



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

TESE DE DOUTORADO Nº 155

**O NEÓGENO E PLEISTOCENO DA AMAZÔNIA CENTRAL:
PALINOESTRATIGRAFIA, PALEOAMBIENTE E RELAÇÃO COM
OS EVENTOS EVOLUTIVOS DO RIO AMAZONAS**

Tese apresentada por

WALMIR DE JESUS SOUSA LIMA JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira (UFPA)

Coorientador: Dr. Carlos Jaramillo

**BELÉM
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

- L732n Lima Júnior, Walmir de Jesus Sousa.
- O Neógeno e Pleistoceno da Amazônia Central: Palinoestratigrafia, Paleoambiente e relação com os eventos evolutivos do Rio Amazonas / Walmir de Jesus Sousa Lima Júnior.— 2021.
- xvi, 147 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira
 Coorientador(a): Dr. Carlos Alberto Jaramillo
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2021.
1. Neogeno. 2. Rio Amazonas. 3. Lago Pebas-Solimões. 4. Formação Içá. 5. Palinomorfos. I. Título.

CDD 551.7009811



Universidade Federal do Pará

Instituto de Geociências

Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**O NEÓGENO E PLEISTOCENO DA AMAZÔNIA CENTRAL:
PALINOESTRATIGRAFIA, PALEOAMBIENTE E RELAÇÃO
COM OS EVENTOS EVOLUTIVOS DO RIO AMAZONAS**

TESE APRESENTADA POR:

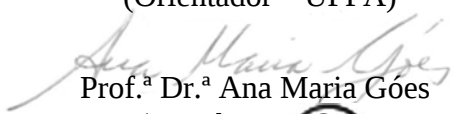
WALMIR DE JESUS SOUSA LIMA JÚNIOR

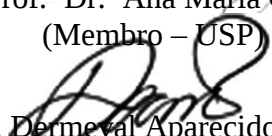
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de
GEOLOGIA**

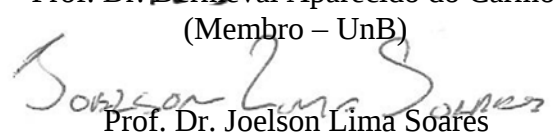
Data de Aprovação: 19 / 03 / 2021

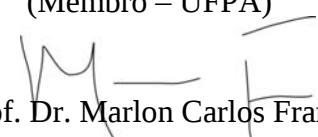
Banca Examinadora:


Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira
(Orientador – UFPA)


Prof.ª Dr.ª Ana Maria Góes
(Membro – USP)


Prof. Dr. Dermeval Aparecido do Carmo
(Membro – UnB)


Prof. Dr. Joelson Lima Soares
(Membro – UFPA)


Prof. Dr. Marlon Carlos França
(Membro – IFPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, a Ti Senhor toda honra e glória.

À minha família pelo incentivo, dedicação e infintos momentos de felicidade. Meus filhos Breno Lima, Nataly Lima, Blenda Lima, Pedro Dias e Stelle Lima.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Como também a concessão de bolsa pelo Programa de Doutorado-Sanduiche no Exterior (PDSE).

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) da Universidade Federal do Pará, pela infraestrutura e apoio financeiro disponibilizados.

Ao Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) por proporcionar um excelente ano de estágio, bem como disponibilizar toda a infraestrutura e meios possíveis para o desenvolvimento dessa tese. Aos pesquisadores Enrique Moreno e Carlos de Gracia pelo acolhimento e discussões. Aos demais amigos Alejandro Giraldo, Daniela Carvalho, Dayenari Caballero, Karén Cardenas, Natalia Ovalle e Sebastian Gomez ¡¡Muchas gracias por todo!!

Ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Afonso Nogueira por todo o auxílio e ensinamentos, pela confiança e por não me permitir desmotivar nos momentos turbulentos dessa caminhada.

Ao meu coorientador Dr. Carlos Jaramillo pela receptividade, paciência e oportunidade de aprofundar meus conhecimentos palinológicos.

Ao Laboratório de Paleontologia e Palinologia da Universidade Federal de Mato Grosso (PALMA), em especial à Prof. Dr. Silane Silva-Caminha e Dr. Carlos D’Apolito pelas inúmeras discussões e sugestões.

