



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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 499**

**ESTRATIGRAFIA E GEOQUÍMICA ORGÂNICA DA  
FORMAÇÃO LONGÁ, NEODEVONIANO/EOCARBONÍFERO  
DA BACIA DO PARNAÍBA, REGIÃO DE PEDRO AFONSO-TO**

**Dissertação apresentada por:**

**AILTON DA SILVA BRITO**

**Orientador: Prof. Dr. Joelson Lima Soares (UFPA)**

**Coorientador: Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima (UFPI)**

---

**BELÉM  
2017**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

---

Brito, Ailton da Silva, 1989-

Estratigrafia e geoquímica orgânica da Formação Longá,  
Neodevoniano/Eocarbonífero da Bacia do Parnaíba, região de Pedro  
Afonso-TO / Ailton da Silva Brito. – 2017.

xii, 84 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Joelson Lima Soares (UFPA)

Coorientador: Sidney Gonçalo de Lima

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e  
Geoquímica, Belém, 2017.

1. Geologia estratigráfica - Devoniano. 2. Geoquímica orgânica. 3.  
Bacia do Parnaíba. I. Título.

CDD 22. ed. 551.8

---



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

**ESTRATIGRAFIA E GEOQUÍMICA ORGÂNICA DA  
FORMAÇÃO LONGÁ, NEODEVONIANO/EOCARBONÍFERO  
DA BACIA DO PARNAÍBA, REGIÃO DE PEDRO AFONSO-TO**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR**

**AILTON DA SILVA BRITO**

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

Data de Aprovação: 30/05/2017

Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Joelson Lima Soares  
(Orientador-UFPA)

  
Prof. Dr. René Rodrigues  
(Membro-UERJ)

  
Prof. Dr. José Bandeira C. da Silva Junior  
(Membro-UFPA)

*Ao meu pai, minha mãe e meus irmãos.*

## AGRADECIMENTOS

Sou grato a todos que contribuíram para a realização desse trabalho, em particular:

À Deus por me manter firme e perseverante!

À Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) por proporcionar a infraestrutura necessária para a realização dessa pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Joelson Soares e coorientador Prof. Dr. Sidney Lima pelo apoio, críticas e sugestões.

Ao Prof. Dr. Afonso Nogueira principalmente por ter proporcionado a oportunidade de cursar geoquímica orgânica e petrografia orgânica na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), fundamentais para a realização dessa dissertação.

Ao Prof. Dr. René Rodrigues e demais membros do Laboratório de Geoquímica Orgânica e Inorgânica (LGQM) da UERJ pela realização das análises de COT e Pirólise.

Ao Prof. Dr. Sidney Lima e integrantes do Laboratório de Geoquímica Orgânica (LAGO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) pela realização das análises dos extratos orgânicos e auxílio na identificação dos biomarcadores.

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

À Priscila Amaral pela amizade, apoio e suporte no processo de aprimoramento técnico-científico.

Ao Guilherme Raffaeli pelas suas sugestões e correções da língua inglesa.

Por fim, a todos os meus amigos do curso de pós-graduação da UFPA, entre eles, Pablo Henrique, Pedro Augusto, Dayanne Coelho, Quézia Alencar, Arthur Aragão, Sebastian Calderon, Bruna Nogueira, Helder Thadeu, Rafael Guimarães, Reinaldo Junior, Edson Batista, Romulo Amaral, Luíz Saturnino, Walmir Lima. Agradeço também aos meus amigos, Lívia Ferreira, Patrícia Rodrigues, Vana Rodrigues, Cátia Lima e em especial ao Tulio Gonçalves, pelos anos de companheirismo e sincera amizade!

