



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

TESE DE DOUTORADO

**PROVENIÊNCIA DE DEPÓSITOS ALBIANOS DO GRUPO ITAPECURU
(BACIA DE SÃO LUÍS-GRAJAÚ) COM BASE EM PETROGRAFIA,
PALEOCORRENTES, GEOQUÍMICA E IDADES DE ZIRCÃO
DETRÍTICO**

Tese apresentada por:

MARIVALDO DOS SANTOS NASCIMENTO

**BELÉM
2006**



Universidade Federal do Pará
Centro de Geociências
Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**PROVENIÊNCIA DE DEPÓSITOS ALBIANOS DO GRUPO ITAPECURÚ
(BACIA DE SÃO LUÍS – GRAJAÚ) COM BASE EM PETROGRAFIA,
PALEOCORRENTES, GEOQUÍMICA E IDADES DE ZIRCÃO DETRÍTICO**

TESE APRESENTADA POR

MARIVALDO DOS SANTOS NASCIMENTO

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

Data de Aprovação: **23 / 06 / 2006**

Comitê de Tese



Ana Maria Goes

ANA MARIA GOES (Orientador)

José Affonso Brod

JOSÉ AFFONSO BROD

Helénice Vital

HELENICE VITAL

Jean Michel Lafon

JEAN MICHEL LAFON

Werner Truckenbrodt

WERNER TRUCKENBRODT

Belém

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

Nascimento, Marivaldo dos Santos

Proveniência de depósitos albianos do Grupo Itapecurú (Bacia de São Luis-Grajaú) com base em petrografia, paleocorrentes, geoquímica e idades de zircão detrítico / Marivaldo dos Santos Nascimento; Orientador, Ana Maria Góes; Co-orientador, Moacir José Buenano Macambira. – 2006

164f. : il

Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2006.

1.Minerais pesados 2.Proveniência 3.Petrografia 4.Paleocorrentes
5.Geoquímica 6.Geocronologia 7. Cretáceo 8.Bacia de São Luis-Grajaú
9.Maranhão-MA I.Universidade Federal do Pará II.Góes, Ana Maria,
Orient. III.Macambira, Moacir José Buenano, Co-orient. IV. Título.

CDD 20. ed.: 551.304098121

RESUMO

Os depósitos albianos representam aproximadamente 70% do preenchimento sedimentar da Bacia de São Luís-Grajaú, alcançando 500 m de espessura no seu depocentro principal. A sedimentação albiana, assim como a evolução das demais unidades cretáceas desta bacia, está relacionada à separação dos continentes sul-americano e africano que promoveu a conexão definitiva dos oceanos Atlântico Sul e Norte, no Mesozóico. Exposições albianas no norte do Brasil restringem-se às bordas desta bacia e são ainda pouco estudadas, a exemplo de depósitos que ocorrem na região de Grajaú (MA). Estes consistem numa sucessão sedimentar siliciclástica flúvio-deltaica constituída de arenitos finos a médios, siltitos, argilitos e conglomerados intraformacionais, organizados na forma de seis ambientes deposicionais como barra de frente deltaica, barra distal/prodelta, *shoreface* superior/*foreshore*, baía interdistributária/*crevasse* e canais fluviais e distributários. Estudo de padrões de paleocorrentes, análise petrográfica de arenitos e minerais pesados, análise geoquímica em rocha total e em minerais pesados, e datação de zircão detrítico foram utilizados para investigar a proveniência destes depósitos, de forma a contribuir no reconhecimento da origem e evolução desta bacia, umas das principais regiões sedimentares cretáceas do Brasil.

O estudo foi conduzido em amostras de arenitos, principal litologia dos depósitos. São quartzo-arenitos cujas composições modais plotam no campo que indica proveniência de orógens reciclados e blocos continentais no diagrama Q-F-Lt. Estes arenitos são bem a moderadamente selecionados, com alta maturidade textural e mineralógica, cuja assembléia de minerais pesados é composta de turmalina, zircão, estauroлита, rutilo e cianita. Estes minerais exibem predominantemente formas arredondadas a subarredondadas, e texturas superficiais, de origem mecânica. Grãos de quartzo são monocristalinos e policristalinos, com formas geralmente irregulares, contendo texturas superficiais similares às encontradas nos minerais pesados. Isto sugere que sedimentos reciclados foram fontes mais importantes do que fontes de primeiro ciclo. Adicionalmente, a carência em texturas superficiais de dissolução nos minerais indica que estes arenitos são pouco afetados pelo intemperismo químico,

sugerindo que a composição modal destas rochas pode ser relacionada à reciclagem sedimentar ou a retrabalhamento no ambiente deposicional, tal qual são atribuídos a estes depósitos. Os altos valores do índice de alteração química CIA, definido como $Al_2O_3/(Al_2O_3+K_2O+Na_2O+CaO^*) \times 100$, corroboram com o primeiro caso, a reciclagem.