Ao Prof.(s) Dr.(s) José Bandeira e Werner Truckenbrodt pela grande colaboração no desenvolvimento deste projeto.

À Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão, do Instituto de Geociências da UFPA, bem como a bibliotecária Lúcia de Fátima Imbiriba de Sousa, pela normalização dessa tese.

Aos amigos do Grupo de Bacias Sedimentares da Amazônia (GSED), em especial, Ivan

Romero, Lucas Noronha e Renan Fernandes. Meus amigos de longa data Dr.(s) Anna Nogueira, Cleber Rabelo, Flávio Semblano, Guilherme Raffaeli, Hudson Santos, Isaac Salém, Luis Saturnino, Sebastian Neita, Pedro Augusto e Renato Sol.

Aos amigos Paula Machado e Walnei Batista pela amizade e companheirismo.

À minha bela namorada e futura geóloga Vivian Prado, pelo incentivo e por todos os momentos de felicidade.

A todos mais que participaram deste projeto, minha eterna gratidão!

RESUMO

A análise de fácies baseada em afloramentos de uma sucessão neógena com 25 m de espessura foi realizada na porção oriental da Bacia do Solimões, Amazônia Central. A Formação Solimões, Mioceno, inclui depósitos de lago / depósito de inundação, canal fluvial sinuoso de carga em suspensão com rompimento de diques marginais em subdeltas e depósitos de planície de inundação / rompimento de dique marginal, confirmando o sistema de mega-pântanos Pebas-Solimões anteriormente interpretado. A Formação Içá, Pleistoceno Superior, recobre de forma erosiva a Formação Solimões e compreende fluxo de carga mista a carga de fundo para o sistema fluvial meandrante e depósitos de planície de inundação. A palinoestratigrafia da Formação Solimões foi realizada nesta sucessão exposta e em testemunho de sondagem (196-291 m), geralmente, de lamitos ricos em matéria orgânica. A ocorrência de fósseis exclusivamente continentais associados a fitoclastos e algas de água doce, como os *Ovoidites*, confirmam um ambiente de mega-pântanos restrito à Amazônia Ocidental. *Monoporopollenites annuulatus* e outras gramíneas indicam uma oscilação entre as fases arbustiva e arbórea associada a flutuações nos intervalos seco e úmido. As idades do Mioceno-Plioceno superior para a Formação Solimões obtidas a partir de zonas de amplitudes identificadas principalmente *Crassoretitriletes vanraadshovenii*, *Echiperiporites akanthos*, *Echiperiporites stelae*, *Fenestrites spinosus*, *Psilastephanoporites tesseroporus*, *Grimsdalea magnaclavata* e *Alnipollenites verus*. A primeira aparição de *Alnipollenites verus* foi modificada para o Mioceno. Palinomorfos retrabalhados encontrados nesta sucessão indicam processos autocíclicos relacionados à dinâmica ambiental, enquanto acritarcas indicam erosão de áreas de origem paleozoica. A tectônica andina afetou dramaticamente a Amazônia Central, causando o soerguimento progressivo da Bacia do Solimões, que gerou um subsequente surgimento e obliteração da sucessão de mega-pântanos Pebas-Solimões. Este evento de progradação foi amplificado pela queda expressiva do nível do mar no Tortoniano médio (11-8 Ma), concomitando com o surgimento do Rio Amazonas Andino. A discordância gerada resultou num hiato deposicional com **bypass** de ~ 9,5 Ma. Apenas no Pleistoceno Superior, a Bacia do Solimões cedeu, ocasionando a implantação de um sistema de meandros de carga mista a carga fundo que representa o reinício da sedimentação do rio Amazonas na Amazônia Central.

Palavras-chave: Neogeno. Palinomorfos. Rio Amazonas. Lago Pebas-Solimões. Formação Içá.

