pode ter influenciado a colonização das herbáceas e várzeas, que migraram no sentido estuário adentro sobre áreas alagáveis menos salinas refletindo na redução das frequências relativas dos polens assim como na sua distribuição espacial (Fig. 6b, 7b, c, e e 8b, c). Similar a esta interpretação Eslami-Andargoli *et al*, (2009) para a vegetação moderna de mangue na costa da Austrália, evidenciam a expansão das florestas de mangue sobre áreas de marismas com o aumento da precipitação.

Outro fator que pode ter condicionado a instalação e expansão das florestas de mangue são as mudanças nas temperaturas da água superficial do mar, as quais entre 11.0 ka cal AP e 5 ka cal AP estariam mais quentes. Uma vez que os dados de anomalia de temperatura para a Corrente Norte do Brasil e Corrente do Brasil mostram aquecimento das águas superficiais em cerca de 0.5°C (e.g He *et al*, 2013; Santos *et al*, 2022) (Fig. 6d, 7f, 8e e 9d).

Entretanto para a região nordeste deste estudo, apesar dos dados indicarem aumento da precipitação, não foi observado a expansão das florestas de mangue até o Holoceno médio, e os pólenes de herbáceas e várzeas mantêm frequências relativas altas (>40%) (Fig. 7b, c, e). Isto pode estar relacionado ao fato que a fase úmida com intensificação da precipitação ocorreu em maior intervalo de tempo em relação as demais regiões (Fig. 7b, c, e). Pois os dados mostram que os valores de $\delta^{18}\text{O}$ mantiveram-se constante e mais negativos na região nordeste para um longo intervalo de tempo, entre ~11.0 ka cal AP e 5.0 ka cal AP. Por outro lado, a ausência de árvores de mangue na região sul até cerca de 2.0 ka cal AP pode estar associada a fase mais seca para essa região, pois os registros de $\delta^{18}\text{O}$ na caverna de Botuverá (Santa Catarina) caracterizam-se por valores menos negativos (< -2,7‰) (Fig. 9d).

A partir de 5.0 ka cal AP quando se observa retração das florestas de mangue os registros de $\delta^{18}\text{O}$ caracterizam-se por diminuição dos valores negativos na região norte e

nordeste (Fig. 6b e 7b, c, d), o que se enquadra numa fase de umidade mais baixa e anomalia de temperatura da superfície da água diminuem (Cruz *et al*, 2005, 2009; Santos *et al*, 2022). Porém na região sudeste, esse padrão climático parece não ocorrer, uma vez que os valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ caracterizam-se por flutuações abruptas pontuando todo o Holoceno, com diferenças na intensidade e duração dos eventos de picos de precipitação. Isto é, a duração dos eventos de precipitação é menor (até 100 anos) a partir de 5.0 ka cal AP quando comparados a fase anterior (até 300 anos) (Fig. 8b, c). Em contraposição a região Sul caracteriza-se por aumento dos valores negativos de $\delta^{18}\text{O}$ (Fig. 9d) a partir de 5.0 ka cal AP o que reflete no movimento do SAMS/ZCAS para o sul e intensifica a atividade convectiva neste sistema (Cruz *et al*, 2005). Isto é, climaticamente a partir do Holoceno médio parece intensificar as diferenças climáticas entre as regiões em estudo o que pode refletir em diferentes respostas da dinâmica das florestas de mangue para as diferentes regiões da costa brasileira. Assim, a diminuição da precipitação, marca a transição de um clima mais úmido para um clima mais seco nas regiões norte, nordeste e sudeste coincidindo com a queda do NRM favorecendo a retração das florestas de mangue com diminuição da frequência relativa dos polens e da distribuição espacial de *Rhizophora* e *Avicennia*. Enquanto as vegetações de herbácea e várzea aumentam a frequência e distribuição espacial. Por sua vez na região sul, sob clima mais úmido e temperaturas oceânicas mais frias, as florestas de mangue não colonizaram a região, sendo observado os primeiros registros de várzea e herbácea.

Após 2.0 ka cal AP a floresta de mangue expande novamente, sob os valores de $\delta^{18}\text{O}$ para as regiões norte, nordeste e sudeste variando entre -5.0‰ e -2.0‰ o que indica queda na umidade e, logo, diminuição da precipitação quando comparado com a fase anterior (a partir de 5.0 ka cal AP) (Fig. 6b, 7b, c, d e 8b, c). Apesar da precipitação diminuir a presença de picos dos valores de $\delta^{18}\text{O}$ a partir de 2.0 ka cal AP, indica aumento de precipitação para as diferentes regiões. Desta forma, a expansão da vegetação de mangue em associação com a vegetação de várzea e herbácea sugere que a diminuição da precipitação não foi suficiente para gerar redução das florestas de mangue. Outro fator é a ocorrência de maiores valores para as anomalias de temperatura para a corrente do Brasil nas regiões norte e nordeste, indicando águas mais quentes em relação a fase anterior (Fig. 6d, 7f). Enquanto que para as regiões sul e sudeste a partir de 2.0 ka cal AP observa-se os menores valores para as anomalias da BC (Fig. 8e, 9d), o que indica resfriamento das águas superficiais marinhas do atlântico sul. Desse modo, diferente do proposto por Figueiredo *et al*, (2023) a temperatura da água do mar pode não ter sido fator condicionante para a expansão da colonização das árvores de mangue rumo sul.

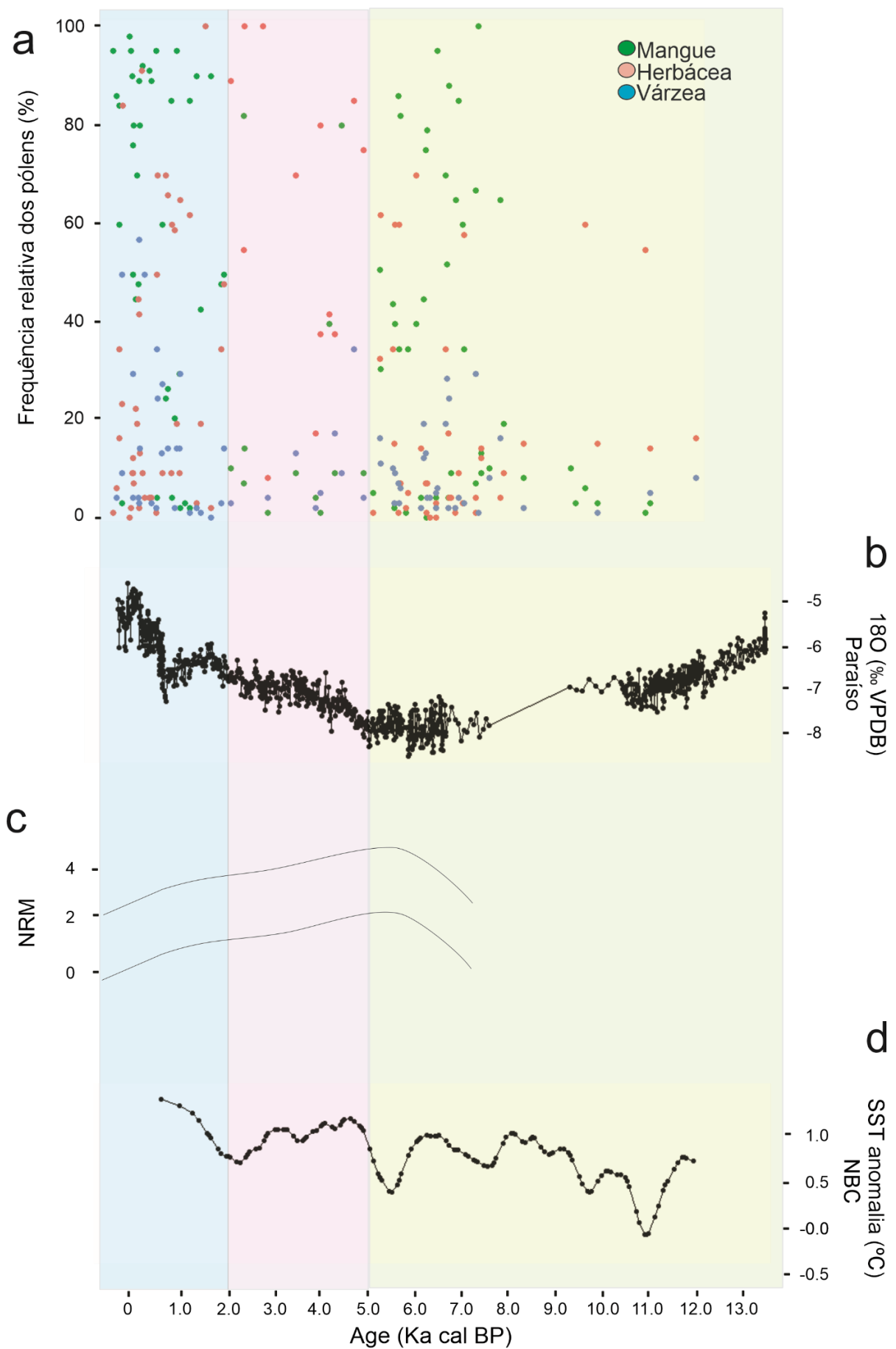


Figura 6. Relação entre dados de floresta de mangue, herbácea e várzea e os dados climáticos para a região norte com destaque para: a) frequência relativa de pólen dos grupos ecológicos de mangue, herbácea e várzea; b) Registro de $\delta^{18}\text{O}$ dos espeleotemas da caverna Paraíso na Amazônia (Wang *et al*, 2017); c) Curva do NRM (Angulo *et al*, 2006); d) Anomalia de temperatura da corrente Norte do Brasil (Santos *et al*, 2022).

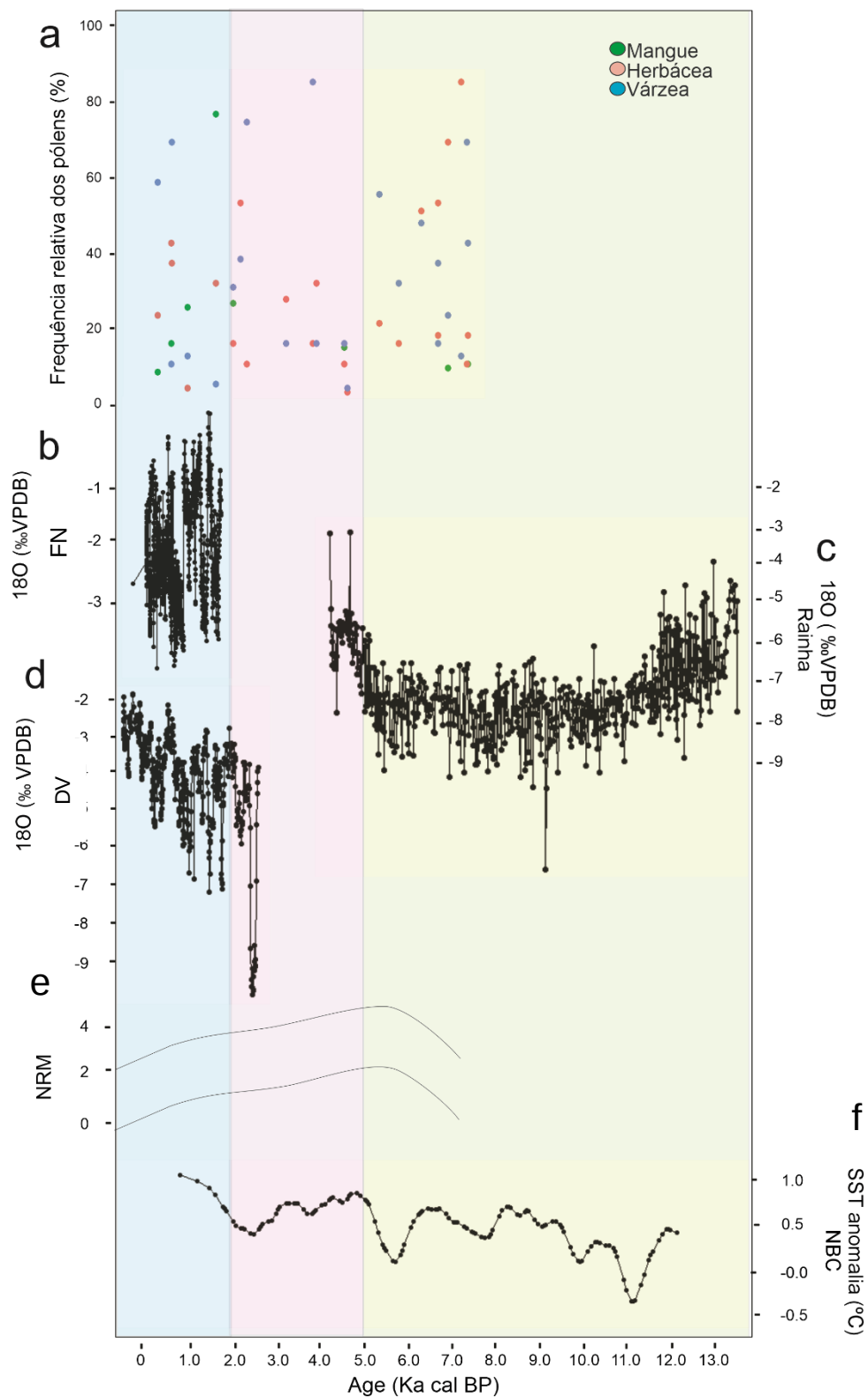


Figura 7. Relação entre dados de floresta de mangue, herbácea e várzea e os dados climáticos para a região nordeste com destaque para: a) gráfico de frequência relativa de pólen dos grupos ecológicos de mangue, herbácea e várzea; b) Valores de $\delta^{18}\text{O}$ dos espeleotemas da caverna Furna Nova na região nordeste (Cruz *et al*, 2009); c) Valores de $\delta^{18}\text{O}$ dos espeleotemas da caverna Rainha na região nordeste (Cruz *et al*, 2009); d) Registro de $\delta^{18}\text{O}$ dos espeleotemas da caverna Diva Maura na região nordeste (Novello *et al*, 2012) e) Curva do NRM (Angulo *et al*, 2006); f) Anomalia de temperatura da corrente Norte do Brasil (Santos *et al*, 2022).