O padrão das paleocorrentes e os valores de RuZi permitiram subdividir a sucessão sedimentar em quatro intervalos denominados de A, B, C e D. Esta subdivisão norteou a amostragem para análises geoquímicas de rocha total e minerais pesados e datação de zircão detrítico. A geoquímica em turmalina indica proveniência de metapelitos e metapsamitos, e pouca contribuição de granitos e pegmatitos. O padrão de Hf nos zircões sugere mudanças nas fontes deste mineral, onde na Zona A, a distribuição é unimodal, enquanto que nas zonas B, C e D é bimodal. A estauroлита, por apresentar baixa variabilidade composicional, não indicou diferenças substanciais na fonte de sedimentos, mas é um mineral naturalmente indicativo de fontes metamórficas de médio a alto grau, fato reforçado pela presença de cianita.

As populações de zircão revelam três tipos de terrenos fontes: Arqueano (3103-2545 Ma), Paleoproterozóico (2460-1684 Ma) and Neoproterozóico (993-505 Ma); menos representados são Mesoproterozóico (1570-1006 Ma), Paleozóico (440-540 Ma) e Mesozóico (141-314 Ma). Idades de 1.0Ga são relacionadas ao Evento Carirís Velho reconhecido na Província Borborema, nordeste do Brasil. Zircões neoproterozóicos e arqueanos tornam-se mais abundantes em direção ao topo da sucessão, enquanto que os de idade paleoproterozóicas são mais freqüentes em direção a base. Isto sugere que à medida que o processo de erosão (denudação) se processou nas áreas fontes, em consequência de movimentações tectônicas, rochas arqueanas foram sendo expostas.

Os resultados da análise química dos elementos maiores indicam arenitos com características de sedimentos depositados em ambiente de margem continental passiva (PM). Sedimentos PM são ricos em quartzo, geralmente são oriundos de blocos continentais interiores estáveis, transportados e depositados em bacias intracratônicas ou de margens continentais passivas. O padrão de terras raras nas amostras analisadas exhibe comportamento similar ao padrão destes elementos em sedimentos originados da erosão da crosta continental pós-arqueana.

As informações reunidas neste trabalho permitem concluir que cinturões brasilianos-panafricanos, regiões cratônicas arqueanas e paleoproterozóicas, e unidades sedimentares paleozóicas, que afloram nas adjacências da Bacia de São Luís-Grajaú, foram fontes dos depósitos albianos expostos na porção sul desta bacia. O padrão de paleocorrentes indica duas áreas fontes potenciais para os depósitos estudados, que envolvem: (i) o Cráton São Luís, o Cinturão Gurupi e a porção noroeste da Província Borborema, localizadas a norte e nordeste, que foram fontes para os depósitos da Zona A e; (ii) a Faixa Araguaia, o leste do Craton Amazônico e a Província Borborema, a sul e sudoeste da bacia, que por sua vez foram fontes para os arenitos das zonas B, C e D. A Bacia do Parnaíba destaca-se no cenário da proveniência como fonte intermediária de sedimentos, que contribuiu com material reciclado para a Bacia de São Luís-Grajaú, previamente depositados no seu domínio no Paleozóico. Isto é consistente com o alto grau de arredondamento dos minerais pesados e pela maturidade textural elevada dos arenitos albianos.

A proveniência e a ambiência tectônica da sedimentação albiana na borda sul da Bacia de São Luís-Grajaú foi constatada nesta tese dentro de um contexto paleogeográfico. Há ampla relação entre a origem e evolução dos depósitos albianos desta bacia cretácea com eventos geológico que remontam a tempos pré-cretáceos. Esta bacia se estabeleceu sobre embasamento paleozóico e pré-cambriano que formavam a porção noroeste do Gondwana que, no Mesozóico, fragmentou-se permitindo que sedimentos oriundos destes terrenos fossem depositados na Bacia de São Luís-Grajaú.

ABSTRACT

The Albian deposits comprise ca. 70% of sedimentary fill of the São Luís-Grajaú Basin, with 500 m thick in their main depocenters. The origin and sedimentary evolution of these deposits is related to the breakup of Africa and South America which led to the connection of the formerly separated Central and South Atlantic oceans, in Mesozoic time.

