



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 423

**ESTRATIGRAFIA, ANÁLISE DE FÁCIES E PROVENIÊNCIA
DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS AFLORANTES
NA REGIÃO DE PRESIDENTE FIGUEIREDO – AM, BORDA
NORTE DA BACIA DO AMAZONAS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR:

IGNÁCIO DE LOIOLA ALVARES NOGUEIRA NETO

Orientador: Prof. Dr. Moacir José Buenano Macambira (UFPA)

Coorientador: Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira

**BELÉM-PA
2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Nogueira Neto, Ignácio de Loiola Alvares, 1986-
Estratigrafia, análise de fácies e
proveniência das unidades litoestratigráficas
aflorentes na região de Presidente Figueiredo
am, borda norte da bacia do Amazonas / Ignácio
de Loiola Alvares Nogueira Neto. - 2012.

Orientador: Moacir José Buenano Macambira;
Coorientador: Afonso César Rodrigues
Nogueira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
do Pará, Instituto de Geociências, Programa de
Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém,
2012.

1. Geologia Histórica - Presidente Figueiredo
(AM). 2. Geologia estratigráfica. 3. Geologia
estrutural - Presidente Figueiredo (AM). I.
Título.

CDD 22. ed. 551.81



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

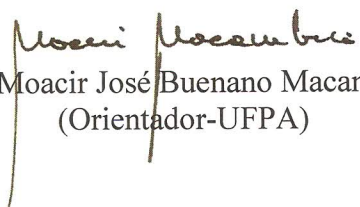
**ESTRATIGRAFIA, ANÁLISE DE FÁCIES E PROVENIÊNCIA DAS UNIDADES
LITOESTRATIGRÁFICAS AFLORANTES NA REGIÃO DE PRESIDENTE
FIGUEIREDO – AM, BORDA NORTE DA BACIA DO AMAZONAS**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
IGNÁCIO DE LOIOLA ALVARES NOGUEIRA NETO**

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.**

Data de Aprovação: 11 / 11 / 2013

Banca Examinadora:


Prof. Moacir José Buenano Macambira
(Orientador-UFPA)


Prof. Jean Michel Lafon
(Membro-UFPA)


Prof. Antônio Emídio de Araújo Santos Júnior
(Membro-UFPA Marabá)

Ao meu pai Kleber (*in memoriam*),
pelos ensinamentos, apoio e amizade.

À minha mãe Francisca,
pela dedicação incansável.

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui meus sinceros agradecimentos às seguintes entidades e pessoas pelas relevantes contribuições diretas e indiretas na realização desta dissertação:

A Deus, por ser o maior responsável pelo dom da vida e o pai de toda a sabedoria. Por me proporcionar saúde e a oportunidade para estudar e buscar um grau de instrução maior. Agradeço por tudo!

A Universidade Federal do Pará por toda infraestrutura oferecida através do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG).

Ao CNPq, que financiou minha bolsa de mestrado. E por ajudar vários alunos que sonham em se tornar grandes pesquisadores e educadores, assim como eu.

Agradecimento em especial, ao PPGG que financiou grande parte das etapas de campo e das viagens que fiz para apresentar trabalhos durante o mestrado.

Ao meu co-orientador professor Dr. Afonso Nogueira, pela amizade, pelo voto de confiança ao aceitar em me coorientar, sempre acreditando no meu potencial. Obrigado pelo incentivo, pela paciência, pelas críticas, sugestões e questionamentos fundamentais na elaboração desta dissertação. Jamais esquecerei toda a ajuda e assistência proporcionada.

Ao meu orientador professor Dr. Moacir Macambira, pelo voto de confiança ao aceitar me orientar, sempre acreditando no meu potencial. Obrigado pelo incentivo, críticas, sugestões e orientações que elucidaram de forma significativa na elaboração desta dissertação.

Ao professor Dr. Joelson Soares pelas discussões, críticas e sugestões na melhoria de minha dissertação. Sendo fundamental no levantamento de novos dados para a mesma.