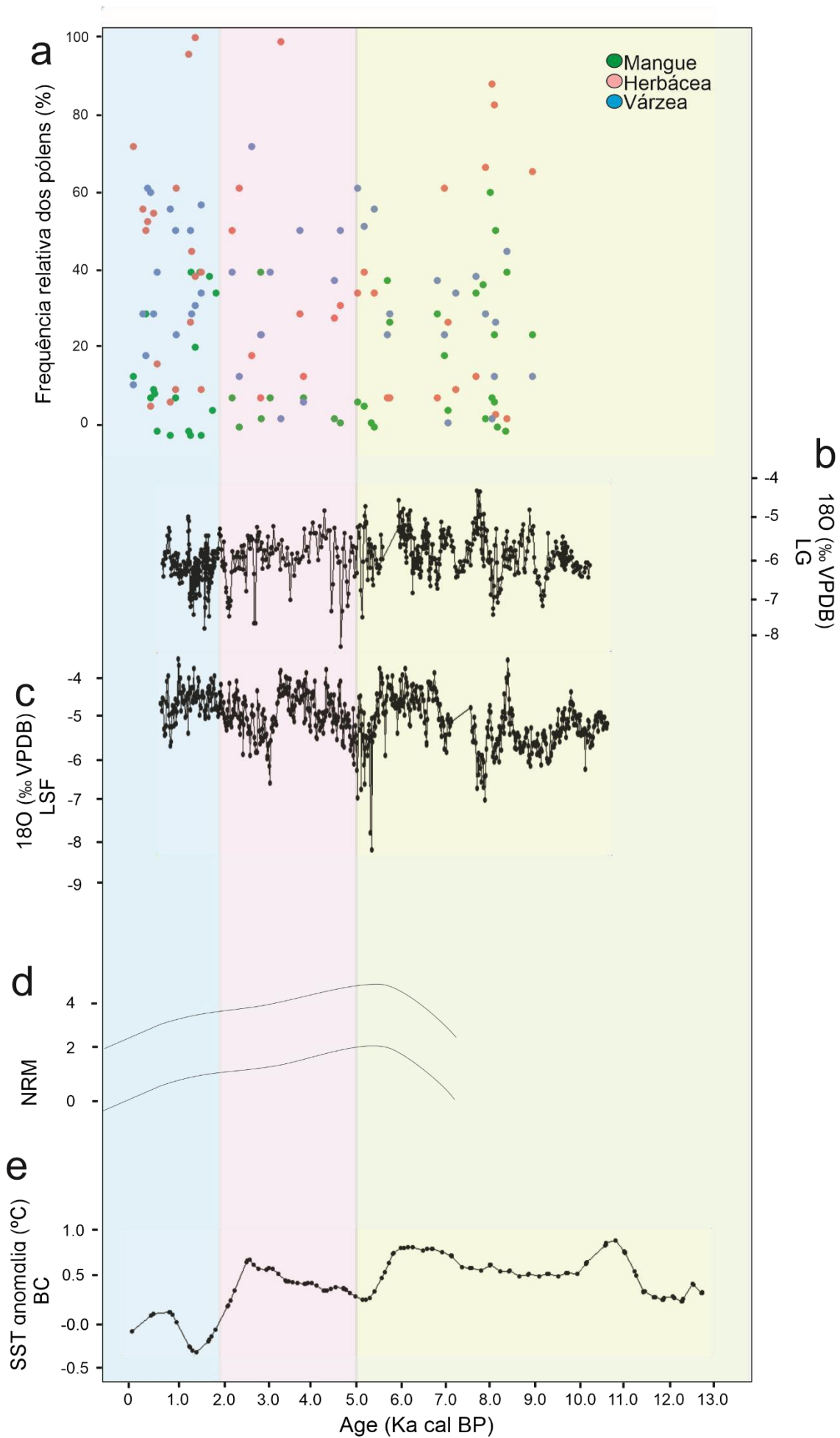


Figura 8. Relação entre dados de floresta de mangue, herbácea e várzea e os dados climáticos para a região sudeste com destaque para: a) frequência relativa de pólen dos grupos ecológicos de mangue, herbácea e várzea da região sudeste; b) Valores de $\delta^{18}\text{O}$ dos espeleotemas da caverna Lapa Grande no sudeste (Stríkis *et al*, 2018); c) gráfico de $\delta^{18}\text{O}$ dos espeleotemas da caverna Lapa Grande no sudeste (Stríkis *et al*, 2018) d) Curva do NRM (Angulo *et al*, 2006); e) anomalia de temperatura da corrente do Brasil (Santos *et al*, 2022).

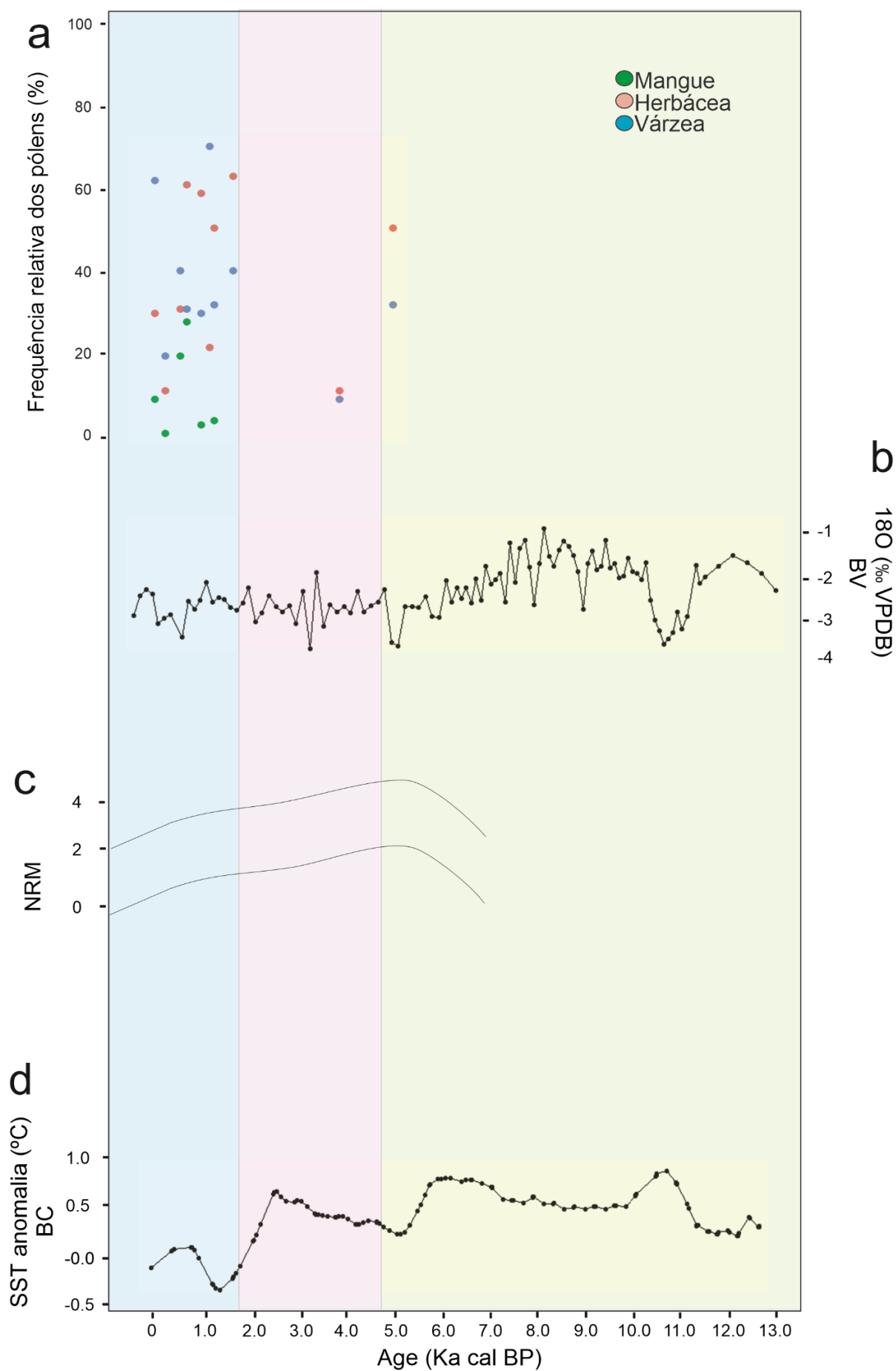


Figura 9. Relação entre dados de floresta de mangue, herbácea e várzea e os dados climáticos para a região sul com destaque para: a) gráfico de frequência relativa de pólen dos grupos ecológicos de mangue, herbácea e várzea da região sul; b) gráfico de $\delta^{18}\text{O}$ dos espeleotemas da caverna Botuverá no sul (Cruz *et al*, 2009); c) Curva do NRM (Angulo *et al*, 2006); d) anomalia de temperatura da corrente do Brasil (Santos *et al*, 2022).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento e expansão das florestas costeiras durante o Holoceno com ênfase para as comunidades de mangue, herbácea e várzea, são resultados de interação de fatores complexos, como NRM, clima e circulação oceânica. Os resultados de frequência relativa de pólen de mangue e datações ^{14}C obtidos neste estudo combinados com as mudanças do NRM e do clima durante o Holoceno permitiram inferir três principais fases da dinâmica evolutiva dos manguezais.

A primeira fase, considerada a fase de instalação e expansão do mangue ocorre entre 11.0 ka cal AP e 5.0 ka cal AP e caracteriza-se pela colonização das florestas de mangue em áreas com várzeas e herbáceas. A instalação do mangue foi favorecida pela elevação do NRM a partir de 10.0 ka cal AP e pelo máximo transgressivo em ~6.0 ka AP, quando atingiu ~ 2.0m mais alto que o atual na costa brasileira e favoreceu a expansão dos manguezais para as planícies intermareais estuarinas. As idades indicam que as primeiras árvores de mangue na costa brasileira teriam colonizado a região norte deste estudo por volta de 11.0 ka AP e eram representadas pelo gênero de *Rhizophora*. Na sequência teriam expandido para as regiões nordeste e sudeste (8.0 Ka cal AP), porém representadas tanto pelo gênero de *Rhizophora* como *Avicennia*. Ao longo de todo o Holoceno, o gênero de *Rhizophora* foi o mais representativo, exceto na região sul. Adicionalmente, para a região nordeste não se observou a expansão dos gêneros de *Rhizophora* e de *Avicennia*, tendo em vista que a ocorrência de polens de mangue é observada pontualmente, não podendo confirmar uma tendência de aumento da distribuição dos polens. As condições climáticas entre 10.0 e 5.0 ka AP também influenciaram na instalação do mangue nas regiões norte, nordeste e sudeste. O início do Holoceno foi caracterizado por um aumento da temperatura média da superfície global, o que influenciou as mudanças de temperaturas na superfície da água e regimes de precipitação para a costa brasileira. Assim, durante o período de 10.0 a 5.0 ka cal AP os dados mostraram aumento da temperatura superficial da água e da precipitação, tendo um aumento maior da precipitação em ~7.0 ka cal AP até 5.0 ka cal AP. No período de expansão do mangue nas regiões norte e sudeste, marcado nesse trabalho entre 8.0 ka cal AP e 5.0 ka cal AP, coincide com o aumento da precipitação, temperatura da água e NRM, o que teria favorecido para a expansão das florestas de manguezais. Apesar da precipitação, TSM e NRM serem similares os das outras regiões, a dinâmica do manguezal não pode ser inferida para a região nordeste. Outros fatores podem estar relacionados a mudança na distribuição de mangue para o nordeste, como os processos de dinâmica do canal de maré associados às variações do nível do mar e sedimentação costeira, como o avanço das dunas ativas (Figueiredo *et al*, 2023).

A segunda fase, entre 5.0 e 2.0 Ka cal AP, é caracterizada pela retração das florestas de mangue, sendo evidenciadas pela redução na distribuição e frequência relativa dos polens,

na região norte e sudeste deste estudo. A queda do NRM após a máxima inundação e a diminuição da precipitação a partir de 5.0 ka cal AP, marca a transição de um clima mais úmido para mais seco nas duas regiões, o que resultou na redução das florestas de manguezal. No entanto, com relação a precipitação, os dados de $\delta^{18}\text{O}$ mostraram um comportamento contrário, tendo um aumento da precipitação a partir de 5.0 ka cal AP relacionado com o primeiro aparecimento de polens de herbáceas e várzeas.

