



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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 475**

**PALEOAMBIENTE E ICNOFÓSSEIS DA FORMAÇÃO  
PIMENTEIRAS, DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA,  
REGIÕES DE VALENÇA DO PIAUÍ E PIMENTEIRAS, PIAUÍ**

**Dissertação apresentada por:**

**LUCAS NORONHA CUNHA**

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

---

**BELÉM  
2015**

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

---

Cunha, Lucas Noronha, 1990-  
Paleoambiente e icnofósseis da Formação Pimenteiras,  
devoniano da Bacia do Parnaíba, regiões de Valença do Piauí e  
Pimenteiras, Piauí / Lucas Noronha Cunha. – 2015.  
xv, 78 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Afonso César Rodrigues Nogueira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia  
e Geoquímica, Belém, 2015.

1. Fósseis (Geologia). 2. Geologia estratigráfica – Devoniano. 3.  
Parnaíba, Rio, Bacia (PI e MA). I. Título.

CDD 22. ed. 552.5098122

---



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

**PALEOAMBIENTE E ICNOFÓSSEIS DA FORMAÇÃO  
PIMENTEIRAS, DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA,  
REGIÕES DE VALENÇA DO PIAUÍ E PIMENTEIRAS, PIAUÍ**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR**  
**LUCAS NORONHA CUNHA**

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

**Data de Aprovação: 08 / 12 / 2015**

**Banca Examinadora:**

**Prof. AFONSO CÉSAR RODRIGUES NOGUEIRA**  
**(Orientador-UFPA)**

**Prof. WERNER TRUCKENBRODT**  
**(Membro-UFPA)**

**Prof.ª RENATA GUIMARÃES NETTO**  
**(Membro- UNISINOS)**

À minha família,  
Abel Cunha, Neuma Cunha,  
Samara Cunha, Jonata Cunha,  
Alex Xavier e Mila Silva

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me sustentado e me guiado durante toda minha vida, não deixando eu me afastar dos seus caminhos e me dando forças e sabedoria pra continuar e superar os obstáculos encontrados até aqui.

Ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo suporte financeiro e infraestrutura disponível.

A minha família, meus pais e irmão pela educação, amizade e companheirismo durante todos esses anos.

A minha namorada Mila pelo amor, amizade e paciência que teve comigo durante esses anos, sem ela não teria chegado até aqui.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Afonso Nogueira pelas orientações prestadas neste trabalho e na minha vida acadêmica ao longo desses anos e, principalmente, ao Prof. Dr. Joelson Soares por toda a ajuda, discussões e críticas no desenvolvimento desse trabalho, assim como o apoio, companheirismo e amizade construída ao longo desse tempo, desde a época de monitorias, TCC e agora mestrado.

E ao Prof. Dr. Roberto César, pelo auxílio e apoio durante a viagem de campo e nas discussões posteriores ao decorrer da elaboração da dissertação.

A toda a turma de Geologia de 2008, por ter compartilhado tantos momentos juntos, em cada uma das nossas viagens e confraternizações durante o curso. Em especial aos meus colegas de turma e de laboratório Renato (socó) e Raphael pela amizade e companheirismo durante todo esse tempo trabalhando juntos.

Aos amigos de pós-graduação do Grupo de Análises de Bacias Sedimentares da Amazônia (GSED/UFPA) pelos momentos juntos, brincadeiras e contribuições dadas este trabalho.