Ao Isaac e ao Roberto Cérsar, membros do Grupo Gesed, que foram meus professores nas etapas de campo. O meu eterno agradecimento pelos ensinamentos, críticas e sugestões.

Ao professor Dr. Jean Michel Lafon e a técnica Vanessa, do laboratório PARAÍSO, pela ajuda fundamental no processo de separação de zircões para datação.

Ao professor Dr. Claudio Lamarão pela ajuda proporcionada durante a utilização do MEV na UFPA.

Ao professor Dr. Lucindo, da UFAM, pelos ensinamentos ministrados, pela amizade construída e pelo mesmo ter me recebido em sua casa durante a etapa de campo.

A minha noiva Camila dos Santos Sá, que ao longo destes anos tem sido sinônimo de amor, companheirismo, força e alegria em minha vida.

Aos familiares pelo apoio e incentivo em minha vida acadêmica, em especial à minha irmã Ana Karolina Feitosa Nogueira e ao meu primo Társsio Nogueira.

Aos amigos da UNB, Lígia, Érico, Bárbara e ao professor Dr. Elton Dantas, pelos ensinamentos durante a etapa de datação de zircão detrítico realizada na Universidade de Brasília.

Aos meus amigos Max Santos, Antônio Pantoja (AZ), Antônia Railine, Bruna Leal, Thiago Jardim e Hudson Santos pelas sugestões, críticas, palavras de incentivo e pela amizade sempre presente e fundamental em diversas fases da elaboração dessa dissertação e, principalmente, pelos momentos de descontração que muito ajudaram no decorrer do mestrado.

Aos professores da Faculdade de Geologia e do Programa de Pós-Graduação (PPGG-UFPA) que tenho profunda admiração e respeito. Agradeço pelos ensinamentos e por toda a minha formação profissional.

Ao professor Dr. Vladimir de Araújo Távora, meu orientador de graduação, pelo incentivo, por ter se tornado meu amigo e colega de trabalho em diversas publicações que temos feito.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta no período de desenvolvimento da dissertação. O meu muito obrigado!

“Aqueles que esperam no Senhor renovam suas forças.
Voam alto como águias; correm e não ficam exaustos;
andam e não se cansam”.

Isaías 40.31

RESUMO

Esta dissertação apresenta os resultados de um estudo que envolve análise de fácies e de proveniência dos depósitos siliciclásticos de idades pré-cambriana e fanerozoica que constituem uma faixa contínua de afloramentos na borda norte da Bacia do Amazonas. Nesse intervalo de tempo, essa borda da bacia foi caracterizada pela deposição de rochas sedimentares siliciclásticas que foram afetadas por variações climáticas extremas, como por exemplo, a Glaciação Siluriana. A Formação Prosperança (Grupo Purus, Proterozoico) e o Grupo Trombetas (Ordoviciano-Devoniano), representado pelas formações Nhamundá e Manacapuru, são as unidades litoestratigráficas que melhor registraram esses eventos paleoclimáticos na Bacia do Amazonas. A Formação Alter do Chão (Grupo Javari, Cretáceo) cobre as unidades anteriormente citadas. As fácies da Formação Prosperança estão todas relacionadas a ambientes flúvio-deltaicos e são compostas por arenitos, conglomerados e pelitos. Essas fácies foram agrupadas em três associações interpretadas como prodelta/lacustre, frente deltaica e planície *braided*. Quanto ao Grupo Trombetas, as fácies da Formação Nhamundá estão relacionadas a ambientes costeiros e são compostas por arenitos, pelitos e diamictitos. Essas fácies foram agrupadas de acordo com suas características em três associações e interpretadas como *shoreface* superior, *shoreface* inferior e glacial costeiro. As fácies da Formação Manacapuru estão relacionadas a ambientes costeiros e são compostas por intercalações de arenitos, pelitos e folhelhos. Essas fácies foram agrupadas em três associações representativas dos ambientes de fácies litorânea transicional, costa afora e transição *shoreface-foreshore*. O registro de vida nos depósitos siliciclásticos das formações Nhamundá e Manacapuru é caracterizado pela presença de traços fósseis e raros fósseis. Os traços fósseis são encontrados mais comumente nas fácies arenosas em ambas as formações. Fósseis são encontrados em folhelhos betuminosos e caracterizados por conchas de braquiópodes que sugerem a passagem de um ambiente anóxico para um ambiente com condições de manutenção da vida. Por fim, os depósitos cretáceos da Formação Alter do Chão registram uma sucessão formada por arenitos, conglomerados e pelitos. As litofácies foram agrupadas em duas associações interpretadas como depósitos de preenchimento de canal e como depósitos externos ao canal, depositadas em um sistema fluvial do tipo meandrante com variação de sinuosidade do canal e de carga mista (*mixedload*). Quanto aos seus constituintes minerais, a Formação Prosperança apresenta abundância de minerais estáveis, elevada maturidade composicional, com índice ZTE médio de 86,6%. Em geral, os minerais possuem