Albian exposures in the southern border of the São Luís-Grajaú Basin, Grajaú region, represent a fluvial-deltaic succession with six depositional environments, including: delta front (mouth) bar, distal bar/prodelta, upper shoreface/foreshore, interdistributary bay/crevasse, fluvial channel and distributary channel. They consist, mainly, of fine- to medium sandstones, as well as siltstones, mudstones and intraformational conglomerate. Palaeocurrent study, petrography and geochemistry of sandstones and heavy minerals, and detrital zircon ages were utilized to investigate the provenance of this sedimentary unit.

This study was performed on sandstone samples whose modal compositions plot in the quartzarenite field indicating origin from recycled orogen and continental blocks. High proportion of quartz grains, monocrystalline and polycrystalline, as well as quartzite fragments, and rounded grains of zircon and tourmaline with a wide variety of mechanical surface textures, suggest a provenance from sedimentary rocks, and that at least part of the studied sediments are multicyclic. Chemical weathering processes is little evident as indicated by absence of solution features in these mineral grains. Therefore, the modal composition can be related to the sedimentary recycling or strong reworking on depositional environment. High CIA ($(Al_2O_3/Al_2O_3+K_2O+Na_2O+CaO \cdot x100)$) values suggest transportation and recycling from sources located far away from the depositional basin, which is, in turn, consistent with a provenance from the recycled orogens and continental blocks.

Based on palaeocurrent patterns and $RuZi$ the Albian succession in the south region of the São Luís-Grajaú Basin was defined four heavy mineral zones, generically named A, B, C and D, in ascending stratigraphic order. Geochemistry of tourmaline

grains indicate provenance from metapelites and metapsammites, with few contributions from granite and pegmatite. Zircon Hf patterns suggest changing of the source of these zones: Zone A is characterized by an Hf unimodal distribution, while in the Zones B, C and D, is bimodal. The staurolite shows a relatively limited amount of compositional variations. Involvement of metasediments is inferred from the presence of staurolite and kyanite in the sandstones, as well as by predominance of dravite in the tourmaline populations.

Discriminant function analysis using major element compositions show that these deposits were deposited in the passive continental margin (PM). PM sediments are mainly quartz-rich, sourced from craton interiors or stable continental regions, which were deposited in intra-cratonic sedimentary basins or on passive continental margin. The Albian sediments are characterized by LREE enrichment, depletion in HREE, and negative Eu-anomaly. This REE pattern, measured to infer the provenance of sediments and their relationship with average post-Archean upper continental crust, is very consistent with this interpretation. Enriched HREE concentration in the some samples may be attributed to the presence of REE bearing heavy minerals, supported by the fact that these samples have higher concentration of Th, U and Zr, reflecting natural concentration of zircon grains.

Pb-Pb geochronological analyses of 238 detrital zircon grains show a direct fingerprint of Precambrian terrains (Archean to Proterozoic) in the source. Three major zircon populations were detected: Archean (3103-2545 Ma), Paleoproterozoic (2460-1684 Ma) and Neoproterozoic (993-505 Ma); small groups of Mesoproterozoic (1570-1006 Ma), Paleozoic (440-540 Ma) and Mesozoic (141-314 Ma) grains are also present.

The Neoproterozoic component shows an increase upwards with main peaks between 550 Ma and 650 Ma. A similar pattern is shown by the Archean interval, which exhibits a strong relative increase upwards, peaking between 2725 Ma and 2926 Ma, while Paleoproterozoic component has a distinct behavior, showing an evident decrease upwards.

The potential source regions were deduced on the basis of palaeocurrent patterns and correlations of detrital zircon age from the sandstones studied with U-Pb and Pb-Pb zircon data from the basement. Our data suggest that the Albian deposits, specially

those of the Zone A, were preferentially sourced from the northern and northeastern regions, including São Luís Craton, Gurupi Belt and northwestern portion of Borborema Province. Paleoproterozoic and Neoproterozoic zircon ages as those found in zircons from this zone, are very common in these basement. In contrast, the sediments of zones B, C e D were supplied from the areas located to the south, southwest and, possibly east, involving the eastern portion of the Amazonian Craton/Araguaia Belt, and Borborema Province. Metasedimentary and igneous rocks with similar zircon ages (mainly Archean) have been described in these regions. The ca. 1.0 Ga detrital zircon ages show a correspondence with the Cariris Velhos Event, widely recognized in the central portion of the Borborema Province. In summary, this study demonstrates the effectiveness of an integrated approach to provenance evaluation of Cretaceous sedimentary deposits using petrography, heavy minerals and bulk sediment chemistry, zircon ages, and palaeocurrent data.