A última fase, entre 2.0 ka cal AP e o atual, é marcada pela expansão do mangue nas regiões norte, nordeste e sudeste e a instalação na região do sul. O gênero de *Laguncularia* ocorre inicialmente na região sudeste deste estudo e é o mais abundante na região do sul. Os dados de $\delta^{18}\text{O}$ indicam que a precipitação na região norte, nordeste e sudeste continuou a diminuir, porém, essa nova fase de expansão dos mangues pode ser associada as elevações do nível do mar nos últimos milênios. O surgimento de polens na região sul se relaciona com os dados de $\delta^{18}\text{O}$, onde mostram que para a região sul aumenta a precipitação e também ao aumento da temperatura média global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Ab'Saber, A. N., & Holmquist, C. (2001). Litoral do Brasil: Brazilian Coast. São Paulo: Metalivros. 120pp
- Angulo, R. J., Lessa, G. C., & Souza, M. C. De. (2006). A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25(5–6), 486–506. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2005.03.008>
- Behling, H., & Lima, M. (2001). Holocene vegetational and coastal environmental changes from the A State , eastern Amazonia Lago Crispim record in northeastern Para. 114, 145–155.
- Behling, H.; Hooghiemstra, H. Neotropical savanna environments in space and time: Late Quaternary interhemispheric comparisons. In: MARKGRAF, V. (Ed.) *Interhemispheric Climate Linkages*. San Diego: Academic Press, 2001. p.307-23.
- Bozi, Bettina S. et al, Impacts of sea-level changes on mangroves from southeastern Brazil during the Holocene and Anthropocene using a multi-proxy approach. *Geomorphology*, v. 390, 2021 Tradução . . Acesso em: 10 ago. 2023.
- Cancela, M., Cohen, L., Carlos, M., Fátima, D. De, Carlos, L., Pessenda, R., César, P., Giannini, F., Lorente, F. L., Álvaro, A., Junior, B., Castro, D., & Macario, K. (2014). Landscape evolution during the late Quaternary at the Doce River mouth , Espírito Santo State , Southeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 415,

- 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2013.12.001>.
- Chapman, V.J., 1976. Mangrove Vegetation. J. Cramer, Vaduz, Germany. 154pp
- Cheng, H., Sinha, A., Cruz, F. W., Wang, X., Edwards, R. L., D'Horta, F. M., Ribas, C. C., Vuille, M., Stott, L. D., & Auler, A. S. (2013). Climate change patterns in Amazonia and biodiversity. *Nature Communications*, 4. <https://doi.org/10.1038/ncomms2415>
- Cohen, M. C. L., Behling, H., & Lara, R. J. (2005). Amazonian mangrove dynamics during the last millennium: The relative sea-level and the Little Ice Age. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 136(1–2), 93–108. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2005.05.002>
- Cohen, M. C. L., & Lara, J. (2003). Cohen & Lara 2003 - Remote sensing of mangrove boundaries. 1986, 223–231.
- Cohen, M. C. L., Lara, R. J., Smith, C. B., Angélica, R. S., Dias, B. S., & Pequeno, T. (2008). Wetland dynamics of Marajó Island, northern Brazil, during the last 1000 years. *Catena*, 76(1), 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.09.009>
- Cohen, M. C. L., Pessenda, L. C. R., Behling, H., de Fátima Rossetti, D., França, M. C., Guimarães, J. T. F., Friaes, Y., & Smith, C. B. (2012). Holocene palaeoenvironmental history of the Amazonian mangrove belt. *Quaternary Science Reviews*, 55, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.08.019>
- Cohen, M. C. L., Souza Filho, P. W. M., Lara, R. J., Behling, H., & Angulo, R. J. (2005). A model of Holocene mangrove development and relative sea-level changes on the Bragança Peninsula (northern Brazil). *Wetlands Ecology and Management*, 13(4), 433–443. <https://doi.org/10.1007/s11273-004-0413-2>
- Cohen M.C.L. et al, 2020a. Impacts of Holocene and modern sea-level changes on estuarine mangroves from northeastern Brazil. *Earth Surf Process Landforms*, 45(2):375–392. <https://doi.org/10.1002/esp.4737>.
- Cruz, F.W.j., Burns, S.J., Karmann, I., Sharp, W.D., Vuille, M., Cardoso, A.O., Ferrari, J.A., Silva Dias, P.L. & Viana Jr., O. (2005) Insolation-driven changes in atmospheric circulation over the past 116,000 years in subtropical Brazil. . *Nature*, 434, 63-66
- Cruz, F.W., Vuille, M., Wang, X., Cheng, H., Werner, M., Lawrence Edwards, R., et al., 2009. Orbitally driven east-west antiphasing of south american precipitation. *Nat. Geosci.* 2, 210e214. <https://doi.org/10.1038/NGEO444>
- DHN. DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. Tábuas de marés para 2003. Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros. Niterói-RJ. Marinha do Brasil. DHN, 2003.
- Dominguez JML, Andrade ACS, Almeida AB, Bitencourt ACSP (2009) The Holocene barrier strand plains of the state of Bahia. In: Dillenburg S, Hesp PA (eds) *Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil*. Springer, Berlin, pp 254–288
- Duke, N. C., Ball, M. C., & Ellison, J. C. (1998). Factors influencing biodiversity and

- distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(1), 27–47. <https://doi.org/10.2307/2997695>
- Ellison, A. M., Farnsworth, E. J., & Merkt, R. E. (1999). Origins of mangrove ecosystems and the mangrove biodiversity anomaly. *Global Ecology and Biogeography*, 8(2), 95–115. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.1999.00126.x>
- Ellison, A. M. (2002). Macroecology of mangroves: Large-scale patterns and processes in tropical coastal forests. *Trees - Structure and Function*, 16(2–3), 181–194. <https://doi.org/10.1007/s00468-001-0133-7>
- Eslami-Andargoli L, Dale, P. Sipe, N. and Chaseling J. 2009. Mangrove expansion and rainfall patterns in Moreton Bay, Southeast Queensland, Australia. *Estuar Coast Shelf Sci* 85: 292–298.
- Fig.ueiredo, B, L .Dinâmica espaço-temporal dos manguezais brasileiros: efeitos das mudanças climáticas e flutuações do nível do mar. 2023. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-04092023-141437/>. Acesso em: 16 nov. 2023.
- Filho, P. W. M. S., Cohen, M. C. L., Lara, R. J., Lessa, G. C., Koch, B., Filhof, P. W. M. S., Cohenf, M. C. L., Laraj, R. J., Lessao, G. C., Koch, B., & Behling, H. (2006). Holocene Coastal Evolution and Facies Model of the Bragança Macrotidal Flat on the Amazon Mangrove Coast , Northern Brazil Linked references are available on JSTOR for this article : You may need to log in to JSTOR to access the linked references . *Holocene*. 39.
- Fontes, D., Cordeiro, R. C., Martins, G. S., Behling, H., Turcq, B., Sifeddine, A., Seoane, J. C. S., Moreira, L. S., & Rodrigues, R. A. (2017). Paleoenvironmental dynamics in South Amazonia, Brazil, during the last 35,000 years inferred from pollen and geochemical records of Lago do Saci. *Quaternary Science Reviews*, 173, 161–180. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.08.021>
- França, C. F. Morfologia e mudanças costeiras da margem leste da Ilha de Marajó (PA). 2003. 144 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003
- França, M. C., Alves, I. C. C., Cohen, M. C. L., Rossetti, D. F., Pessenda, L. C. R., Giannini, P. C. F., Lorente, F. L., Álvaro, A., Junior, B., Bendassolli, J. A., & Macario, K. (2016). Millennial to secular time-scale impacts of climate and sea-level changes on mangroves from the Doce River delta , Southeastern Brazil. <https://doi.org/10.1177/0959683616645938>
- França, M. C., Cohen, M. C. L., Pessenda, L. C. R., Rossetti, D. F., Lorente, F. L., Buso Junior, A. Á., Guimarães, J. T. F., Friaes, Y., & Macario, K. (2013). Mangrove vegetation changes

- on Holocene terraces of the Doce River, southeastern Brazil. *Catena*, 110, 59–69. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.06.011>
- Gorenstein, I., Prado, L. F., Bianchini, P. R., Wainer, I., Griffiths, M. L., Pausata, F. S. R., & Yokoyama, E. (2022). A fully calibrated and updated mid-Holocene climate reconstruction for Eastern South America. *Quaternary Science Reviews*, 292. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107646>
- Guimarães, J. T. F., Cohen, M. C. L., França, M. C., Pessenda, L. C. R., & Behling, H. (2013). Morphological and vegetation changes on tidal flats of the Amazon Coast during the last 5000 cal. yr BP. *Holocene*, 23(4), 528–543. <https://doi.org/10.1177/0959683612463097>
- He, F., Shakun, J., Clark, P. et al. Northern Hemisphere forcing of Southern Hemisphere climate during the last deglaciation. *Nature* 494, 81–85 (2013). <https://doi.org/10.1038/nature11822>
- Krauss, K. W., Lovelock, C. E., McKee, K. L., López-Hoffman, L., Ewe, S. M. L., & Sousa, W. P. (2008). Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 105–127. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.014>
- Ledru, M.-P., Salatino, M.L.F., Ceccantini, G., Pinheiro, A., Pinheiro, F., and Pintaud, J.C., 2007, Regional assessment of the impact of climatic change on the distribution of a tropical conifer in the lowlands of the lowlands of South America: *Diversity and Distributions*, v. 13, p. 761 – 771, doi:10.1111/j.1472-4642.2007.00389.x
- Liu, Z., Harrison, S.P., Kutzbach, J. et al, Global monsoons in the mid-Holocene and oceanic feedback. *Climate Dynamics* 22, 157–182 (2004). <https://doi.org/10.1007/s00382-003-0372-y>
- Martorano, L. G.; Pereira, L. C.; Cezar, E. G. M.; Pereira, I. C. B. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica. Belém, SUDAM/EMBRAPA, SNLCS, p.53, 1993.
- Mori, G. M., Zucchi, M. I., & Souza, A. P. (2015a). Multiple-geographic-scale genetic structure of two mangrove tree species: The roles of mating system, hybridization, limited dispersal and extrinsic factors. *PLoS ONE*, 10(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118710>
- Mori, G. M., Zucchi, M. I., & Souza, A. P. (2015b). Multiple-geographic-scale genetic structure of two mangrove tree species: The roles of mating system, hybridization, limited dispersal and extrinsic factors. *PLoS ONE*, 10(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118710>
- Morais P.D., Morais J.D. 2000. O Amapá em Perspectiva: uma abordagem histórico-geográfica.: Editora Valcan, Macapá.
- Mulitza, S., Chiessi, C. M, Schefuß, E, Lippold, J, Wichmann, D, Antz, B., et al. (2017). Synchronous and proportional deglacial changes in Atlantic meridional overturning and northeast Brazilian precipitation. *Paleoceanography*, 32(6), 622. PA003084.
- Nettel, A., Dodd, R. S., Afzal-Rafii, Z., & Tovilla-Hernández, C. (2008). Genetic diversity

- enhanced by ancient introgression and secondary contact in East Pacific black mangroves. *Molecular Ecology*, 17(11), 2680–2690. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03766.x>
- Peixoto, A.L. & Gentry, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). *Revta brasil. Bot.* 13:19-25.
- Pessenda L.C.R., Gouveia S.E.M., Ribeiro A. de S, Oliveira P. E. de, Aravena R. 2010. Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, 297:597–608. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.09.008>
- Pil, M. W., Boeger, M. R. T., Muschner, V. C., Pie, M. R., Ostrensky, A., & Boeger, W. A. (2011). Postglacial north-south expansion of populations of *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) along the Brazilian coast revealed by microsatellite analysis. *American Journal of Botany*, 98(6), 1031–1039. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000392>
- Prado, L., Wainer, I., Chiessi, C.M., Ledru, M.-P., Turcq, B., 2013a. A mid-holocene climate reconstruction for eastern south America. *Clim. Past* 9, 2117e2133. <https://doi.org/10.5194/cp-9-2117-2013>
- Pugh, D. (1987) *Tides, Surges and Mean Sea Level: A Handbook for Engineers and Scientists*. John Wiley & Sons, Chichester, 472 p.
- Quisthoudt, K., Schmitz, N., Randin, C. F., Dahdouh-Guebas, F., Robert, E. M. R., & Koedam, N. (2012). Temperature variation among mangrove latitudinal range limits worldwide. *Trees - Structure and Function*, 26(6), 1919–1931. <https://doi.org/10.1007/s00468-012-0760-1>
- Ricklefs, R. E., Schwarzbach, A. E., Renner, S. S., & Url, S. (2012). Rate of Lineage Origin Explains the Diversity Anomaly in the World ' s Mangrove Vegetation . *Rate of Lineage Origin Explains the Diversity Anomaly in the World ' s Mangrove Vegetation*. *Diversity*, 168(6), 805–810.
- Rodrigues, E., Cohen, M. C. L., Liu, K. biu, Pessenda, L. C. R., Yao, Q., Ryu, J., Rossetti, D., de Souza, A., & Dietz, M. (2021). The effect of global warming on the establishment of mangroves in coastal Louisiana during the Holocene. *Geomorphology*, 381. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107648>
- Rossi, M.; Mattos, I. F. A. Solos de mangue do Estado de São Paulo: caracterização química e física. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 15, p. 101-113, 2002.
- Rull, V. (2022). Responses of Caribbean Mangroves to Quaternary Climatic, Eustatic, and Anthropogenic Drivers of Ecological Change: A Review †. In *Plants* (Vol. 11, Issue 24). MDPI. <https://doi.org/10.3390/plants11243502>
- T.P.Santos,D.O.Lessa,I.M.Venancio,C.M.Chiessi,S.Mulitza,H.Kuhnert,A.Govin,T.Machado,K .B.Costa,F.Toledo,B.B.Dias,A.L.S.Albuquerque Prolonged warming of the Brazil Current precedes deglaciations *Earth Planet Sci. Lett*, 463 (2017), pp. 1-