forma de prismas longos, arredondados e angulosos. A Formação Nhamundá apresenta abundância de minerais estáveis, elevada maturidade composicional, com índice ZTR de 83%. Os minerais são comumente arredondados a secundariamente angulosos. A Formação Manacapuru apresenta abundância de minerais estáveis, elevada maturidade composicional e índice ZTRE de 86,4%. Os minerais são geralmente arredondados e raramente angulosos. A Formação Alter do Chão apresenta grande abundância de minerais estáveis com índice ZTRE de 96,5%. Os minerais são geralmente angulosos e raramente arredondados. Foram também realizadas análises geocronológicas pelo método U-Pb nos grãos de zircão através de LA-MC-ICP-MS na Universidade de Brasília. As idades obtidas, com o auxílio dos dados de paleocorrente e assembleia de minerais pesados, indicaram as possíveis áreas-fonte. As principais áreas-fonte dos sedimentos da Formação Prosperança provavelmente são regiões localizadas ao norte/noroeste da borda norte da Bacia do Amazonas, sendo as rochas da Província Maroni-Itacaiúnas (2,2-1,95 Ga) as prováveis fontes e a idade máxima de deposição de 1,5 Ga. Para a Formação Nhamundá, os dados sugerem uma idade máxima de deposição de cerca de 0,5 Ga e indicam idades entre 0,5 e 2,8 Ga, assim como para a Formação Manacapuru. Essas idades de deposição indicam que as principais áreas-fonte são formadas por rochas de idade neoproterozoica e mesoproterozoica. Os zircões de idade neoproterozoica podem ter sido oriundos de retrabalhamento de rochas mais antigas, mas há também a possibilidade de que a fonte dos zircões neoproterozoicos e mesoproterozoicos ser a Laurásia ou até mesmo serem oriundos dos cinturões brasileiro/pan-africanos do oeste africano. Os terrenos de idade mesoproterozoica, expostos a sudoeste do *Cráton* Amazônico e reunidos nas províncias geocronológicas Sunsás e Rondoniana-San Ignácio, podem ter sido a fonte dos zircões neoproterozoicos. Os dados sugerem como áreas-fonte para a Formação Alter do Chão, as regiões localizadas a norte/nordeste da borda norte da Bacia do Amazonas, sendo a Província Maroni-Itacaiúnas (2,2-1,95 Ga), considerada como a principal fonte potencial para os arenitos dessa formação. Alternativamente, existe a possibilidade desses zircões provirem do retrabalhamento de formações mais antigas como, por exemplo, a Formação Prosperança.

]

Palavras-chave: Bacia do Amazonas; depósitos pré-cambrianos; depósitos cretáceos; traços fósseis; minerais pesados; proveniência.

