



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

ANTÔNIA DAYANNE ABREU DE SOUSA

**PRIMEIRA OCORRÊNCIA DE OVO AMNIÓTICO NA FORMAÇÃO
ROMUALDO (CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE, SIMÕES-PI)**

FORTALEZA

2018

ANTÔNIA DAYANNE ABREU DE SOUSA

PRIMEIRA OCORRÊNCIA DE OVO AMNIÓTICO NA FORMAÇÃO ROMUALDO
(CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE, SIMÕES-PI)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Somália Sales Viana.

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S696p Sousa, Antônia Dayanne Abreu de.
Primeira ocorrência de ovo amniótico na Formação Romualdo (Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Simões-PI) / Antônia Dayanne Abreu de Sousa. – 2018.
67 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Maria Somália Sales Viana.
Coorientação: Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira.
1. Icnofóssil. 2. Vertebrado. 3. Aptiano. I. Título.

CDD 551

ANTÔNIA DAYANNE ABREU DE SOUSA

PRIMEIRA OCORRÊNCIA DE OVO AMNIÓTICO NA FORMAÇÃO ROMUALDO
(CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE, SIMÕES-PI)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Somália Sales Viana(Orientadora)
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Prof. Dr. Márcio Mendes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Daniel Costa Fortier
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

À minha amada avó Terezinha Abreu.
(*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas fizeram parte dessa caminhada nos últimos dois anos, e nomeá-las seria uma tarefa árdua, apenas agradeço pelo apoio e incentivo ao meu crescimento acadêmico e pessoal. Entretanto, citarei aqui aqueles que me ajudaram diretamente em questões da pesquisa e sem os quais este trabalho não teria chegado tão longe.

À minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Maria Somália Sales Viana, por suas orientações fundamentais, paciência, palavras e pelas oportunidades ao longo desse caminho. Sou grata pelo cuidado e carinho que sempre demonstrou.

Ao Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira, por suas valiosas orientações como coorientador. Agradeço por sua amizade, atenção, pelas oportunidades e principalmente pelo exemplo de simplicidade e generosidade.

À toda “família LABOPALEO”: Thiago Lima, Paula Carolina, Rony Barroso, Sérgio Xavier, Arquimedes Pompeu, Juliana Oliveira, Jarbas de Negreiros, Cléber Araújo, Robbyson Mendes, Maria de Jesus Gomes, Gina Cardoso e Danilo Sales. Agradeço especialmente a Victor Moreira pelas boas observações acerca do trabalho, pela confecção dos mapas e também pelo auxílio no inglês.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) (Código de Financiamento 001), pelo auxílio financeiro concedido com a bolsa de Mestrado Acadêmico.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Geologia; aos professores do referido programa, em especial ao Prof. Dr. Wellington Ferreira e a Prof^ª. Dr^ª. Cynthia Romariz, por toda atenção e pelos esclarecimentos das minhas dúvidas sobre o funcionamento do programa; aos alunos e ex-alunos do programa, em especial as minhas amigas Karla Janaína, Janiele Cruz, Valdete Lira e Olga Alcântara, pela atenção, apoio, hospitalidade e pelo fornecimento de materiais bibliográficos.

À Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) e à Universidade Federal do Piauí (UFPI) pela parceria que propiciou a coleta do espécime estudado, bem como pela infraestrutura disponibilizada; à Maria de Jesus Gomes de Sousa, Francisco Danilo Sales Paula e João Victor Paula Moreira pela participação nas pesquisas de campo.

À diretoria do Museu Dom José (MDJ) pelo espaço cedido para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores que participaram da banca examinadora do meu exame de Qualificação, o Prof. Dr. Márcio Mendes (UFC) e a Prof^a. Dr^a. Diva Maria Borges Nojosa pelas valiosas sugestões.

À toda a equipe técnica da Central Analítica do Curso de Física da UFC, do Laboratório de Laminação (LAMIN) e do Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME) pelo apoio e exequibilidade na realização de todas as análises microscópicas.

Ao Criatório Mister Cayman em nome do Médico Veterinário Izaac Albuquerque, por toda atenção, e principalmente pela doação do material zoológico; ao Pathovet Laboratório Veterinário pela assistência com os equipamentos apropriados para o corte anatômico do espécime recente.

