



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

---

**TESE DE DOUTORADO**

**A INFLUÊNCIA MARINHA NAS ÁGUAS DO LAGO ARARI (ILHA DE MARAJÓ-  
PA) DURANTE O HOLOCENO COM BASE EM INDICADORES BIOLÓGICOS E  
ISOTÓPICOS.**

**Tese apresentada por:**

**CLARISSE BELTRÃO SMITH**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen (UFPA)**

---

**BELÉM**

**2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)

Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

S644i Smith, Clarisse Beltrão

A influência marinha nas águas do lago Arari (ilha de Marajó-Pa) durante o Holoceno com base em indicadores biológicos e isotópicos / Clarisse Beltrão Smith; Orientador: Marcelo Cancela Lisboa Cohen – 2011.

xvii, 193 f.: il.

Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

1. Palinologia. 2. Matéria Orgânica. 3. Mudanças Climáticas (PA). 4. Holoceno. 5. Ilha de Marajó (PA). I. Cohen, Marcelo Cancela Lisboa, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 20. ed.: 561.13098115

---



**Universidade Federal do Pará**

**Instituto de Geociências**

**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**A INFLUÊNCIA MARINHA NAS ÁGUAS DO LAGO ARARI (ILHA DE MARAJÓ-  
PA) DURANTE O HOLOCENO COM BASE EM INDICADORES BIOLÓGICOS E  
ISOTÓPICOS.**

**TESE APRESENTADA POR**

**CLARISSE BELTRÃO SMITH**

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

**Data de Aprovação: 14 /03 /2011**

Banca examinadora:

Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen  
(Orientador - UFPA)

Dra. Susy Eli Marques Gouveia  
(Membro - UFPA)

Dr. Rômulo Simões Angélica  
(Membro - UFPA)

Dr. Luiz Carlos Ruiz Pessenda  
(Membro - CENA/USP)

Dr. Paulo Eduardo de Oliveira  
(Membro - UNG)



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

## PARECER

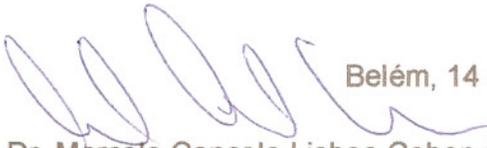
### Sobre a Defesa Pública da Tese de Doutorado de CLARISSE BELTRÃO SMITH

A banca examinadora da tese de doutorado de **CLARISSE BELTRÃO SMITH**, intitulada "A INFLUÊNCIA MARINHA NAS ÁGUAS DO LAGO ARARI (ILHA DE MARAJÓ-PA) DURANTE O HOLOCENO COM BASE EM INDICADORES BIOLÓGICOS E ISOTÓPICOS", composta pelos Professores Doutores Marcelo Cancela Lisboa Cohen (Orientador-UFGPA), Susy Eli Marques Gouveia (UFGPA), Rômulo Simões Angélica (UFGPA), Luiz Carlos Ruiz Pessenda (USP), Paulo Eduardo de Oliveira (UNG), após a apresentação oral e arguição da candidata, emite o seguinte parecer:

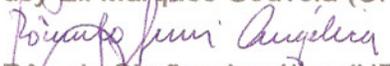
A candidata apresentou contribuição relevante ao conhecimento sobre a dinâmica e desenvolvimento do Lago Arari-Pará no que se refere a sua vegetação, aporte de matéria orgânica, e seu fluxo hidrodinâmico durante o Holoceno. A candidata mostrou segurança durante a exposição de seu trabalho, com uma apresentação clara, bem estruturada e de conteúdo relevante, demonstrando conhecimento da literatura e discussão dos dados palinológicos, isotópicos e sedimentológicos. O trabalho traz como grande contribuição científica, o efeito das mudanças climáticas da Amazônia nos manguezais da Ilha de Marajó durante o Holoceno. Na arguição a candidata defendeu muito bem sua tese e a hipótese principal, bem como respondeu as várias questões gerais e específicas apresentadas. O documento está bem redigido e bem estruturado, no qual seu conteúdo se encontra submetido a dois periódicos internacionais e um terceiro artigo em vias de desenvolvimento.

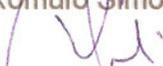
Com base no exposto, a banca examinadora decidiu por unanimidade aprovar a tese de doutorado.

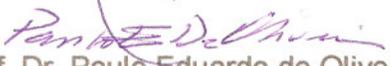
Belém, 14 de março de 2011.