12,10.1016/j.epsl.2017.01.014

- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; Adaime, R. R.; Camargo, T. M. (1990a) Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. *Estuaries*, v.13, n.2, p.204-218, 1990.
- Schaeffer-Novelli, Y. (1995). *Manguezal: ecossistema entre a terra eo mar* Caribbean Ecological Research.
- Schaeffer-Novelli, Y., Soriano-Sierra, E. J., Do Vale, C. C., Bernini, E., Rovai, A. S., Pinheiro, M. A. A., Schmidt, A. J., De Almeida, R., Coelho Júnior, C., Menghini, R. P., Martinez, D., Abuchahla, G. M. de O., Cunha-Lignon, M., Charlier-Sarubo, S., Shirazawa-Freitas, J., & Cintrón-Molero, G. (2016). Climate changes in mangrove forests and salt marshes. In *Brazilian Journal of Oceanography* (Vol. 64, Issue Special Issue 2, pp. 37–52). Universidade de Sao Paulo. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160919064sp2>
- Schnider, U., Becker, A., Finger, P., Meyer-Christoffer, A., Rudolf, B., & Ziese, M. (2011). GPCC Full Data Reanalysis Version 6.0 at 0.5°: Monthly Land-Surface Precipitation from Rain-Gauges built on GTS-based and Historic Data, doi: 10.5676/DWD_GPCC.FD_M_V6_050.
- Silva, W. S.; Fornasari, N. Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas no Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo*, n. 63. IPT, 1992.
- Smith, R., & Mayle, F. (2018). Impact of mid- to late Holocene precipitation changes on vegetation across lowland tropical South America: A paleo-data synthesis. *Quaternary Research*, 89(1), 134-155. doi:10.1017/qua.2017.89
- Smith, C. B., Cohen, M. C. L., Pessenda, L. C. R., França, M. C., Guimarães, J. T. F., Spalding, M.; Kainuma, M.; Collins, L. *World Atlas of Mangroves*. London: Earthscan. 2010.
- Strikis, N. M, Cruz, F. W, Cheng, H, Karmann, I, Edwards, R. L, Vuille, M, et al. (2011). Abrupt variations in South American monsoon rainfall during the Holocene based on a speleothem record from central-eastern Brazil. *Geology*, 39(11), 1075–1078.
- Suguio, K., Martin, L., Bittencourt, A.C.S.P., Dominguez, J.M.L., Flexor, J.M., Azevedo, A.E.G.de, 1985. Flutuac-ões do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências* 15, 273–286.
- Rossetti, D. de F., & Lara, R. J. (2011). Holocene coastal vegetation changes at the mouth of the Amazon River. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 168(1), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2011.09.008>
- Takayama, K., Tamura, M., Tateishi, Y., & Kajita, T. (2008). Isolation and characterization of microsatellite loci in the red mangrove *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) and its related

- species. *Conservation Genetics*, 9(5), 1323–1325. <https://doi.org/10.1007/s10592-007-9475-z>
- Takayama, K., Tamura, M., Tateishi, Y., Webb, E. L., & Kajita, T. (2013). Strong genetic structure over the American continents and transoceanic dispersal in the mangrove genus *Rhizophora* (Rhizophoraceae) revealed by broad-scale nuclear and chloroplast DNA analysis. *American Journal of Botany*, 100(6), 1191–1201. <https://doi.org/10.3732/ajb.1200567>
- Toledo, M. B. De, & Bush, M. B. (2007). A mid-Holocene environmental change in Amazonian savannas. 1313–1326. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01606.x>
- Vedel, V., Behling, H., Cohen, M., & Lara, R. (2006). Holocene mangrove dynamics and sea-level changes in northern Brazil, inferences from the Taperebal core in northeastern Pará State. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15(2), 115–123. <https://doi.org/10.1007/s00334-005-0023-9>
- Woodroffe, C. D.; Grindrod, J. Mangrove biogeography the role of Quaternary environmental and sea-level change. *Journal of Biogeography*, n. 18, p. 479-492, 1991
- Woodroffe, C. (2005). *and Geomorphology*. 41, 2005.

ANEXO 01

Region	Place	Code	Deep core (cm)	Deep age (cm)	Age_min (cal AP)	Age_max (cal AP)	Facies	Ecogroup	Frequência relativa de polens	Latitude	Longitude	Reference
Norte	Amapá	CUR1	750	500	9553	9885	Lbr	Mangue	7	23028.02	497774.21	Alizadeh et al 2015
Norte	Amapá	CUR2	750	700	10731	11173	Lbr	Mangue	2	23028.02	497774.21	Alizadeh et al 2015
Norte	Amapá	G2_65	150	65	140	220	Lbr	Mangue	84	287596.06	517044.71	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G3-100	150	100	1290	1350	Lbr	Mangue	21	287350.28	515778.73	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G4-100	100	100	2310	2630	Lbr	Mangue	11	287380.86	514636.23	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G1-100	100	100	5470	5610	Lbr	Mangue	31	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	G1-30	100	30	310	157	Lbr	Mangue	4	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	MAC-200	200	200	5470	5560	Lbr	Mangue	51	7373.00	496286.00	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-60	100	60	1080	1260	Lbr	Mangue	27	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-100	100	100	2300	2350	Lbr	Mangue	50	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	M-116	500	116	4520	4660	Lbr	Mangue	10	17993.62	493013.58	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	M-218	500	218	5990	6210	Lbr	Mangue	35	17993.62	493013.58	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	M-317	500	317	6790	7000	Lbr	Mangue	52	17993.62	493013.58	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	M-432	500	432	7160	7280	Lbr	Mangue	60	17993.62	493013.58	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-35	200	35	1230	1300	Lbr	Mangue	5	14150.93	491104.20	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-65	200	65	1540	1700	Lbr	Mangue	3	14150.94	491104.21	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-108	200	108	7570	7630	Lbr	Mangue	14	14150.95	491104.22	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-150	200	150	7570	7630	Lbr	Mangue	10	14150.96	491104.23	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-182	200	182	7670	7850	Lbr	Mangue	11	14150.97	491104.24	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-197	200	197	8000	8120	Lbr	Mangue	20	14150.98	491104.25	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	CUR1	750	500	9553	9885	Lbr	Herbácea	60	23028.02	497774.21	Alizadeh et al 2015
Norte	Amapá	CUR2	750	700	10731	11173	Lbr	Herbácea	55	23028.02	497774.21	Alizadeh et al 2015
Norte	Amapá	G2_132	150	132	3070	3170	Lbr	Herbácea	100	287596.06	517044.71	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G2_65	150	65	140	220	Lbr	Herbácea	17	287596.06	517044.71	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G3_150	150	150	2710	2770	Lbr	Herbácea	100	287350.28	515778.73	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G3-100	150	100	1290	1350	Lbr	Herbácea	59	287350.28	515778.73	Guimarães et al 2012

Norte	Amapá	G4-100	100	100	2310	2630	Lbr	Herbácea	89	287380.86	514636.23	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G1-100	100	100	5470	5610	Lbr	Herbácea	62	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	G1-30	100	30	310	65	Lbr	Herbácea	84	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	GA-127	160	127	935	1005	Lbr	Herbácea	70	287431.48	514625.31	Guimarães et al 2010
Norte	Amapá	MAC-20	200	20	560	600	Lbr	Herbácea	42	7373.00	496286.00	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	MAC-200	200	200	5470	5560	Lbr	Herbácea	33	7373.00	496286.00	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-60	100	60	1080	1260	Lbr	Herbácea	66	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-100	100	100	2300	2350	Lbr	Herbácea	48	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	M-116	500	116	4520	4660	Lbr	Herbácea	38	17993.62	493013.58	Cohen et al 2005
Norte	Amapá	M-218-1	500	218	5990	6210	Lbr	Herbácea	6	17993.62	493013.58	Cohen et al 2005
Norte	Amapá	M-432	500	432	7160	7280	Lbr	Herbácea	4	17993.62	493013.58	Cohen et al 2005
Norte	Amapá	T-35	200	35	1230	1300	Lbr	Herbácea	60	14150.93	491104.20	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-65	200	65	1540	1700	Lbr	Herbácea	62	14150.94	491104.21	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-108	200	108	7570	7630	Lbr	Herbácea	15	14150.95	491104.22	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-150	200	150	7570	7630	Lbr	Herbácea	13	14150.96	491104.23	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	T-197	200	197	8000	8120	Lbr	Herbácea	10	14150.97	491104.24	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	G3-100	150	100	1290	1350	Lbr	Várzea	3	287350.28	515778.73	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G4-100	100	100	2310	2630	Lbr	Várzea	4	287380.86	514636.23	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G1-100	100	100	5470	5610	Lbr	Várzea	12	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	G1-30	100	30	310	65	Lbr	Várzea	10	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	GA-127	160	127	935	1005	Lbr	Várzea	25	287431.48	514625.31	Guimarães et al 2010
Norte	Amapá	MAC-20	200	20	560	600	Lbr	Várzea	57	7373.00	496286.00	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	MAC-200	200	200	5470	5560	Lbr	Várzea	17	7373.00	496286.00	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-60	100	60	1080	1260	Lbr	Várzea	15	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-100	100	100	2300	2350	Lbr	Várzea	15	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	M-116	500	116	4520	4660	Lbr	Várzea	18	17993.62	493013.58	Cohen et al 2005
Norte	Amapá	M-317	500	317	6790	7000	Lbr	Várzea	29	17993.62	493013.58	Cohen et al 2005
Norte	Amapá	T-182	200	182	7670	7850	Lbr	Várzea	9	14150.93	491104.20	De Toledo et al 2006
Norte	Amapá	G3-100	150	100	1290	1350	Lbr	TSF	20	287350.00	515778.00	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G2_65	150	65	140	220	Lbr	Esporos	51	287596.06	517044.71	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G3_150	150	150	2710	2770	Lbr	Esporos	1	287350.28	515778.73	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G3-100	150	100	1290	1350	Lbr	Esporos	5	287350.28	515778.73	Guimarães et al 2012
Norte	Amapá	G4-100	100	100	2310	2630	Lbr	Esporos	100	287380.86	514636.23	Guimarães et al 2012

Norte	Amapá	G1-100	100	100	5470	5610	Lbr	Esporos	50	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	G1-30	100	30	310	65	Lbr	Esporos	86	287782.95	517230.98	Cohen et al 2015
Norte	Amapá	MAC-200	200	200	5470	5560	Lbr	Esporos	80	7373.28	496286.20	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-60	100	60	1080	1260	Lbr	Esporos	100	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Amapá	AM-100	100	100	2300	2350	Lbr	Esporos	79	226857.49	521999.97	Guimarães et al 2011
Norte	Pará	RIV	225	65	614	552	Ar	Mangue	89	9928074.29	780021.01	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB1	255	83	6444	6633	Lbr	Mangue	5	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB2	255	146	6597	6737	Lbr	Mangue	5	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB3	255	194	6959	7159	Lbr	Mangue	3	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB4	255	240	6568	6772	Lbr	Mangue	3	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB5	255	251	7433	7521	Lbr	Mangue	30	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	B1-3	250	160	5744	5919	LA	Mangue	40	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-4	250	250	6197	6315	AL	Mangue	40	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B2-1	150	120	957	1182	Lm	Mangue	60	9899794.72	314110.22	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B2-2	150	150	921	117	Lm	Mangue	45	9899794.72	314110.22	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B3-1	150	150	5646	5924	Lm	Mangue	44	9899374.75	312620.73	Cohen et al 2021
Norte	Pará	MLT2-1	275	35	420	502	Lm	Mangue	50	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-2	275	177	4681	4798	Lm	Mangue	80	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-3	275	280	6425	6503	Lm	Mangue	75	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-1	550	213	686	699	Lm	Mangue	5	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-2	550	413	1405	1428	Tu	Mangue	30	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-3	550	550	7970	8011	Lm	Mangue	65	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	TJB	125	120	2690	2770	Lm	Mangue	82	9915154.61	182762.87	Rodrigues 2007
Norte	Pará	CRI-1	550	565	7640	7330	Af	Mangue	8	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-2	550	400	7330	6620	Tu	Mangue	10	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-3	550	350	6620	6320	Tu	Mangue	1	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-4	550	300	6320	5790	Tu	Mangue	2	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-5	550	245	5790	4970	Tu	Mangue	6	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-6	550	155	4970	3630	Lbr	Mangue	2	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-7	550	35	3630	1840	La	Mangue	8	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	LCB	95	30	1450	1590	Lm	Mangue	4			Behling et al 1996
Norte	Pará	LCB	95	47	2680	2800	Lm	Mangue	15			Behling et al 1996
Norte	Pará	LCB	95	97	9360	9500	Lm	Mangue	11			Behling et al 1996