Ao Médico Veterinário Gustavo Viana por suas orientações fundamentais nas interpretações das imagens tomográficas; ao tecnólogo em radiologia, Alife Fontes Ferreira, por suas observações e auxílio no tratamento das imagens tomográficas.

Aos membros da minha banca examinadora deste mestrado, Prof. Dr. Márcio Mendes (UFC) e o Prof. Dr. Daniel Costa Fortier (UFPI), pelo tempo concedido, colaborações e valiosas sugestões.

“... se não houvesse exceções, não existiriam os fósseis.”(KELLNER, 2006, p. 130)

RESUMO

Os ovos amnióticos fósseis guardam um grande potencial informativo, sobretudo referente aos aspectos reprodutivos e evolutivos dos vertebrados. No entanto, poucos são os espécimes íntegros, ou que abrigam embriões internamente, sendo que os raros casos estão basicamente relacionados a dinossauros. No Brasil, os registros desses icnofósseis são praticamente restritos à Bacia Bauru. Objetivou-se com esta pesquisa analisar os caracteres morfoestruturais do primeiro ovo amniótico encontrado em concreções carbonáticas da Formação Romualdo (Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe), acrescentando informações tanto no estudo desses fósseis, como no contexto paleontológico da bacia. O espécime foi coletado no Município de Simões, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil, e encontra-se tombado na coleção de fósseis do Museu Dom José, em Sobral, Ceará. A metodologia foi fundamentada em técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura, Espectroscopia por Energia Dispersiva e Microscopia Óptica, além do uso da Tomografia Computadorizada. Foi possível observar e descrever os caracteres morfológicos e microestruturais da casca, e atribuir o espécime ao morfotipo crocódiloide. Os diâmetros do exemplar apontam-no como o menor ovo decrocódilomorfo já descrito para o Cretáceo. A casca possui uma espessura considerada grossa, especialmente quando comparada com os ovos fósseis relatados para o Brasil. Os cortes tomográficos revelaram estruturas básicas de um embrião dentro do ovo, sugerindo que este é o primeiro ovo fóssil no mundo com vestígios embrionários pertencentes a tal grupo amniota.

Palavras-chave: Icnofóssil. Vertebrado. Aptiano.

ABSTRACT

Fossil amniotic eggs have great informative potential, especially with respect to reproductive and evolutionary aspects of vertebrates. However, there are only a few intact specimens, or those with fossilized embryos within, and the rare reported cases are essentially related to dinosaurs. In Brazil, the records of these ichnofossils are practically restricted in the Bauru Basin. This research aimed to analyze the morphostructural characteristics of the first amniotic egg found in the carbonate concretions of the Romualdo Formation (Lower Cretaceous from Araripe Basin), adding information both in the study of these fossils and in the paleontological context of the basin. The specimen was collected at the site Sítio Pé da Serra do Félix, in the municipality of Simões, Piauí, Brazil, and it is deposited in the fossil collection of the Dom José Museum, in Sobral, Ceará. The methodology employed was based on Scanning Electron Microscopy, Energy Dispersive Spectroscopy and Optical Microscopy techniques, as well as Computed Tomography. It was possible to observe and describe morphological and microstructural characteristics of the shell, and to ascribe the specimen to crocodyloid morphotype. The diameters of the specimen point it as the smallest Crocodylomorpha egg already described for the Cretaceous. The shell has a thickness considered thick, especially when compared to other fossilized eggs reported for Brazil. The tomographic sections revealed basic structures of an embryo inside the egg, suggesting that this is the first fossilized egg with Crocodylomorpha embryonic trace in the world.