  
Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen (Orientador-UFGPA)

  
Prof.ª Dr.ª Susy Eli Marques Gouveia (UFGPA)

  
Prof. Dr. Rômulo Simões Angélica (UFGPA)

  
Prof. Dr. Luiz Carlos Ruiz Pessenda (USP)

  
Prof. Dr. Paulo Eduardo de Oliveira (UNG)

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo realizar a reconstituição paleoambiental da área da bacia de drenagem do Lago Arari (Ilha de Marajó-PA) durante os últimos 7.250 anos A.P. Foram aferidas as condições físico-químicas atuais da água do lago, assim como sua composição botânica (fitoplâncton e macrófitas). A partir de nove testemunhos de sedimento, distribuídos no Lago Arari, na planície herbácea e no litoral leste da Ilha de Marajó, foram identificadas a granulometria e as estruturas sedimentares, além do conteúdo polínico, isotópico ( $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ ) e elementar ( $\text{C}/\text{N}_{\text{molar}}$ ) que permitiram uma correlação lito, bio e quimioestratigráfica entre os locais de amostragem. O controle temporal dos eventos foi obtido através de quatorze datações  $^{14}\text{C}$ . A análise integrada destes dados sugere três fases de importante transformação da bacia de drenagem do lago em estudo: Fase 1, entre 7.328-7.168 e 2.306-2.234 cal. anos A.P., os depósitos sedimentares são classificados como silte argiloso e silte arenoso, apresentando predominantemente estruturas sedimentares do tipo lenticular e *wavy* com presença significativa de grãos de pólen de manguezal e valores da razão molar C/N,  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  compatíveis com um ambiente deposicional lagunar. Na fase 2, entre 2.306-2.234 até ~500 cal. anos A.P. ocorre diminuição no fluxo energético na área de estudo, os depósitos sedimentares passam a apresentar estrutura plano paralela ou são depósitos maciços. Apesar dos dados de pólen sugerirem ausência de manguezal nessa fase, os valores isotópicos e elementares continuam a indicar contribuição preferencial de matéria orgânica aquática marinha. Na fase 3, a partir de ~500 cal. anos A.P. ocorre o estabelecimento do sistema lacustre, pois a deposição sedimentar reflete fluxo energético relativamente baixo e a influência marinha torna-se gradativamente menor, aumentando a contribuição de algas de água doce. Além disso, torna-se perceptível um suave aumento na matéria orgânica derivada de plantas terrestres resultado da expansão da planície herbácea que atualmente coloniza a rede de drenagem do Lago Arari. Hoje os bosques de manguezal estão restritos apenas à zona do litoral leste da Ilha de Marajó. De acordo com o modelo proposto nesse trabalho, a diminuição da influência marinha, com consequências para a hidrodinâmica, matéria orgânica e vegetação da região do Lago Arari, teve como causa principal a interação aumento no nível de mar seguido da diminuição na descarga fluvial dos rios que compõe a região de estudo.

**Palavras-chave: Ilha de Marajó (PA). Palinologia. Matéria Orgânica. Holoceno. Mudanças Climáticas.**

## ABSTRACT

This work aimed the paleoenvironmental reconstruct of the drainage basin area of the Lake Arari (Marajó Island-PA) during the last 7.250 yr B.P. There was performed the characterization of environment study, determining the current physico-chemical data of lake water and their botanical composition (phytoplankton and macrophytes). From the nine sediment cores sampled from the Lake Arari, herbaceous plain, and on the east coast of the Marajó Island, were analyzed the grains size, sedimentary structures, pollen, isotopic ( $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$ ) and elemental ( $\text{C}/\text{N}_{\text{molar}}$ ) content that allowed the lito, bio and chemostratigraphy correlation between the sampling sites. The ages of events were determined by radiocarbon. The integrated analysis of these data allowed the identification of three phases: Phase 1, from 7.328-7.168 and 2.306-2.234 cal. yr B.P., the sediments are classified as clayey silt and sandy silt, showing predominantly lenticular and wavy structures with mangrove pollen and values of C/N molar ratio and  $\delta^{13}\text{C}$   $\delta^{15}\text{N}$  compatible with a lagoonal depositional environment. In Phase 2, from 2.306-2.234 to ~500 cal. yr B.P., occurs a decrease in the energy flow, the sedimentary deposits present parallel lamination structure or massive deposits. Although the pollen data indicate the absence of mangroves in this phase, the isotope and elemental values continue to indicate preferential contribution of aquatic marine organic matter. In phase 3, from ~500 cal. yr B.P. to modern, is established the lake system, because the sediment deposition reflects relatively low energy flow and marine influence becomes progressively smaller with larger contribution of freshwater algae. Besides, occurs a slight increase in organic matter derived from terrestrial plants due to the expansion of the herbaceous plain, which it colonizes the Arari Lake's drainage. Currently the mangrove forests are restricted to east littoral area of the Marajó Island. According to the model proposed in this work, the decrease in marine influence, with consequences for the hydrodynamics, organic matter and vegetation of the study area, was produced by the interaction between the sea-level rise and river water discharge.

**Keywords: Marajó Island (PA). Palynology. Organic Matter. Holocene. Climate Change.**