Norte	Pará	LCA	555	374	9440	9620	Lm	Mangue	4			Behling et al 1996
Norte	Pará	TSM8	1080	100	7250	6900	Lm	Mangue	65			Castro et al 2012
Norte	Pará	LA	60	62	3706	3884	La	Mangue	10	9933892.00	706656.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	LB	80	82	4423	4530	La	Mangue	40	9933828.89	704340.43	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD	80	20	2234	2306	Lm	Mangue	48	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD	80	30	5888	5944	La	Mangue	35	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD	80	80	7168	7328	La	Mangue	35	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	PP-20	130	20	1605	1645	Lbr	Mangue	85	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-60	130	60	105	155	Lbr	Mangue	86	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-120	130	120	570	621	La	Mangue	80	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-20	120	20	1218	1262	Lbr	Mangue	85	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-60	120	60	456	500	Lbr	Mangue	80	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-100	120	100	1829	1879	La	Mangue	43	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	R1-150	150	150	520	560	Lbr	Mangue	70	9925433.98	778962.54	França et al 2012
Norte	Pará	R2-150	150	150	1120	1160	Lbr	Mangue	25	9925532.00	778913.00	França et al 2012
Norte	Pará	R3-110	150	110	30	70	Lbr	Mangue	95	9925473.28	779028.46	França et al 2012
Norte	Pará	R3-150	150	150	640	680	Lbr	Mangue	92	9925473.28	779028.46	França et al 2012
Norte	Pará	R5-255	255	256	7440	7530	Lbr	Mangue	67	9897335.00	760082.00	França et al 2012
Norte	Pará	AR-100	150	100	542	592	La	Mangue	48	9920008.13	704610.53	Cohen et al 2008
Norte	Pará	AR-230	150	230	786	890	La	Mangue	89	9929940.79	244013.91	Cohen et al 2008
Norte	Pará	SC-600	600	600	7509	7567	La	Mangue	100	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-290	600	290	6658	6748	La	Mangue	95	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-95	600	95	1044	1668	La	Mangue	95	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	BDA-240	540	240	1713	1818	La	Mangue	90	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	BDA-540	540	540	1994	2119	La	Mangue	90	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-30	135	30	434	483	La	Mangue	76	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2009
Norte	Pará	CS-90	135	90	927	952	La	Mangue	95	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2009
Norte	Pará	CS-135	135	135	5888	5913	La	Mangue	86	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2009
Norte	Pará	M2-27,5	95	27	350	490	La	Mangue	95	9902307.17	314528.96	Cohen et al 2005a
Norte	Pará	M3-30	75	30	340	440	La	Mangue	98	9902130.51	314323.50	Cohen et al 2005a
Norte	Pará	M5-57	95	57	730	870	La	Mangue	91	9900019.14	314520.10	Cohen et al 2005a
Norte	Pará	M9-10	100	10	143	217	Lbr	Mangue	60	9900385.58	314525.81	Cohen et al 2005a
Norte	Pará	M9-32	100	32	410	470	La	Mangue	90	9900385.58	314525.81	Cohen et al 2005a

Norte	Pará	TAP-115	350	115	5902	5990	Tu	Mangue	82	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	TAP-185	350	185	6460	6520	La	Mangue	79	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	TAP-290	350	290	6372	6458	La	Mangue	45	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	RIV	225	65	614	552	Ar	Herbácea	3	9928074.29	780021.01	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB1	255	83	6444	6633	Lbr	Herbácea	1	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB2	255	146	6597	6737	Lbr	Herbácea	1	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB3	255	194	6959	7159	Lbr	Herbácea	2	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB4	255	240	6568	6772	Lbr	Herbácea	4	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB5	255	251	7433	7521	Lbr	Herbácea	2	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	B2-1-1	150	120	957	1182	Lm	Herbácea	10	9899794.72	314110.22	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B2-2-2	150	150	921	117	LA	Herbácea	23	9899794.72	314110.22	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B3-1-1	150	150	5646	5924	Lm	Herbácea	35	9899374.75	312620.73	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-1-1	250	60	4146	4451	Lm	Herbácea	80	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-2-2	250	80	4834	5146	Lm	Herbácea	85	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-3-3	250	160	5744	5919	Lm	Herbácea	60	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-4-4	250	250	6197	6315	AL	Herbácea	70	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	MLT2-1	275	35	420	502	Lm	Herbácea	10	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-2	275	177	4681	4798	Lm	Herbácea	10	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-3	275	280	6425	6503	Lm	Herbácea	8	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-1	550	213	686	699	Lm	Herbácea	5	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-2	550	413	1405	1428	Tu	Herbácea	10	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-3	550	550	7970	8011	Lm	Herbácea	5	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	CRI-1	550	565	7640	7330	Af	Herbácea	5	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-2	550	400	7330	6620	Tu	Herbácea	5	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-3	550	350	6620	6320	Tu	Herbácea	2	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-4	550	300	6320	5790	Tu	Herbácea	3	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-5	550	245	5790	4970	Tu	Herbácea	2	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-6	550	155	4970	3630	Lbr	Herbácea	38	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-7	550	35	3630	1840	La	Herbácea	55	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	LA-27	60	27	1891	2005	Lm	Herbácea	100	9933892.32	706656.05	Smith et al 2012
Norte	Pará	LA-62	60	62	3884	3706	Lm	Herbácea	70	9933892.32	706656.05	Smith et al 2012
Norte	Pará	LB-82	80	82	4423	4530	La	Herbácea	42	9933828.89	704340.43	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD-20	80	20	2234	2306	Lm	Herbácea	35	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012

Norte	Pará	LD-30	80	30	5888	5944	La	Herbácea	60	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD-80	80	80	7168	7328	La	Herbácea	58	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	HPA-32	32	32	626	660	Lbr	Herbácea	91	9901223.52	759432.88	Smith et al 2011
Norte	Pará	PP-20-1	130	20	1605	1645	Lbr	Herbácea	2	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-60-1	130	60	105	155	Lbr	Herbácea	7	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-120-1	130	120	570	621	La	Herbácea	14	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-20-1	120	20	1218	1262	Lbr	Herbácea	10	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-60-1	120	60	456	500	Lbr	Herbácea	8	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-100-1	120	100	1829	1879	La	Herbácea	20	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	R1-150	150	150	520	560	Lbr	Herbácea	20	9925433.98	778962.54	França et al 2012
Norte	Pará	R2-150	150	150	1120	1160	Lbr	Herbácea	70	9925532.00	778913.00	França et al 2012
Norte	Pará	R3-110	150	110	30	70	Lbr	Herbácea	2	9925473.28	779028.46	França et al 2012
Norte	Pará	R3-150-1	150	150	640	680	Lbr	Herbácea	10	9925473.28	779028.46	França et al 2012
Norte	Pará	R5-255	255	256	7530	7440	Lbr	Herbácea	30	9897335.00	760082.00	França et al 2012
Norte	Pará	AR-100	150	100	542	592	La	Herbácea	45	9920008.13	704610.53	Cohen et al 2008
Norte	Pará	APL-27	40	27	76	400	Lbr	Herbácea	24	9933628.90	245868.29	Cohen et al 2009
Norte	Pará	AB-230	230	230	786	890	La	Herbácea	5	9929940.79	244013.91	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-95	600	95	1044	1668	La	Herbácea	20	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	BDA-240	540	240	1713	1818	La	Herbácea	4	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	BDA-540	540	540	1994	2119	La	Herbácea	3	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-30	135	30	434	483	La	Herbácea	13	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-90	135	90	927	952	La	Herbácea	2	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-135	135	135	5888	5913	La	Herbácea	2	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	M2-27,5	95	27	350	490	La	Herbácea	3	9902307.17	314528.96	Cohen et al 2005
Norte	Pará	M3-30	75	30	340	440	La	Herbácea	1	9902130.51	314323.50	Cohen et al 2005
Norte	Pará	M5-57	95	57	730	870	La	Herbácea	5	9900019.14	314520.10	Cohen et al 2005
Norte	Pará	M9-10	100	10	143	217	Lbr	Herbácea	35	9900385.58	314525.81	Cohen et al 2005
Norte	Pará	M9-32	100	32	410	470	La	Herbácea	10	9900385.58	314525.81	Cohen et al 2005
Norte	Pará	TAP-115	350	115	5902	5990	Tu	Herbácea	8	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	TAP-185	350	185	6460	6520	La	Herbácea	8	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	RIV	225	290	6372	6458	La	Várzea	20	9893096.54	301548.04	Francisquini 2011
Norte	Pará	RIV	255	65	614	552	Ar	Várzea	4	9928074.29	780021.01	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB1	255	83	6444	6633	Lbr	Várzea	5	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011

Norte	Pará	JAB2	255	146	6597	6737	Lbr	Várzea	6	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB3	255	194	6959	7159	Lbr	Várzea	3	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB4	255	240	6568	6772	Lbr	Várzea	3	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	JAB5	255	251	7433	7521	Lbr	Várzea	30	9898582.27	761522.17	Francisquini 2011
Norte	Pará	B2-1	150	120	957	1182	Lm	Várzea	28	9899794.72	314110.22	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B2-2	150	150	921	1177	LA	Várzea	14	9899794.72	314110.22	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B3-1	150	150	5646	5924	Lm	Várzea	11	9899374.75	312620.73	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-1	250	60	4146	4451	Lm	Várzea	6	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-2	250	80	4834	5146	Lm	Várzea	35	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	B1-3	250	160	5744	5919	Lm	Várzea	10	9899193.02	312847.76	Cohen et al 2021
Norte	Pará	MLT2-1	275	35	420	502	Lm	Várzea	30	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-2	275	177	4681	4798	Lm	Várzea	10	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-3	275	280	6425	6503	Lm	Várzea	14	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-1	550	213	686	699	Lm	Várzea	50	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-2	550	413	1405	1428	Tu	Várzea	15	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-3	550	550	7970	8011	Lm	Várzea	17	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	LA-62	60	62	3884	3706	Lm	Várzea	14	9933892.32	706656.05	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD-20	80	20	2234	2306	Lm	Várzea	4	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD-30	80	30	5888	5944	La	Várzea	4	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	LD-80	80	80	7168	7328	La	Várzea	4	9919489.00	704010.00	Smith et al 2012
Norte	Pará	PP-20	130	20	1605	1645	Lbr	Várzea	2	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-60	130	60	105	155	Lbr	Várzea	5	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-120	130	120	570	621	La	Várzea	15	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-100	120	100	1829	1879	La	Várzea	2	9920387.63	779108.35	Behling et al 2004
Norte	Pará	AR-100	150	100	542	592	La	Várzea	5	9920008.13	704610.53	Cohen et al 2008
Norte	Pará	APL-27	40	27	76	400	Lbr	Várzea	50	9933628.90	245868.29	Cohen et al 2009
Norte	Pará	AB-230	230	230	786	890	La	Várzea	4	9929940.79	244013.91	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-600	600	600	7509	7567	La	Várzea	2	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-290	600	290	6658	6748	La	Várzea	7	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-95	600	95	1044	1668	La	Várzea	15	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	BDA-240	540	240	1713	1818	La	Várzea	3	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	BDA-540	540	540	1994	2119	La	Várzea	1	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-30	135	30	434	483	La	Várzea	5	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b

Norte	Pará	CS-90	135	90	927	952	La	Várzea	3	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-135	135	135	5888	5913	La	Várzea	8	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	TAP-115	350	115	5902	5990	Tu	Várzea	7	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	TAP-185	350	185	6460	6520	La	Várzea	5	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	TAP-290	350	290	6372	6458	La	Várzea	13	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	PP-20	130	20	1605	1645	Lbr	TSF	5	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-120	130	120	570	621	La	TSF	2	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-20	120	20	1218	1262	Lbr	TSF	5	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-60	120	60	456	500	Lbr	TSF	10	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-100	120	100	1829	1879	La	TSF	16	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	MLT2-2	275	177	4681	4798	Lm	Esporos	2	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-3	275	280	6425	6503	Lm	Esporos	2	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-1	550	213	686	699	Lm	Esporos	5	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-2	550	413	1405	1428	Tu	Esporos	5	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-3	550	550	7970	8011	Lm	Esporos	5	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	APL-27	40	27	76	400	Lbr	Esporos	3	9933628.90	245868.29	Cohen et al 2009
Norte	Pará	AB-230	230	230	786	890	La	Esporos	1	9929940.79	244013.91	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-95	600	95	1044	1668	La	Esporos	3	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	BDA-240	540	240	1713	1818	La	Esporos	1	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	BDA-540	540	540	1994	2119	La	Esporos	4	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-30	135	30	434	483	La	Esporos	1	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-90	135	90	927	952	La	Esporos	2	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-135	135	135	5888	5913	La	Esporos	1	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	LB-82	80	82	4423	4530	La	Esporos	2	9933828.89	704340.43	Smith et al 2012
Norte	Pará	PP-20	130	20	1605	1645	Lbr	Esporos	2	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-60	130	60	105	155	Lbr	Esporos	4	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	PP-120	130	120	570	621	La	Esporos	4	9928075.17	780114.76	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-20	120	20	1218	1262	Lbr	Esporos	2	9920387.00	779108.00	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-60	120	60	456	500	Lbr	Esporos	5	9920387.01	779108.01	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-100	120	100	1829	1879	La	Esporos	8	9920387.02	779108.02	Behling et al 2004
Norte	Pará	MLT1-1	550	213	686	699	Lm	Palmeira	30	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-2	550	413	1405	1428	Tu	Palmeira	15	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT1-3	550	550	7970	8011	Lm	Palmeira	1	9802442.17	722176.91	Ribeiro 2022