Keywords: Ichnofossil. Vertebrate. Aptian.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema ilustrando a diferenciação entre os ovos amniotas, com base na organização da membrana da casca e das unidades básicas da casca (ovos de casca macia, de casca flexível e de casca rígida, respectivamente)	17
Figura 2 -	Morfotipos estruturais de cascas de ovos fósseis.....	18
Figura 3 -	Distribuição das ocorrências de ovos fósseis no Brasil.....	25
Figura 4 -	Localização e Geologia da Bacia do Araripe. Limites das bacias com base nos dados disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (geosgb.cprm.gov.br).....	29
Figura 5 -	Principais propostas estratigráficas para a Bacia do Araripe.....	30
Figuras -	Artigo	
Figure1 -	Outcrop of the sampling (white arrow) showing the Romualdo Formation at the locality Sítio Pé da Serra do Félix.....	38
Figure2 -	Studied area localisation and a stratigraphic section with the egg occurrence horizon. Basin limits based on data provided by the Brazilian Geological Survey (CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais: geosgb.cprm.gov.br). Processed with the QGIS software by J. V. P. Moreira in 2018.....	41
Figure3 -	Spectrum of the elements identified in the egg shell. (A) Calcium Carbonate; (B) Calcium Phosphate.....	43
Figure 4 -	Concretion with fossilised egg. MDJ Ic-069a, on the left and MDJ Ic-069b, on the right.....	44
Figure5 -	Internal and external surfaces of the shell in MDJ Ic-69 on SEM. (A) outer shell surface with ripples; the arrows indicate random holes, pore channels; (B) openings caused by interconnected pores; (C) signs of extrinsic degradation; (D) internal shell surface with signs of the basal buttons.....	45
Figure 6 -	Radial section of the shell in MDJ Ic-69 on SEM (A and B) and OM (C and D). (A) and (B) radial cutting of the shell analysed with scanning electron microscope; in (B) the lines indicate the boundaries between each unit of the shell; (C) and (D) present the configuration of the shell	

	unit using an optical microscope; in (D) there is an outline of the basic shell unit.....	46
Figure 7 -	Correlation of the main anatomic characteristic of an existing crocodile embryo (<i>Caiman latirostris</i>) in sagittal section (A) with its respective tomographic image still inside the egg (B) and the tomographic fossil image (MDJ Ic-069) (C). 1 – egg shell; 2 – skull; 3 – vertebral column; 4 – abdominal region. Maximum length of the images: (A) – 7 cm; (B) – 7.50 cm; (C): 3.03 cm.....	47
Figure 8 -	Approximate values of the densities in Hounsfield Unit (HU) and suggestions of the involved structures of the complete specimen. circle: 14.229 HU – egg shell; asterisk: 13.412 HU – skull; triangle: 10.479 HU – brain cavity; diamond:12.157 HU - vertebrae; cross: 5.558 HU – embryonic attachment; rectangle: 9.494 HU – embryonic attachment; letter “X”: 14.632 HU- abdominal region.....	48
Figure 9 -	Taphonomic model simplifying the formation of carbonate concretions by eodiagenesis.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANM	Agência Nacional de Mineração
CAT	Tomografia Computadorizada
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EDS	Espectrômetro de Raios-X por energia dispersiva de elétrons
LABOPALEO	Laboratório de Paleontologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú
LAMIN	Laboratório de Laminação
LME	Laboratório de Microscopia Eletrônica
LPP	Laboratório de Paleontologia de Picos
MDJ	Museu Dom José
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
MO	Microscopia óptica
OM	Optical Microscopy
SEM	Scanning Electron Microscopy
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UH	Unidades de Hounsfield
UVA	Universidade Estadual Vale do Acaraú

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Objetivos.....	15
1.1.1	<i>Objetivo geral.....</i>	15
1.1.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	O Ovo amniótico e sua importância paleontológica.....	16
2.2	Classificação parassistemática.....	20
2.3	Ovos fósseis no Brasil.....	21
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA.....	26
3.1	Contexto Geológico.....	26
3.2	Paleontologia da Formação Romualdo.....	31
4	METODOLOGIA.....	32
4.1	Material.....	32
4.2	Técnicas de análise microestruturais.....	32
4.3	Tomografia computadorizada.....	33
5	RESULTADOS.....	35
5.1	FIRST RECORD OF CROCODILE EMBRYO FROM THE ROMUALDO FORMATION (LOWER CRETACEOUS ARARIPE BASIN, BRAZIL).....	35
6	CONCLUSÃO.....	56
	REFERÊNCIAS.....	57
	ANEXO A – PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	67