ABSTRACT

Outcrop-based facies analysis of 25 m-thick Neogene succession was carried out in the Eastern Solimões Basin, Central Amazonia. The Miocene Solimões Formation includes lake/overbank, suspended-load meandering fluvial channel with subdelta crevasse, and flood plain/crevasse splay deposits, confirming the previously interpreted Pebas-Solimões mega-wetland system. The Upper Pleistocene Içá Formation unconformably overlies the Solimões Formation and comprises mixed load to bedload meandering fluvial channel and floodplain deposits. The Solimões Formation's palynostratigraphy was carried in this exposed succession and a drill core (196-291 m), generally in organic matter-rich mudrock. The occurrence of exclusively continental fossils associated with phytoclasts and freshwater algae such as *Ovoidites* confirm the wetland setting restricted to Western Amazonia. *Monoporopollenites annuulatus* and other grasses indicate an oscillation between shrub and tree phases linked to dry and humid interval fluctuations. The upper Miocene-Pliocene ages for the Solimões Formation obtained since amplitudes zones identified mainly *Crassoretitriletes vanraadshovenii*, *Echiperiporites akanthos*, *Echiperiporites stelae*, *Fenestrites spinosus*, *Psilastephanoporites tesseroporus*, *Grimsdalea magnaclavata*, and *Alnipollenites verus*. The first appearance of *Alnipollenites verus* is modified for the Miocene. Reworked palynomorphs found in this succession indicate autocyclic processes related to the environmental dynamic, while acritarchs indicate erosion of Paleozoic source areas. The Andean tectonics affected Central Amazonia dramatically, causing the progressive uplift of the Solimões Basin and the emergence and demise of the Pebas-Solimões mega-wetland succession. This progradation event was amplified by the expressive sea-level fall in the middle-Tortonian (11-8 Ma), resulting in the Andean Amazon River's onset. The generated unconformity resulted in a gap and bypass sediment of ~ 9,5 Ma. Only in the Late Pleistocene, the Solimões Basin subsided, causing the implantation of a mixed- to bedload meandering system that represents the sedimentation restart of the Amazon River in the Central Amazonia.

Keywords: Neogene. Palynomorphs. Amazon River. Pebas-Solimões Lake. Içá Formation.



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

PARECER

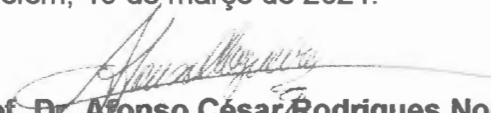
Sobre a Defesa Pública da Tese de Doutorado de WALMIR DE JESUS SOUSA LIMA JÚNIOR

A banca examinadora da Tese de Doutorado de **WALMIR DE JESUS SOUSA LIMA JÚNIOR** orientando do Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira (UFPA), composta pelos professores doutores Ana Maria Góes - USP, Dermeval Aparecido do Carmo - UnB, Marlon Carlos França - IFPA/IFES e Joelson Lima Soares - UFPA, após apresentação da sua tese intitulada "**O NEÓGENO E PLEISTOCENO DA AMAZÔNIA CENTRAL: PALINOESTRATIGRAFIA, PALEOAMBIENTE E RELAÇÃO COM OS EVENTOS EVOLUTIVOS DO RIO AMAZONAS**", emite o seguinte parecer:

O candidato realizou sua apresentação de forma clara, bem organizada e segura no tempo estipulado. Na arguição mostrou domínio da temática abordada e respondeu às perguntas formuladas pela banca. O trabalho escrito foi apresentado na forma de dois artigos submetidos a periódicos de impacto internacional. No entanto, os mesmos necessitam de correções de forma e questões pontuais de conteúdo.

Finalmente, a banca examinadora decidiu por unanimidade aprovar a tese de doutorado.

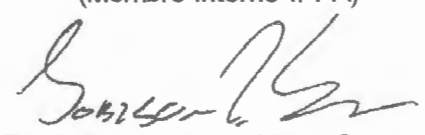
Belém, 19 de março de 2021.


Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira
(Orientador – UFPA)

Prof^a. Dr^a. Ana Maria Góes
(Membro externo-USP)


Prof. Dr. Dermeval Aparecido do Carmo
(Membro externo-UnB)


Prof. Dr. Marlon Carlos França
(Membro interno-IFPA)


Prof. Dr. Joelson Lima Soares
(Membro interno-UFPA)