Norte	Pará	MLT2-1	275	35	420	502	Lm	Palmeira	23	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-2	275	177	4681	4798	Lm	Palmeira	3	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	MLT2-3	275	280	6425	6503	Lm	Palmeira	1	9800562.60	729893.18	Ribeiro 2022
Norte	Pará	CRI-1	550	565	7640	7330	Af	Palmeira	8	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-2	550	400	7330	6620	Tu	Palmeira	43	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-3	550	350	6620	6320	Tu	Palmeira	55	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-4	550	300	6320	5790	Tu	Palmeira	65	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-5	550	245	5790	4970	Tu	Palmeira	85	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-6	550	155	4970	3630	Lbr	Palmeira	60	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	CRI-7	550	35	3630	1840	La	Palmeira	5	9915154.61	182762.87	Behling et al 2001
Norte	Pará	BV-20	120	20	1218	1262	Lbr	Palmeira	2	9920387.03	779108.03	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-60	120	60	456	500	Lbr	Palmeira	2	9920387.04	779108.04	Behling et al 2004
Norte	Pará	BV-100	120	100	1829	1879	La	Palmeira	5	9920387.05	779108.05	Behling et al 2004
Norte	Pará	APL-27	40	27	76	400	Lbr	Palmeira	15	9933628.90	245868.29	Cohen et al 2009
Norte	Pará	AB-230	230	230	786	890	La	Palmeira	3	9929940.79	244013.91	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-290	600	290	6658	6748	La	Palmeira	4	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	SC-95	600	95	1044	1668	La	Palmeira	30	9920678.54	832095.57	Cohen et al 2009
Norte	Pará	BDA-240	540	240	1713	1818	La	Palmeira	1	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	BDA-540	540	540	1994	2119	La	Palmeira	1	9898617.57	314536.21	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	CS-30	135	30	434	483	La	Palmeira	1	9920678.00	832095.00	Cohen et al 2005b
Norte	Pará	TAP-115	350	115	5902	5990	Tu	Palmeira	2	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	TAP-185	350	185	6460	6520	LA	Palmeira	2	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Pará	TAP-290	350	290	6372	6458	LA	Palmeira	1	9893096.54	301548.04	Vedel et al 2005
Norte	Maranhão	MA97-1	325	18	3080	3370	LA	Mangue	2	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-2	325	31	4000	4410	LA	Mangue	5	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-3	325	42	5660	5980	LA	Mangue	3	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-4	325	48	6200	6520	LA	Mangue	5	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-5	325	68	6820	7010	LA	Mangue	5	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-6	325	97	8370	8540	LA	Mangue	9	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-7	325	118	9920	10040	LA	Mangue	4	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-8	325	135	10880	11220	LA	Mangue	4	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	C1	450	20	925	985	LA	Mangue	5	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C2	450	57	1400	1460	LA	Mangue	3	9746783.83	454658.02	Moraes et al

Norte	Maranhão	C3	450	125	5140	5220	AL	Mangue	10	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C4	450	158	6830	6910	Lbr	Mangue	70	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C5	450	200	6890	6970	Lbr	Mangue	88	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C6	450	450	7090	7170	Lm	Mangue	85	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	MA97-1	325	18	3080	3370	LA	Herbácea	9	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-2	325	31	4000	4410	LA	Herbácea	18	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-3	325	42	5660	5980	LA	Herbácea	16	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-4	325	48	6200	6520	LA	Herbácea	15	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-5	325	68	6820	7010	LA	Herbácea	18	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-6	325	97	8370	8540	LA	Herbácea	16	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-7	325	118	9920	10040	LA	Herbácea	16	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-8	325	135	10880	11220	LA	Herbácea	15	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-9	325	150	11740	12400	LA	Herbácea	18	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-10	325	158	11630	12360	LA	Herbácea	17	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-11	325	172	12650	13130	LA	Herbácea	2	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-12	325	178	13910	13170	LA	Herbácea	3	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-13	325	200	14180	15750	LA	Herbácea	3	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-14	325	215	14480	16040	LA	Herbácea	2	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-15	325	241	15680	16920	LA	Herbácea	18	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-16	325	259	17740	19130	LA	Herbácea	16	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	C1	450	20	925	985	LA	Herbácea	50	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C2	450	57	1400	1460	LA	Herbácea	65	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C3	450	125	5140	5220	AL	Herbácea	75	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C4	450	158	6830	6910	Lbr	Herbácea	35	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C5	450	200	6890	6970	Lbr	Herbácea	5	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C6	450	450	7090	7170	Lm	Herbácea	10	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	MA97-1	325	18	3080	3370	LA	Várzea	5	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-2	325	31	4000	4410	LA	Várzea	3	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-3	325	42	5660	5980	LA	Várzea	4	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-4	325	48	6200	6520	LA	Várzea	3	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-5	325	68	6820	7010	LA	Várzea	3	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-6	325	97	8370	8540	LA	Várzea	3	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-7	325	118	9920	10040	LA	Várzea	2	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006

Norte	Maranhão	MA97-8	325	135	10880	11220	LA	Várzea	6	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-9	325	150	11740	12400	LA	Várzea	8	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-10	325	158	11630	12360	LA	Várzea	9	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-11	325	172	12650	13130	LA	Várzea	9	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-12	325	178	13910	13170	LA	Várzea	8	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-13	325	200	14180	15750	LA	Várzea	8	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-14	325	215	14480	16040	LA	Várzea	9	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-15	325	241	15680	16920	LA	Várzea	8	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	MA97-16	325	259	17740	19130	LA	Várzea	7	9721808.01	581525.69	Ledru et al 2006
Norte	Maranhão	C1	450	20	925	985	LA	Várzea	35	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C2	450	57	1400	1460	LA	Várzea	30	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C3	450	125	5140	5220	AL	Várzea	5	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C4	450	158	6830	6910	Lbr	Várzea	20	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C5	450	200	6890	6970	Lbr	Várzea	25	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C6	450	450	7090	7170	Lm	Várzea	5	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Norte	Maranhão	C1	450	20	925	985	LA	Palmeira	3	9746783.83	454658.02	Moraes et al
Nordeste	RGN	NAT1-165	325	165	1611	1745	La	Mangue	72	9379652.85	253313.68	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT1-325	325	325	2009	2114	Am	Mangue	25	9379652.85	253313.68	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-110	325	110	976	1094	La	Mangue	24	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-200	325	200	4510	4628	La	Mangue	14	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT6-175	325	175	6831	7007	La	Mangue	9	9371414.80	252628.27	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT1-165	325	165	1611	1745	La	Herbácea	30	9379652.85	253313.68	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT1-325	325	325	2009	2114	Am	Herbácea	15	9379652.85	253313.68	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-110	350	110	976	1094	La	Herbácea	4	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-200	350	200	4510	4628	La	Herbácea	10	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-319	350	319	4567	4728	Am	Herbácea	3	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al

Nordeste	RGN	NAT6-175	200	175	6831	7007	La	Herbácea	65	9373148.83	252621.59	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT1-165	325	165	1611	1745	La	Várzea	5	9379652.85	253313.68	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT1-325	325	325	2009	2114	Am	Várzea	29	9379652.85	253313.68	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-110	350	110	976	1094	La	Várzea	12	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-200	350	200	4510	4628	La	Várzea	15	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-319	350	319	4567	4728	Am	Várzea	4	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT6-175	200	175	6831	7007	La	Várzea	22	9371414.80	252628.27	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-200	350	200	4510	4628	La	Esporos	9	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT4-319	350	319	4567	4728	Am	Esporos	2	9373161.11	252619.08	Ribeiro et al
Nordeste	RGN	NAT6-175	200	175	6831	7007	La	Palmeira	2	9371414.80	252628.27	Ribeiro et al
Nordeste	Pernambuco	T5-1	135	85	6640	6744	AL	Mangue	15	9045389.30	271157.17	Martins et al 2021
Nordeste	Pernambuco	T5-1	135	85	6640	6744	AL	Herbácea	50	9045389.30	271157.17	Martins et al 2021
Nordeste	Pernambuco	T5-2	135	135	7168	7260	AL	Herbácea	80	9045389.30	271157.17	Martins et al 2021
Nordeste	Pernambuco	T5-1	135	85	6640	6744	AL	Várzea	35	9045389.30	271157.17	Martins et al 2021
Nordeste	Pernambuco	T5-2	135	135	7168	7260	AL	Várzea	12	9045389.30	271157.17	Martins et al 2021
Nordeste	Bahia	PR08-650	650	650	7304	7429	LA	Mangue	10	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR07-392	450	392	7168	7517	Lbr	Mangue	10	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR11-65	660	65	648	678	LA	Mangue	15	8081770.00	477024.00	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR12-2	350	84	316	399	LA	Mangue	8	8082263.55	474386.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR11	660	65	648	678	LA	Herbácea	40	8081770.00	477024.00	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR12-2	350	84	316	399	LA	Herbácea	22	8082263.55	474386.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR12-3	350	173	655	701	LA	Herbácea	35	8082263.55	474386.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-1	650	150	2148	2311	AL	Herbácea	50	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-2	650	250	3168	3355	AL	Herbácea	26	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-3	650	350	3875	4014	AL	Herbácea	30	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-4	650	450	5714	5905	LA	Herbácea	15	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017

Nordeste	Bahia	PR08-5	650	550	6628	6757	LA	Herbácea	17	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-6	650	650	7304	7429	LA	Herbácea	17	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR07	450	52	2314	2436	Tu	Herbácea	10	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07	450	106	3822	3900	Tu	Herbácea	15	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07	450	170	5325	5411	Tu	Herbácea	20	8104199.71	455115.35	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07	450	211	6274	6355	Lbr	Herbácea	48	8104199.72	455115.36	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07	450	392	7168	7517	Lbr	Herbácea	10	8104199.73	455115.37	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR08-1	650	150	2148	2311	AL	Várzea	36	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-2	650	250	3168	3355	AL	Várzea	15	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-3	650	350	3875	4014	AL	Várzea	15	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-4	650	450	5714	5905	LA	Várzea	30	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-5	650	550	6628	6757	LA	Várzea	15	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-6	650	650	7304	7429	LA	Várzea	40	8104199.70	455115.34	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR07-1	450	52	2314	2436	Tu	Várzea	70	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-2	450	106	3822	3900	Tu	Várzea	80	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-3	450	170	5325	5411	Tu	Várzea	52	8104199.71	455115.35	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-4	450	211	6274	6355	Lbr	Várzea	45	8104199.72	455115.36	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-5	450	392	7168	7517	Lbr	Várzea	65	8104199.73	455115.37	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR11	660	65	648	678	LA	Várzea	10	8081770.00	477024.00	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR12-2	350	84	316	399	LA	Várzea	55	8082263.55	474386.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR12-3	350	173	655	701	LA	Várzea	65	8082263.55	474386.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-1	650	150	2148	2311	AL	esporos	15	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-2	650	250	3168	3355	AL	esporos	10	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-4	650	450	5714	5905	AL	esporos	40	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-5	650	550	6628	6757	LA	esporos	20	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR07-1	450	52	2311	2436	Tu	Esporos	5	8104199.67	455115.31	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-2	450	106	3822	3900	Tu	Esporos	10	8104199.68	455115.32	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-3	450	170	5325	5411	Tu	Esporos	30	8104199.69	455115.33	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-4	450	211	3822	3900	Tu	Esporos	10	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR12-2	350	84	316	399	LA	Esporos	4	8082263.55	474386.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR12-3	350	173	655	701	LA	Esporos	3	8082263.55	474386.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-1	650	150	2148	2311	AL	Palmeira	4	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR08-2	650	250	3168	3355	AL	Palmeira	2	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017

Nordeste	Bahia	PR08-5	650	550	6628	6757	AL	Palmeira	3	8111151.69	450336.55	Moraes et al 2017
Nordeste	Bahia	PR07-1	450	52	2311	2436	Tu	Palmeira	15	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-2	450	106	3822	3900	Tu	Palmeira	10	8104199.70	455115.34	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-3	450	170	5325	5411	Tu	Palmeira	2	8104199.71	455115.35	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-4	450	211	6274	6355	Lbr	Palmeira	5	8104199.72	455115.36	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR07-5	450	392	7168	7517	Lbr	Palmeira	5	8104199.73	455115.37	Fig.ueiredo 2018
Nordeste	Bahia	PR11	660	65	648	678	LA	Palmeira	7	8081770.00	477024.00	Fig.ueiredo 2018
Sudeste	Espírito Santo	LI34-1	400	60	307	409	Lbr	Mangue	30	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34-2	400	135	105	114	Lbr	Mangue	15	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34-3	400	260	1210	1227	Lbr	Mangue	2	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	60	307	409	Lbr	Herbácea	50	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	135	105	114	Lbr	Herbácea	70	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	260	1210	1227	Lbr	Herbácea	92	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	372	1299	1375	Lbr	Herbácea	96	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	60	307	409	Lbr	Várzea	20	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	135	105	114	Lbr	Várzea	13	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	60	307	409	Lbr	Palmeira	1	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	LI34	400	135	105	114	Lbr	Palmeira	2	7942436.85	421462.49	França et al 2016
Sudeste	Espírito Santo	MBN-1	490	97	2067	2081	LA	Mangue	10	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN-2	490	380	2214	2216	AL	Mangue	3	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN-3	490	477	2659	2664	AL	Mangue	5	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	97	2067	2081	LA	Herbácea	50	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	380	2214	2216	AL	Herbácea	60	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022

Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	477	2659	2664	AL	Herbácea	25	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	97	2067	2081	LA	Várzea	40	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	380	2214	2216	AL	Várzea	15	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	477	2659	2664	AL	Várzea	25	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	97	2067	2081	LA	Palmeira	5	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	380	2214	2216	AL	Palmeira	9	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	477	2659	2664	AL	Palmeira	20	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	380	2214	2216	AL	Esporos	12	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	MBN	490	477	2659	2664	AL	Esporos	20	7901742.03	421750.96	Silva et al 2022
Sudeste	Espírito Santo	LI32-1	600	140	6955	7278	LA	Mangue	5	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32-2	600	340	7172	7318	LA	Mangue	10	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32-3	600	430	7259	7339	AL	Mangue	9	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32-4	600	545	7933	8161	Lm	Mangue	25	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	67	2840	3246	LA	Herbácea	95	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	140	6955	7278	LA	Herbácea	65	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	340	7172	7318	LA	Herbácea	85	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	430	7259	7339	AL	Herbácea	80	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	545	7933	8161	Lm	Herbácea	64	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	67	2840	3246	LA	Várzea	5	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	140	6955	7278	LA	Várzea	30	7876969.39	415866.95	França et al 2013

Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	340	7172	7318	LA	Várzea	5	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	430	7259	7339	AL	Várzea	15	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	545	7933	8161	Lm	Várzea	15	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	140	6955	7278	LA	Palmeira	5	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	LI32	600	545	7933	8161	Lm	Palmeira	2	7876969.39	415866.95	França et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C1	200	92	3992	4238	Lm	Mangue	5	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C2	200	108	4888	5431	Lm	Mangue	38	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C3	200	122	4858	5571	Lm	Mangue	28	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C4	200	126	6024	6293	Lm	Mangue	30	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C5	200	134	6414	6634	Lm	Mangue	35	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C6	200	138	6694	7159	Lm	Mangue	35	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C7	200	170	7172	7458	Lm	Mangue	50	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C8	200	198	7430	7667	Lm	Mangue	40	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	64	154	440	Tu	Herbácea	55	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	68	767	1171	Tu	Herbácea	60	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	72	1190	1348	Lm	Herbácea	45	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	76	2208	2717	Lm	Herbácea	20	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	80	3361	3479	Lm	Herbácea	30	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	92	3992	4238	Lm	Herbácea	29	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	108	4888	5431	Lm	Herbácea	10	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013

Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	122	4858	5571	Lm	Herbácea	10	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	126	6024	6293	Lm	Herbácea	10	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	134	6414	6634	Lm	Herbácea	12	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	138	6694	7159	Lm	Herbácea	15	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	170	7172	7458	Lm	Herbácea	6	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	198	7430	7667	Lm	Herbácea	5	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	64	154	440	Tu	Várzea	30	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	68	767	1171	Tu	Várzea	25	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	72	1190	1348	Lm	Várzea	30	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	76	2208	2717	Lm	Várzea	70	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	80	3361	3479	Lm	Várzea	50	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	92	3992	4238	Lm	Várzea	38	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	108	4888	5431	Lm	Várzea	25	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	122	4858	5571	Lm	Várzea	30	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	126	6024	6293	Lm	Várzea	38	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	134	6414	6634	Lm	Várzea	35	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	138	6694	7159	Lm	Várzea	39	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	170	7172	7458	Lm	Várzea	28	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	198	7430	7667	Lm	Várzea	45	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	64	154	440	Tu	Esporos	10	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013

Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	68	767	1171	Tu	Esporos	6	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	72	1190	1348	Lm	Esporos	5	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	76	2208	2717	Lm	Esporos	4	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	80	3361	3479	Lm	Esporos	24	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	92	3992	4238	Lm	Esporos	25	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	108	4888	5431	Lm	Esporos	24	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	122	4858	5571	Lm	Esporos	19	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	126	6024	6293	Lm	Esporos	19	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	134	6414	6634	Lm	Esporos	10	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	138	6694	7159	Lm	Esporos	8	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	170	7172	7458	Lm	Esporos	4	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	MAC-C	200	198	7430	7667	Lm	Esporos	5	7894363.00	401682.00	Lorenti et al 2013
Sudeste	Espírito Santo	TA-1	200	55	6968	7165	LA	Mangue	37	7760329.59	365950.25	Freitas et al 2019
Sudeste	Espírito Santo	TA-2	200	67	7156	7275	LA	Mangue	59	7760329.59	365950.25	Freitas et al 2019
Sudeste	Espírito Santo	TA-3	200	150	7241	7339	LA	Mangue	25	7760329.59	365950.25	Freitas et al 2019
Sudeste	Espírito Santo	PA20-1	110	40	1218	1292	Lbr	Mangue	40	7795047.15	377048.00	Freitas et al 2015
Sudeste	Espírito Santo	PA20-2	110	58	1348	1524	Lbr	Mangue	40	7795047.15	377048.00	Freitas et al 2015
Sudeste	Espírito Santo	PA20-3	110	86	1557	1707	Lbr	Mangue	39	7795047.15	377048.00	Freitas et al 2015
Sudeste	Espírito Santo	PA20-4	110	105	1690	1826	Lbr	Mangue	35	7795047.15	377048.00	Freitas et al 2015
Sudeste	Espírito Santo	G3-1	100	40	3390	3609	LA	Mangue	10	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021

Sudeste	Espírito Santo	G3-2	100	75	6194	6404	AL	Mangue	20	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	40	3390	3609	LA	Herbácea	15	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	75	6194	6404	AL	Herbácea	60	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	40	3390	3609	LA	Várzea	9	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	75	6194	6404	AL	Várzea	25	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	40	3390	3609	LA	Palmeira	60	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	75	6194	6404	AL	Palmeira	80	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	40	3390	3609	LA	Esporos	5	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G3	100	75	6194	6404	AL	Esporos	20	7712012.22	341410.39	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G4	85	82	2486	2795	LA	Mangue	40	7711917.41	341335.17	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G4	85	82	2486	2795	LA	Herbácea	10	7711917.41	341335.17	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G4	85	82	2486	2795	LA	Várzea	25	7711917.41	341335.17	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G4	85	82	2486	2795	LA	palmeira	1	7711917.41	341335.17	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	G4	85	82	2486	2795	LA	Esporos	3	7711917.41	341335.17	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1-1	400	104	1261	1423	Lbr	Mangue	22	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1-2	400	155	1343	1570	Lbr	Mangue	12	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1-3	400	203	2745	2930	Lbr	Mangue	10	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1-4	400	253	4137	4317	Lbr	Mangue	4	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1-5	400	303	4498	4651	Lbr	Mangue	9	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1-6	400	353	4569	4831	Lbr	Mangue	8	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021

Sudeste	Espírito Santo	RBN1-7	400	394	4840	4974	Lbr	Mangue	3	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	104	1261	1423	Lbr	Herbácea	39	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	155	1343	1570	Lbr	Herbácea	40	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	203	2745	2930	Lbr	Herbácea	40	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	253	4137	4317	Lbr	Herbácea	32	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	303	4498	4651	Lbr	Herbácea	35	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	353	4569	4831	Lbr	Herbácea	40	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	394	4840	4974	Lbr	Herbácea	35	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	104	1261	1423	Lbr	Várzea	32	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	155	1343	1570	Lbr	Várzea	35	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	203	2745	2930	Lbr	Várzea	40	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	253	4137	4317	Lbr	Várzea	50	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	303	4498	4651	Lbr	Várzea	60	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	353	4569	4831	Lbr	Várzea	51	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	394	4840	4974	Lbr	Várzea	55	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	104	1261	1423	Lbr	palmeira	10	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	155	1343	1570	Lbr	palmeira	15	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	203	2745	2930	Lbr	palmeira	12	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	253	4137	4317	Lbr	palmeira	11	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	303	4498	4651	Lbr	palmeira	10	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021

Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	353	4569	4831	Lbr	palmeira	8	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	394	4840	4974	Lbr	palmeira	6	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	104	1261	1423	Lbr	Esporos	15	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	155	1343	1570	Lbr	Esporos	20	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	203	2745	2930	Lbr	Esporos	20	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	253	4137	4317	Lbr	Esporos	20	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	303	4498	4651	Lbr	Esporos	20	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	353	4569	4831	Lbr	Esporos	25	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN1	400	394	4840	4974	Lbr	Esporos	20	7700917.47	329003.95	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	168	463	570	Lbr	Mangue	12	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	141	286	498	Lbr	Herbácea	52	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	168	463	570	Lbr	Herbácea	54	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	141	286	498	Lbr	Várzea	60	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	168	463	570	Lbr	Várzea	30	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	168	463	570	Lbr	palmeira	5	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	141	286	498	Lbr	Esporos	1	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	RBN2	170	168	463	570	Lbr	Esporos	2	7713335.67	340352.29	Bozi et al 2021
Sudeste	Espírito Santo	MAC-A1	200	63	4818	4877	Lbr	Mangue	4	7895215.64	400563.88	Calegari et al 2015
Sudeste	Espírito Santo	MAC-A2	200	113	7289	7424	Lbr	Mangue	3	7895215.64	400563.88	Calegari et al 2015
Sudeste	Espírito Santo	MAC-A3	200	191	7467	7576	Lbr	Mangue	2	7895215.64	400563.88	Calegari et al 2015

Sudeste	Espírito Santo	I3-1	900	804	6309	6442	Lbr	Mangue	7	7893055.45	417724.81	Alves 2016
Sudeste	Espírito Santo	I3	900	804	6309	6442	Lbr	Herbácea	28	7893055.45	417724.81	Alves 2016
Sudeste	Espírito Santo	I3	900	804	6309	6442	Lbr	Várzea	4	7893055.45	417724.81	Alves 2016
Sudeste	Rio de Janeiro	T4-1	130	90	513	557	Lbr	Mangue	11	7490239.00	698599.89	Neto et al 2017
Sudeste	Rio de Janeiro	T4-2	130	120	1560	1816	LA	Mangue	7	7490239.00	698599.89	Neto et al 2017
Sudeste	São Paulo	IT01-1	120	37	460	720	Tu	Mangue	2	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	IT01-2	120	120	1200	1300	La	Mangue	1	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	IT01	120	37	460	720	Tu	Herbácea	18	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	IT01	120	120	1200	1300	La	Herbácea	28	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	IT01	120	37	460	720	Tu	Várzea	40	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	IT01	120	120	1200	1300	La	Várzea	50	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	IT01	120	37	460	720	Tu	Esporos	30	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	IT01	120	120	1200	1300	La	Esporos	35	7315072.91	318966.07	Amaral et al 2006
Sudeste	São Paulo	JC-1	240	20	435	485	La	Mangue	10	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	JC-2	240	50	925	975	La	Mangue	10	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	JC	240	20	435	485	La	Herbácea	8	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	JC	240	50	925	975	La	Herbácea	12	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	JC	240	20	435	485	La	Várzea	59	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	JC	240	50	925	975	La	Várzea	50	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	JC	240	20	435	485	La	Esporos	10	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	JC	240	50	925	975	La	Esporos	12	7222461.97	201136.19	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA-1	170	50	825	875	Am	Mangue	1	7223257.89	203478.88	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA-2	170	142	1435	1485	Am	Mangue	1	7223257.89	203478.88	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA	170	50	825	875	Am	Herbácea	9	7223257.89	203478.88	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA	170	142	1435	1485	Am	Herbácea	12	7223257.89	203478.88	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA	170	50	825	875	Am	Várzea	55	7223257.89	203478.88	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA	170	142	1435	1485	Am	Várzea	56	7223257.89	203478.88	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA	170	50	825	875	Am	Esporos	7	7223257.89	203478.88	Filho 2013
Sudeste	São Paulo	IPA	170	142	1435	1485	Am	Esporos	12	7223257.89	203478.88	Filho 2013

Sul	Santa Catarina	SF5	100	45	309	453	Lm	Mangue	10	7109882.18	721187.24	Rodrigues et al 2022
Sul	Santa Catarina	SF5	100	45	309	453	Lm	Herbácea	30	7109882.18	721187.24	Rodrigues et al 2022
Sul	Santa Catarina	SF5	100	65	1343	1416	Lm	Herbácea	22	7109882.18	721187.24	Rodrigues et al 2022
Sul	Santa Catarina	SF5	100	45	309	453	Lm	Várzea	61	7109882.18	721187.24	Rodrigues et al 2022
Sul	Santa Catarina	SF5	100	65	1343	1416	Lm	Várzea	69	7109882.18	721187.24	Rodrigues et al 2022
Sul	Santa Catarina	SF5	100	45	309	453	Lm	Palmeira	8	7109882.18	721187.24	Rodrigues et al 2022
Sul	Santa Catarina	SF5	100	65	1343	1416	Lm	Palmeira	8	7109882.18	721187.24	Rodrigues et al 2022
Sul	Santa Catarina	SF1-1	300	80	931	1005	LA	Mangue	28	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1-2	300	110	796	884	Lbr	Mangue	20	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1-3	300	160	1402	1530	Lbr	Mangue	5	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	80	931	1005	LA	Herbácea	60	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	110	796	884	Lbr	Herbácea	31	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	160	1402	1530	Lbr	Herbácea	50	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	230	1727	1875	Lbr	Herbácea	62	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	80	931	1005	LA	Várzea	31	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	110	796	884	Lbr	Várzea	40	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	160	1402	1530	Lbr	Várzea	32	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	230	1727	1875	Lbr	Várzea	40	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	80	931	1005	LA	Palmeira	6	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	110	796	884	Lbr	Palmeira	5	7101449.76	723174.36	França et al 2018