ABSTRACT

This paper presents the results of facies and provenance studies of Precambrian and Phanerozoic deposits that form a continuous band of outcrops in the northern border of the Amazon Basin. This time interval is characterized in the boundary of the basin by siliciclastic sedimentary rocks that have been deposited under extreme climatic variations, such as the Silurian glaciation. The Prosperança Formation (Purus Group, Proterozoic) and Trombetas Group (Ordovician-Devonian), represented by the Nhamundá and Manacapuru formations, are the lithostratigraphic units that best recorded this paleoclimate event in the Amazon Basin. The Alter do Chão Formation (Javari Group, Cretaceous) is stratigraphically above of lithostratigraphic units previously cited. All the Prosperança Formation facies are related to the fluvial-deltaic environments and are composed by sandstones, conglomerates and pelites. These facies were grouped into three facies associations interpreted as prodelta/lacustrine, deltaic front and braided plain. As to Trombetas Group, the facies of Nhamundá Formation are related to coastal environments and composed by sandstones, pelites and diamictites. These facies were grouped according to their characteristics in three associations and interpreted as upper shoreface, lower shoreface and coastal glacial. The facies of Manacapuru Formation are related to coastal environments and consist of interbedded sandstones, shales and pelites. These facies were grouped into three facies associations representing transitional coastal facies environments, offshore and transitional shoreface-foreshore. The life record in siliciclastic deposits of Nhamundá and Manacapuru formations is characterized by the presence of fossil traces and rare fossils. The fossil traces are found more commonly in the sandy facies in both formations. Fossils are found in bituminous shales and are characterized by brachiopod shells that suggest the passage of an anoxic environment to an environment with conditions for sustaining life. Lastly, the Cretaceous deposits of Alter do Chão Formation record a sequence formed by sandstones, conglomerates and pelites. The lithofacies were grouped into two associations interpreted as fill channel deposits and outside channel deposits, deposited in a fluvial system (meandering) with sinuous channel variation and mixed load. In relation to their mineral constituents, the Prosperança Formation shows stable mineral, with high compositional maturity, and ZTE index of 86.6%. In general, the minerals have long prisms, rounded and angular. The Nhamundá Formation deals stable mineral abundance, high compositional maturity, with ZTR index of 83%. The minerals are

commonly rounded and secondarily angular. The Manacapuru Formation presents stable mineral abundance, high compositional maturity and ZTRE index of 86.4%. The minerals are usually rounded and rarely angular. The Alter do Chão Formation shows abundance of high stable mineral with ZTRE index of 96.5%. The minerals are usually angular and rarely rounded. Geochronological analyses were also performed by U-Pb method on zircon grains by LA-MC-ICP-MS at Brasília University. The ages obtained, with the assistance paleocorrente data and heavy minerals assembly indicate the possible source areas. The main source areas of Prosperança Formation sediments are probably regions located north/northwest of the northern border of the Amazon Basin, being the rocks of the Province Maroni-Itacaiúnas (2.2 to 1.95 Ga) the likely potential source. The maximum age of deposition of this formation is about 1.5 Ga. To the Nhamundá Formation, the data suggest a maximum age of deposition of about 0.5 Ga and the zircon ages range from 0.5 to 2.8 Ga, as well as for Manacapuru Formation. These deposition ages indicate that the main source areas are formed by Mesoproterozoic and Neoproterozoic rocks. The lands of neoproterozoic may have been derived from reworked of the older rocks. There is also the possibility of the source of neoproterozoic and mesoproterozoic zircons has been of Laurásia or even originated from Western Africa through the Brazilian/Panafrican belts. The lands of mesoproterozoic age are found in the southwestern Amazonian craton, and were encompassed into the Sunsás (1.3-1.0 Ga) and Rondoniana-San Ignácio (1.3–1.5 Ga) geochronological provinces. The data suggest as source areas for Alter do Chão Formation, the regions located at the north/northeast of the northern border of the Amazon Basin, and the Maroni-Itacaiúnas Province (2.2 to 1.95 Ga) is considered as the main potential source for the sandstones of this formation. There is the possibility that these zircons come from the reworking of older formations, such as Prosperança Formation.

Keywords: Amazon Basin; Precambrian deposits; Cretaceous deposits; fossil traces; heavy minerals; provenance.