



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 534**

**DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO LITORAL NORTE DO  
ESPÍRITO SANTO DURANTE O HOLOCENO TARDIO**

**Dissertação apresentada por:**

**FERNANDO AUGUSTO BORGES DA SILVA**

**Orientador: Prof. Dr. Marlon Carlos França (IFPA)**

---

**BELÉM**  
**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

SILVA, FERNANDO AUGUSTO BORGES  
DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO LITORAL NORTE DO ESPÍRITO SANTO DURANTE O  
HOLOCENO TARDIO / FERNANDO AUGUSTO BORGES SILVA. — 2018  
xiii, 74 f. : il. color

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), Instituto de  
Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. MARLON CARLOS FRANÇA

1. HOLOCENO . 2. ISOTOPOS ESTÁVEIS . 3. MANGUEZAIS . 4. NÍVEL RELATIVO DO MAR. 5.  
ESPÍRITO SANTO . I. FRANÇA , MARLON CARLOS, *orient.* II. Título

---

CDD 558.152



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO LITORAL NORTE DO  
ESPÍRITO SANTO DURANTE O HOLOCENO TARDIO**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR:**  
**FERNANDO AUGUSTO BORGES DA SILVA**

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOLOGIA.**

**Data de Aprovação:** 01 / 07 / 2018

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Marlon Carlos França  
(Orientador-UFPA)

---

Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen  
(Membro-UFPA)

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Ruiz Pessenda  
(Membro-USP)

À minha família

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me dar forças nos momentos mais difíceis que surgiram ao longo dessa jornada, especialmente nos meses finais, onde tudo se intensificou e mesmo assim consegui conforto, paz e serenidade para enfrentar as adversidades. São nos momentos mais escuros e sombrios que é possível sentir com mais intensidade a presença do senhor em nossas vidas, e sem a qual nada é possível.

A minha mãe, Maria das Graças pelo apoio incondicional, dedicação e paciência durante toda a vida, almejando sempre o melhor para os seus filhos. Obrigado principalmente por ter me mostrado como a simplicidade, humildade e alegria tem o poder de transformar o mundo a nossa volta e que cada um é responsável pelo próprio destino. “Tuas lágrimas serão minhas também, mas teus braços serão sempre o meu conforto”.

À Universidade Federal do Pará e ao professor Marcelo Cancela Lisboa Cohen pelo apoio a esta pesquisa por meio da infraestrutura fornecida do Laboratório de Oceanografia Química (LOQ) para a realização das análises granulométricas e do Laboratório de Dinâmica Costeira (LADIC) para a realização de contagem polínica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica pela oportunidade de agregar conhecimento e contribuir com esta pesquisa para a comunidade científica. À Cleida Freitas por todas as risadas, disposição em ajudar, responsabilidade cordialidade e abraços doces, muito obrigado.

Ao meu orientador Dr. Marlon Carlos França (IFPA), o maior exemplo de responsabilidade e comprometimento que tive, uma pessoa com muita luz, que me ajudou durante todo o processo, e de muitas formas, principalmente no meu desenvolvimento como ser humano. Obrigado por ter me dado a grande oportunidade de trabalhar ao seu lado, e ter se importado. O senhor será sempre querido por ser um profissional honorável e uma pessoa além de qualquer expectativa. Com ele pude aprender algo que se traduz na fala do Professor e filósofo Mário Sergio Cortella: “Faça o melhor na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores para fazer melhor ainda”. Obrigado professor Marlon, do fundo do coração.

Ao professor Luiz Carlos Ruiz Pessenda pelo curso especial ministrado aqui em Belém, o qual foi de grande contribuição para o desenvolvimento desta pesquisa e pela parceria com o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) que auxiliou nas

datações de  $^{14}\text{C}$ . Além de todo apoio nas atividades de laboratório, atividades de campo e financeiro por meio dos projetos de pesquisa desenvolvidos no litoral do Espírito Santo com o financiamento do CNPq (405060/2013-0) e da FAPESP (03615-5/2007 e 00995-7/11).

À professora Kita Macario, coordenadora do Laboratório de Radiocarbono da Universidade Federal Fluminense (LAC-UFF) pela parceria e no auxílio de datações de  $^{14}\text{C}$ .

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio financeiro ao projeto intitulado "Efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição dos manguezais do sul do Brasil" (445111/2014-3) sob a coordenação de Dr. Marlon Carlos França que engloba esta pesquisa e pela concessão da bolsa de estudos (131813/2016-1).

À minha grande amiga, Neuza Araújo Fontes Freire e à sua esposa Camila Ferreira Araújo Freire, por serem quem são em minha vida. Vocês são o maior exemplo de que família as vezes não tem a ver com laços de sangue. Obrigado pelas inúmeras conversas, pelos inúmeros conselhos, a boa vontade, algumas taças de vinho e experiências gastronômicas incríveis. Muitas vezes vocês foram minha válvula de escape com apenas um abraço. À vocês, todo o carinho do mundo.

Aos amigos que conquistei durante o desenvolvimento desta pesquisa, em especial: Jaine Freitas, Patrícia Rodrigues, Ruben Neto, Ellery Silva, Flávio Semblano e Allana Azevedo. Vocês se tornaram amigos muito queridos e agradeço a Deus por ter mandado vocês.

## RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade identificar a dinâmica dos manguezais no litoral norte do Espírito Santo, próximo ao município de São Mateus (ES), durante o Holoceno tardio, a partir da identificação de paleoambientes deposicionais e paleoflora; caracterização das fontes de matéria orgânica sedimentar e determinação cronológica dos eventos na área estudada. Para isso foram coletados dois testemunhos de sedimento (MBN e LI-34), para realizar uma análise integrada dos dados palinológicos, sedimentológicos e geoquímicos ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , razão C:N e C:S), sincronizados com sete datações  $^{14}\text{C}$ . Os perfis sedimentares, foram extraídos de manguezais localizados às margens dos rios São Mateus e Barra Seca com a utilização de um *trado russo*. Os depósitos possuem a idade de ~2662 anos cal AP, e são marcados pela presença de laminações cruzadas (facies Sc), depósitos heterolíticos lenticulares (facies Hl), areia com laminação paralela (facies Sp), depósitos heterolíticos *wavy* (facies Hw), depósitos heterolíticos *flaser* (facies Hf e Sf), areia maciça (facies Sm), areia com laminações paralelas (facies Smh) e lama com laminações paralelas (facies Ml), além da presença de conchas e fragmentos vegetais. Os dados obtidos permitiram a identificação de três associações de fácies ao longo dos testemunhos: a primeira (A) consiste em uma barra em pontal estuarina (~2662 até ~2215 anos cal AP), a segunda (B) consiste em uma planície de maré lamosa colonizada por ervas e manguezais, desde pelo menos ~2215 anos cal AP até o período moderno, e por fim a terceira (C) é caracterizada como um canal estuarino distal – inlet, com idade de aproximadamente 1337 anos cal AP. Os resultados isotópicos e elementares de C e N indicaram mistura de plantas vasculares de ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ , próximo às porções mais basais, com subsequente predomínio de plantas  $\text{C}_3$  em direção ao topo dos testemunhos, além da presença de matéria orgânica de origem aquática marinha/estuarina. A razão C:N indicou oscilações entre a influência aquática e terrestre, corroborando os valores da razão C:S (0,02-5,18), os quais revelam também mistura de matéria orgânica com influência marinha (aquática) e terrestre. Os resultados polínicos revelaram que o manguezal nesta região está presente desde pelo menos ~2662 anos cal AP, no entanto, observou-se mudanças na sua biodiversidade, pois atualmente esse ecossistema é colonizado principalmente pelo gênero *Laguncularia* na região da foz do rio Barra Seca, diferente de períodos anteriores, onde houve o pleno desenvolvimento dos gêneros *Rhizophora* e *Avicennia*. Por outro lado, na foz do rio São Mateus, o manguezal iniciou sua colonização com o gênero *Rhizophora* e,

após com a presença de *Avicennia*. Assim, com o presente estudo, é possível inferir que não houve variações climáticas significativas na região, entretanto, a estabilização do nível relativo do mar durante o Holoceno tardio, bem como a dinâmica sedimentar pode estar controlando o processo de expansão/contração desses manguezais.

Palavras-chave: Holoceno. Isótopos estáveis. Manguezais. Nível relativo do mar. Espírito Santo (ES).



## ABSTRACT

This work aims to identify the mangrove dynamics in the North coast of Espírito Santo State, close to São Mateus (ES), during the Late-Holocene, using the depositional identification of paleoenvironments and the paleoflora, further a characterization of the sources of sedimentary organic matter and chronological determination of the events in the study area. In order to perform an integrated analysis of the palynological, C-14 data, sedimentological and geochemical data ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , C:N and C:S ratio), two sediment cores (MBN and LI-34) were sampled with a peat core sampler. The sedimentary profiles were extracted from mangroves close to the mouth of São Mateus and Barra Seca rivers. The deposits age was around ~2662 cal yr BP, characterized by sand cross laminations (facies Sc), lenticular heterolithic deposits (facies Hl), sand with parallel lamination (facies Sp), wavy heterolytic deposits (facies Hw), flaser heterolithic deposits (facies Hf and Sf), massive sand (facies Sm), sand parallel laminations (facies Smh facies), and mud with parallel laminations (facies Ml), with shells and vegetal fragments. The first facies association (A) consists of an estuarine point bar (~2662 and ~2215 cal yr BP), the second (B) consists of a tidal flat with mangrove/herbs vegetation, since at least ~2215 cal yr BP, and finally the third (C) such as an inlet, a typical distal estuarine channel (~1337 cal yr BP). The geochemical results indicate a mixture of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants, near the basal portions, with a subsequent predominance of C<sub>3</sub> plants towards the top of the samples, besides the presence of organic matter of marine/estuarine. The C:N ratio indicates an oscillation between the aquatic and terrestrial influences, corroborating the values of the C:S ratio (0.02-5.18), which also revealed a mixture of organic matter with marine/aquatic and terrestrial influence. The pollen results showed that the mangrove in this region has been present for at least 2662 cal yr BP, however, changes in its biodiversity have been observed, since currently this ecosystem is colonized mainly by the genus *Laguncularia* in the region of the mouth of the Barra Seca river, different from previous periods, where there was full development of *Rhizophora* and *Avicennia* trees. However, on the mouth of São Mateus river, the genus *Rhizophora* beginning the mangrove and after *Avicennia*. Thus, through of this study, it is possible to infer that there were no significant climatic oscillations in this region, however, the stabilization of the relative sea-level during the late-Holocene, as well as the sedimentary dynamics may be controlling the expansion/contraction process of these mangroves.

Keywords: Holocene; Mangrove; Relative Sea Level-RSL; Stable Isotopes; Espirito santo (ES)