## RESUMO

O final do Devoniano é marcado por consideráveis mudanças paleoclimáticas e paleogeográficas relacionadas a ampla colonização do continente por plantas vasculares, aumento exponencial da produção de matéria orgânica e desenvolvimento de anoxia de fundo nos mares epíricos, típicos desse período. Além disso, o continente Gondwana encontrava-se em altas latitudes onde ocorreu pulsos glaciações na América do Sul. O estabelecimento de uma fase pós-glacial no Fameniano Superior levou a ocorrência de uma transgressão marinha e início da sedimentação fina da Formação Longá que perdurou até o Tournaisiano. O limite Devoniano-Carbonífero é marcado pela deposição de folhelhos negros em várias partes do mundo. O objetivo desse trabalho é a reconstituição paleoambiental e a caracterização geoquímica da matéria orgânica dos depósitos pós-glaciais pertencentes à Formação Longá que afloram na porção sudoeste da Bacia do Parnaíba. Para caracterização dos depósitos foi realizada uma análise litofaciológica da formação com auxílio da petrografia e difração de raios X. A análise geoquímica da matéria orgânica foi realizada através da determinação do Carbono Orgânico Total (COT), pirólise Rock-Eval e biomarcadores. A análise faciológica desses depósitos possibilitou a individualização de cinco litofácies: *lag* conglomerático (Gmm), folhelho laminado (Fl), Arenito grosso com *megaripple* (Sm), Arenito fino a médio com estratificação cruzada *hummocky* (Sh) e Folhelho intercalado com arenito fino com acamamento *wavy-linsen* (Fwl). As litofácies foram identificadas como pertencente a uma única associação de fácies que representam depósitos de plataforma, de *offshore* a *shoreface*. A base da Formação Longá é bem delimitada por um *lag* transgressivo produzido por ondas que a separa os depósitos não marinho da Formação Cabeças. A formação é caracterizada pela predominância de espessas camadas das fácies Fl e Fwl com eventos episódicos de tempestades e ocorrência de chuva de detritos oriundo do degelo de *icebergs* remanescentes. Na fácies Fwl ocorrem elementos típicos da Icnofácies Cruziana, caracterizada pela predominância de traços horizontais. Estas características sugerem um ambiente estressante ocasionado pela mudança de salinidade durante o *input* de águas de degelo na plataforma. As análises de geoquímica orgânica mostraram que os folhelhos Longá apresentaram baixo teor de COT, inferiores a 1%, valores para hidrocarbonetos livres (S1) abaixo do limite de detecção do equipamento Rock-Eval 6, e potencial gerador (S2) muito baixo (0,06 a 0,23). A temperatura máxima de pirólise (Tmax), assim como os parâmetros de maturação térmica calculados sobre os biomarcadores mostram que os folhelhos Longá são imaturos. Os valores de pristano/n-C17, Fitano/n-C18, índice de hidrogênio (IH) e índice de oxigênio (IO), sugerem querogênio tipo III e IV, formados a partir de plantas vasculares continentais como galhos, folhas e ceras vegetais, corroborado por teor de enxofre (TS) < 0.2 wt%, razão Terrígenos/aquáticos (TAR), C29-sterol, hopano/sterano e Metilfenantrenos (MPs). Essa matéria orgânica foi depositada em um mar epírico onde predominava águas rasas, condições oxidantes, salinidade normal, e baixas temperaturas.

Palavras-Chave: Bacia do Parnaíba, Formação Longá, geoquímica orgânica, biomarcadores, paleoambiente.

## ABSTRACT

The Late Devonian is marked by considerable paleoclimatic and paleogeographic changes related to a widespread colonization of the continent by vascular plants, exponential increase of organic production and development of background anoxia in the epeiric seas, typical of that period. In addition, during Famennian age the Gondwana continent was in high latitudes and glacial pulses occurred in South America. A postglacial phase in Late Famennian was responsible for the occurrence of a marine transgression and beginning of the Long Formation sedimentation until the Tournaisian. Devonian-Carboniferous boundary is marked by deposition of black shales in various parts of the world. The goal of this work is a paleoenvironmental reconstruction and a geochemical characterization of the postglacial organic matter deposits of Long Formation from southwest Parnaíba Basin. A lithofaciological analysis was accomplished of Longá deposits plus petrographic and X-ray diffraction. The quantification of Total Organic Carbon (TOC) plus Rock-Eval pyrolysis and biomarkers was the geochemical analysis of organic matter within Longá Shales. From the sedimentological analysis of the deposits five lithofacies was identified: conglomerate lag (Gmm), laminated shales (Fl), coarse sandstone with megaripple bedding (Sm), fine to medium hummocky cross-stratified sandstones (Sh) and wavy-linsen shale interbedding with fine sandstone (Fwl). The lithofacies were interpreted as belonging to a single facies association, representing offshore to shoreface deposits. The lower Longá Formation boundary is well delimited by a transgressive lag produced by waves that separate it from the non-marine deposits of the Cabeças Formation. The formation is characterized by the predominance of thick layers of the Fl and Fwl facies with episodic events of storms and occurrence of debris rain as result of remaining icebergs melting. In Fwl facies occur typical elements of the Cruziana Ichnofacies characterized by predominance of horizontal trace fossils. These characteristics suggest a stressful environment caused by changes in salinity during the input of ice melting water within the platform. The organic geochemistry analyzes showed that Longá shales had a low TOC content, less than 1%, values of free hydrocarbons (S1) below the detection limit of the Rock-Eval 6 equipment, and very low (0.06 to 0.23) hydrocarbons generation potential (S2). The maximum pyrolysis temperature (Tmax) as well as the thermal maturation parameters calculated on the biomarkers show that the Longá shales are immature. The values of pristane/n-C<sub>17</sub>, phytane/n-C<sub>18</sub>, Hydrogen Index (IH) and Oxygen Index (IO) suggest kerogen type III and IV, formed from conical land leaves, needles and plant waxes as are support by total sulfur (TS) <0.2 wt%, terrigenous/aquatic ratio (TAR), C<sub>29</sub>-sterol, hopane/sterane and Methylphenanthrene (MPs). This organic matter was deposited in an epeiric sea where prevailed shallow water, oxidizing conditions, normal salinity, and low temperatures.

Keywords: Parnaíba Basin, Longá Formation, organic geochemistry, Biomarkers, paleoenvironment.