## RESUMO

Um dos mais expressivos registros dos mares devonianos do Oeste do Gondwana é representado pelos folhelhos e arenitos da Formação Pimenteiras, exposta na Bacia do Parnaíba, Região Nordeste do Brasil. Esta formação tem sido interpretada como depósitos de plataforma influenciada por tempestades representativos da fase transgressiva ocorrida entre o Mesodevoniano e o Neodevoniano. A análise de fácies e estratigráfica da Formação Pimenteiras, em excelentes exposições nas regiões de Valença do Piauí e Pimenteiras, Estado do Piauí, corroborou a interpretação prévia desta unidade, bem como proporcionou a identificação de sua diversidade e abundância icnofossilífera para a determinação de parâmetros paleoambientais, tais como taxa de sedimentação, oxigenação e batimetria. Duas associações de fácies foram individualizadas para a Formação Pimenteiras: 1) *offshore/shoreface*, caracterizada por arenitos com estratificação cruzada *hummocky*, intercalado com arenitos com laminação ondulada, acamamento maciço e folhelhos configurando um padrão tipo *pinch-and-swell*; e 2) *offshore* superior, caracterizada por camadas de espessuras métricas e lateralmente contínuas por dezenas de metros de folhelhos, com intercalação de arenitos com estratificação cruzada *hummocky*. A icnologia sistemática da Formação Pimenteiras permitiu a identificação de 15 icnogêneros tais como, *Agrichnium*, *Bergaueria*, *Bifungites*, *Circulichnis*, *Cruziana*, *Diplichnites*, *Helminthopsis*, *Lockeia*, *Lophoctenium*, *Palaeophycus*, *Phycosiphon*, *Planolites*, *Protopaleodictyon*, *Rusophycus* e *Zoophycos*. Os icnogêneros *Agrichnium* e *Circulichnis* são descritos pela primeira vez na Formação Pimenteiras. Níveis de bioturbação distintos ocorrem restritos aos arenitos, com índices de icnofábrica (ii) 3, variando entre 15% e 25%. Estes valores médios de ii sugerem níveis de oxigenação típicos de ambientes aeróbicos, ou a zona de interface água-sedimento com razoáveis níveis de oxigenação. Estes níveis de bioturbação são geralmente limitados por folhelhos com pouca (ii = 2) ou nenhuma bioturbação (ii = 1), o que sugere um ambiente anaeróbico próximo ao substrato. A Formação Pimenteiras inclui as seguintes icnofácies representativas da transição *offshore/shoreface*: *Skolithos*, representativa de ambiente de alta energia dominado por ondas; e *Cruziana*, relacionado a zona litorânea e ambiente marinho raso a profundo. A predominância de espécimes da icnofácie *Cruziana* e com subordinada ocorrência de espécimes da icnofácies *Skolithos* nos depósitos estudados sugerem uma relação entre uma ocupação do substrato permanente pontuada pela exploração episódica de indivíduos colonizadores, após eventos de tempestades. Os estudos de fácies em combinação com a análise icnológica da Formação Pimenteiras forneceram importantes parâmetros para o

entendimento da dinâmica sedimentar e a ocupação do substrato por organismos bentônicos durante o estabelecimento dos mares epicontinentais devonianos no oeste Gondwana.

Palavras-chave: Formação Pimenteiras. Devoniano. Icnofósseis. Fácies deposicionais.

## ABSTRACT

Shales and sandstones of the Pimenteiras Formation represent the most expressive records of Devonian seas in the Western Gondwana, exposed in the eastern border of Parnaíba Basin, Northern Brazil. This formation has been interpreted as storm-influenced platform deposits related to the transgressive phase during Mesodevonian to Neodevonian periods. Based-outcrop facies and stratigraphic analysis of the Pimenteiras Formation in the Valença do Piauí and Pimenteiras regions, State of Piauí, corroborated the previous interpretation of this unit, as well as allowed the identification of its ichnofossiliferous diversity and abundance for the determination of paleoenvironmental parameters, such as sedimentation rate, oxygenation and bathymetry. Two facies associations were individualized for Pimenteiras Formation: 1) offshore/shoreface, characterized by hummocky cross-stratified sandstone interbedded with ripple bedded sandstone, massive sandstone and shale, configuring a pinch-and-swell pattern; and 2) upper offshore deposits, consisting by meter-scale thick beds, laterally continuous by dozens of meter of shale, interbedded with hummocky cross-stratified sandstone. Systematic ichnology of Pimenteiras Formation indicated 15 ichnogenera, such as *Agrichnium*, *Bergaueria*, *Bifungites*, *Circulichnis*, *Cruziana*, *Diplichnites*, *Helminthopsis*, *Lockeia*, *Lophoctenium*, *Palaeophycus*, *Phycosiphon*, *Planolites*, *Protopaleodictyon*, *Rusophycus* and *Zoophycos*. The *Agrichnium* and *Circulichnis* ichnogenera are described for the first time in the Pimenteiras Formation. Different bioturbation levels occur restricted to sandstone beds were identified, with ichnofabric index (ii) 3, ranging between 15% and 25%. These average values of ii suggest typical oxygenation levels related to aerobic environments, or the sediment-water interface zone with reasonable oxygenation levels. These bioturbation levels are usually limited by shales with low (ii = 2) or none (ii = 1) bioturbation, suggesting an anaerobic environment near to the substrate. The Pimenteiras Formation includes the following ichnofacies representatives of offshore/shoreface transition: *Skolithos*, related to wave-dominated high energy environment; and *Cruziana* ichnofacies correspondent to the littoral zone and shallow to deep marine environment. The predominance of specimens of *Cruziana* with subordinate specimens of *Skolithos* ichnofacies in the studied deposits suggests a relationship with a permanent occupation of the substrate punctuated by episodic exploration of colonizers individuals, after the storm events. The facies analysis in combination with ichnologic studies carried out in the Pimenteiras Formation provided important parameters for the understanding of sedimentary



dynamic and substrate occupation by benthic organism during the establishment of Devonian epicontinental seas in the Western Gondwana.

Keywords: Pimenteiras Formation. Devonian. Ichnofossils. Depositional Facies.