Sul	Santa Catarina	SF1	300	160	1402	1530	Lbr	Palmeira	7	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF1	300	230	1727	1875	Lbr	Palmeira	12	7101449.76	723174.36	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF8-1	200	60	518	626	LA	Mangue	2	7099855.21	744819.46	França et al 2018
Sul	Santa Catarina	SF8-2	200	115	1178	1279	Am	Mangue	4	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	60	518	626	LA	Herbácea	12	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	115	1178	1279	Am	Herbácea	58	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	170	3629	3835	Am	Herbácea	12	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	190	4579	4835	Am	Herbácea	50	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	60	518	626	LA	Várzea	20	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	115	1178	1279	Am	Várzea	30	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	170	3629	3835	Am	Várzea	10	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	190	4579	4835	Am	Várzea	32	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	60	518	626	LA	Palmeira	3	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	115	1178	1279	Am	Palmeira	27	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	170	3629	3835	Am	Palmeira	5	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	190	4579	4835	Am	Palmeira	18	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	60	518	626	LA	Esporos	15	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	115	1178	1279	Am	Esporos	41	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	170	3629	3835	Am	Esporos	3	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021
Sul	Santa Catarina	SF8	200	190	4579	4835	Am	Esporos	45	7099855.21	744819.46	Azevedo et al 2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista



ANEXO 02

Region	Place	Gender	Core	Deep	FR (%)	Med_Age (anos AP)
norte	Amapá	Rhizophora	CUR1	500	7	9719
norte	Amapá	Rhizophora	CUR2	700	2	10952
norte	Amapá	Rhizophora	G2_65	65	60	180
norte	Amapá	Avicennia	G2_65	65	20	180
norte	Amapá	Rhizophora	G3-100	100	2	1320
norte	Amapá	Avicennia	G3-100	100	20	1320
norte	Amapá	Rhizophora	G4-100	100	9	2470
norte	Amapá	Avicennia	G4-100	100	4	2470
norte	Amapá	Rhizophora	G1-100	100	25	5540
norte	Amapá	Avicennia	G1-100	100	6	5540
norte	Amapá	Rhizophora	G1-30	30	3	0
norte	Amapá	Rhizophora	MAC-200	200	51	5515
norte	Amapá	Rhizophora	AM-60	60	22	1170
norte	Amapá	Rhizophora	AM-61	60	20	1170
norte	Amapá	Rhizophora	AM-100	100	35	2325
norte	Amapá	Avicennia	AM-100	100	15	2325
norte	Amapá	Rhizophora	M-116	116	10	4590
norte	Amapá	Rhizophora	M-218	218	20	6100
norte	Amapá	Rhizophora	M-317	317	52	6895
norte	Amapá	Rhizophora	M-432	432	60	7220
norte	Amapá	Rhizophora	T-35	35	5	1265
norte	Amapá	Rhizophora	T-65	65	3	1620
norte	Amapá	Rhizophora	T-108	108	14	7600
norte	Amapá	Rhizophora	T-150	150	10	7600
norte	Amapá	Rhizophora	T-182	182	11	7760
norte	Amapá	Rhizophora	T-197	197	20	8060
norte	Pará	Rhizophora	RIV	65	89	583
norte	Pará	Avicennia	RIV	65	2	583
norte	Pará	Rhizophora	JAB1	83	88	6539
norte	Pará	Avicennia	JAB1	83	3	6539
norte	Pará	Rhizophora	JAB2	146	85	6667
norte	Pará	Avicennia	JAB2	146	4	6667
norte	Pará	Rhizophora	JAB4	240	95	6670
norte	Pará	Avicennia	JAB4	240	2	6670
norte	Pará	Rhizophora	JAB5	251	65	7477
norte	Pará	Avicennia	JAB5	251	2	7477
norte	Pará	Rhizophora	B1-3	160	30	5832
norte	Pará	Avicennia	B1-3	160	10	5832
norte	Pará	Rhizophora	B1-4	250	35	6256
norte	Pará	Avicennia	B1-4	250	10	6256

norte	Pará	Rhizophora	B2-1	120	50	1070
norte	Pará	Avicennia	B2-1	120	10	1070
norte	Pará	Rhizophora	B2-2	150	40	519
norte	Pará	Avicennia	B2-2	150	3	519
norte	Pará	Rhizophora	B3-1	150	44	5785
norte	Pará	Avicennia	B3-1	150	5	5785
norte	Pará	Rhizophora	MLT2-1	35	40	461
norte	Pará	Avicennia	MLT2-1	35	5	461
norte	Pará	Rhizophora	MLT2-2	177	80	4740
norte	Pará	Avicennia	MLT2-2	177	10	4740
norte	Pará	Rhizophora	MLT2-3	280	70	6464
norte	Pará	Avicennia	MLT2-3	280	15	6464
norte	Pará	Rhizophora	MLT1-1	213	5	693
norte	Pará	Avicennia	MLT1-1	213	5	693
norte	Pará	Rhizophora	MLT1-2	413	30	1417
norte	Pará	Avicennia	MLT1-2	413	7	1417
norte	Pará	Rhizophora	MLT1-3	550	55	7991
norte	Pará	Avicennia	MLT1-3	550	15	7991
norte	Pará	Rhizophora	TJB	120	82	2730
norte	Pará	Rhizophora	CRI-1	565	10	7485
norte	Pará	Rhizophora	CRI-2	400	2	6975
norte	Pará	Rhizophora	CRI-3	350	1	6470
norte	Pará	Rhizophora	CRI-4	300	2	6055
norte	Pará	Rhizophora	CRI-5	245	4	5380
norte	Pará	Rhizophora	CRI-6	155	9	4300
norte	Pará	Rhizophora	CRI-7	35	10	2735
norte	Pará	Avicennia	CRI-7	35	4	2735
norte	Pará	Rhizophora	LCB	30	10	1520
norte	Pará	Rhizophora	LCB	47	8	2740
norte	Pará	Rhizophora	LCB	97	5	9430
norte	Pará	Rhizophora	LCA	374	5	9530
norte	Pará	Rhizophora	TSM8	100	65	7075
norte	Pará	Rhizophora	LA	62	5	3795
norte	Pará	Avicennia	LA	62	4	3795
norte	Pará	Rhizophora	LB	82	12	4477
norte	Pará	Avicennia	LB	82	27	4477
norte	Pará	Rhizophora	LD	20	20	2270
norte	Pará	Avicennia	LD	20	20	2270
norte	Pará	Rhizophora	LD	30	35	5916
norte	Pará	Avicennia	LD	30	3	5916
norte	Pará	Rhizophora	LD	80	25	7248
norte	Pará	Avicennia	LD	80	3	7248
norte	Pará	Rhizophora	PP-20	20	90	1625

norte	Pará	Rhizophora	PP-60	60	82	130
norte	Pará	Rhizophora	PP-120	120	77	596
norte	Pará	Rhizophora	BV-20	20	85	1240
norte	Pará	Rhizophora	BV-60	60	80	478
norte	Pará	Rhizophora	BV-100	100	43	1854
norte	Pará	Rhizophora	R1-150	150	65	540
norte	Pará	Rhizophora	R2-150	150	27	1140
norte	Pará	Rhizophora	R3-110	110	95	50
norte	Pará	Rhizophora	R3-150	150	89	660
norte	Pará	Avicennia	R3-150	150	3	660
norte	Pará	Rhizophora	R5-256	256	67	7485
norte	Pará	Rhizophora	AR-100	100	50	567
norte	Pará	Rhizophora	SC-600	600	100	7538
norte	Pará	Avicennia	SC-600	600	4	7538
norte	Pará	Rhizophora	SC-290	290	95	6703
norte	Pará	Avicennia	SC-290	290	6	6703
norte	Pará	Rhizophora	SC-95	95	95	1356
norte	Pará	Avicennia	SC-95	95	3	1356
norte	Pará	Rhizophora	BDA-240	240	90	1766
norte	Pará	Rhizophora	BDA-540	540	90	2057
norte	Pará	Rhizophora	CS-30	30	76	459
norte	Pará	Rhizophora	CS-90	90	95	940
norte	Pará	Rhizophora	CS-135	135	86	5901
norte	Pará	Rhizophora	M2-27,5	27	92	420
norte	Pará	Avicennia	M2-27,5	27	5	420
norte	Pará	Rhizophora	M3-30	30	95	390
norte	Pará	Rhizophora	M5-57	57	75	800
norte	Pará	Avicennia	M5-57	57	9	800
norte	Pará	Rhizophora	M9-10	10	50	180
norte	Pará	Avicennia	M9-10	10	5	180
norte	Pará	Rhizophora	M9-32	32	85	440
norte	Pará	Avicennia	M9-32	32	5	440
norte	Pará	Rhizophora	TAP-115	115	76	5946
norte	Pará	Avicennia	TAP-115	115	7	5946
norte	Pará	Rhizophora	TAP-185	185	79	6490
norte	Pará	Avicennia	TAP-185	185	5	6490
norte	Pará	Rhizophora	TAP-290	290	30	6415
norte	Pará	Avicennia	TAP-290	290	5	6415
norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-1	18	2	3225
norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-2	31	5	4205
norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-3	42	3	5820

norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-4	48	5	6360
norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-5	68	5	6915
norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-6	97	9	8455
norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-7	118	4	9980
norte	Maranhão	Rhizophora	MA97-8	135	4	11050
norte	Maranhão	Rhizophora	C1	20	5	955
norte	Maranhão	Rhizophora	C2	57	3	1430
norte	Maranhão	Rhizophora	C3	125	10	5180
norte	Maranhão	Rhizophora	C4	158	70	6870
norte	Maranhão	Rhizophora	C5	200	88	6930
norte	Maranhão	Rhizophora	C6	450	85	7130
nordeste	RGN	Rhizophora	NAT1-165	165	72	1678
nordeste	RGN	Rhizophora	NAT1-325	325	15	2062
nordeste	RGN	Rhizophora	NAT4-110	110	24	1035
nordeste	RGN	Rhizophora	NAT4-200	200	14	4569
nordeste	RGN	Rhizophora	NAT6-175	175	9	6919
nordeste	Pernambuco	Rhizophora	T5-1	85	15	6692
nordeste	Bahia	Rhizophora	PR08-650	650	35	7367
nordeste	Bahia	Avicennia	PR08-650	650	5	7367
nordeste	Bahia	Rhizophora	PR07-392	392	10	7343
nordeste	Bahia	Avicennia	PR07-392	392	6	7343
nordeste	Bahia	Rhizophora	PR11-65	65	15	663
nordeste	Bahia	Avicennia	PR11-65	65	5	663
nordeste	Bahia	Rhizophora	PR12-2	84	5	358
nordeste	Bahia	Avicennia	PR12-2	84	8	358
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	LI34-1	60	30	358
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	LI34-2	135	15	110
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	LI34-3	260	2	1219
sudeste	Espírito Santo	Laguncularia	MBN-1	97	10	2074
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MBN-2	380	3	2215
sudeste	Espírito Santo	Avicennia	MBN-2	380	2	2215
sudeste	Espírito Santo	Laguncularia	MBN-3	477	5	2662
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	LI32-1	140	5	7117
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	LI32-2	340	10	7245
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	LI32-3	430	9	7299
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	LI32-4	545	25	8047
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C1	92	5	4115
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C2	108	38	5160
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C3	122	28	5215

sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C4	126	30	6159
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C5	134	35	6524
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C6	138	35	6927
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C7	170	50	7315
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	MAC-C8	198	40	7549
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	TA-1	55	45	7067
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	TA-2	67	59	7216
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	TA-3	150	25	7290
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	PA20-1	40	37	1255
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	PA20-2	58	40	1436
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	PA20-3	86	39	1632
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	PA20-4	105	35	1758
sudeste	Espírito Santo	Rhizophora	I3-1	804	7	6376
sudeste	Espírito Santo	Avicennia	I3-1	804	3	6376
sudeste	São Paulo	Rhizophora	IT01-1	37	2	590
sudeste	São Paulo	Rhizophora	JC-1	20	10	460
sudeste	São Paulo	Rhizophora	JC-2	50	5	950
sudeste	São Paulo	Avicennia	JC-3	50	1	950
sudeste	São Paulo	Laguncularia	JC-4	50	2	950
sudeste	São Paulo	Rhizophora	IPA-1	50	15	850
sudeste	São Paulo	Avicennia	IPA-1	50	2	850
sudeste	São Paulo	Laguncularia	IPA-1	50	15	850
sudeste	São Paulo	Rhizophora	IPA-2	142	1	1460
sul	Santa Catarina	Laguncularia	SF5	45	3	381
sul	Santa Catarina	Laguncularia	SF1-1	80	28	968
sul	Santa Catarina	Avicennia	SF1-2	80	4	968
sul	Santa Catarina	Laguncularia	SF1-2	110	12	840
sul	Santa Catarina	Laguncularia	SF1-3	160	5	1466
sul	Santa Catarina	Laguncularia	SF8-1	60	2	572
sul	Santa Catarina	Laguncularia	SF8-2	115	4	1229

