



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

**MINERALOGIA, GEOQUÍMICA, FERTILIDADE E ORIGEM
DOS SEDIMENTOS DE PRAIA (BARRA EM PONTAL) DAS
BACIAS DOS RIOS PURUS E JURUÁ NO ESTADO DO
ACRE**

TESE APRESENTADA POR

HENRIQUE DINIZ FARIAS DE ALMEIDA

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

Data de Aprovação: **10 / 06 / 2005**

Comitê de Tese:

MARCONDES LIMA DA COSTA (Orientador)

CLÁUDIO RICCOMINI

JOSÉ AUGUSTO MARTINS CORRÊA

Belém

RESUMO

O Estado do Acre, localizado no extremo sudoeste da Amazônia brasileira, com área de 153.149 km², possui baixa densidade populacional (3,66 hab/km²).

Os terrenos acreanos são formados em grande parte por unidades geológicas muito jovens que afloram na bacia do Acre, a Formação Solimões e os Terraços Aluviais Antigos que acompanham as principais drenagens. A Formação Solimões é constituída predominantemente por rochas sedimentares silticas argilosas fossilíferas, intercaladas por arenitos finos, os Terraços Aluviais Antigos são constituídos por areia, silte e argila por vezes com fragmentos de ossos fósseis.

O Estado do Acre é atualmente atravessado por duas grandes bacias hidrográficas: a do rio Purus, na parte oriental e a do rio Juruá na ocidental. Os rios destas duas bacias são de águas brancas e apresentam-se fortemente meandantes, desenvolvendo lagos a partir de meandros abandonados e mostram padrão dendrítico de drenagem. No período de estiagem inúmeras praias (barras em pontal) são expostas nos seus meandros, que além do lazer os ribeirinhos as usam também, para a agricultura de pequeno ciclo de verão, cultivando principalmente milho (*Zea-Mays*) e feijão (*Vigna unguiculata (L) Walp*).

O presente trabalho teve como objetivo o estudo mineralógico – geoquímico destas praias para entender o porque de sua fertilidade e identificar a área fonte primária dos seus sedimentos.

Para isto foram selecionadas 14 praias ao longo do eixo da BR-364. As análises consistiram de separação granulométrica (areia, silte e argila), seleção e forma dos grãos; mineralogia (DRX, MEV/SED e microscopia óptica de minerais pesados); composição química (elementos maiores, traços incluindo os terras raras, por fusão-ICP-MS) e teores de macronutrientes (P, Mg, Ca e K) bem como Na e Al disponíveis e matéria orgânica.

Os sedimentos dessas praias na área cultivada são essencialmente finos, constituídos de areia fina e silte com pouca argila, com grãos angulosos a sub-angulosos e moderadamente selecionados. A mineralogia está representada por

quartzo, argilominerais (esmectita, illita e caulinita) e feldspatos (K-feldspatos e albita), como minerais principais. O conteúdo dos pesados variou entre 0.5 a 4.6% e estão representados por zircão, epidoto, cianita, turmalina, granada, rutilo, apatita, estauroilita, ilmenita e hematita.

A análise química revelou que estes sedimentos são compostos principalmente por SiO_2 , seguidos de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , CaO e MgO , compatível com a mineralogia, e o elevado conteúdo em SiO_2 relaciona-se a abundância de quartzo, que aliado ao Al_2O_3 , reflete também abundância de argilominerais. As concentrações de metais alcalis são relativamente altas para ambientes praianos e representam feldspatos e esmectitas e o P_2O_5 é encontrado como apatita, bem como adsorvido em esmectita.

Os teores de Fe_2O_3 estão principalmente associados à esmectita, além de pequena parte como ilmenita e hematita, que constituem os opacos mais freqüentes encontrados nessas praias. Os índices de correlação calculados para os elementos maiores e traços mostraram forte correlação entre o Al_2O_3 e a maioria destes, exceção ao Zr, Hf, Ni e As, e negativa com o SiO_2 , revelando assim a importância da esmectita na distribuição de metais nesse ambiente.

Comparados com a crosta terrestre superior e aos folhelhos pós-arquenos australianos (PAAS) os sedimentos dos rios pesquisados estão empobrecidos em MgO , CaO , Na_2O e K_2O , em relação ao primeiro e em MgO em relação ao segundo. Este empobrecimento é maior nas amostras com maior conteúdo da fração areia. A mesma comparação feita com os sedimentos dos rios chineses Changjiang e Huanghe mostra empobrecimento de CaO e MgO em relação ao rio Changjiang e MgO , CaO , Na_2O e Sr em relação ao rio Huanghe. O baixo Índice de Alteração Química (IAQ) calculado indicou que esses sedimentos experimentaram pouca alteração química e, como consequência, predominância de intemperismo físico na área fonte.

A mineralogia e a composição química destes sedimentos mostram que os mesmos têm alto índice de imaturidade, o que é reforçado pela relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (11,64) e $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (2,08) que são muito baixas. Ao contrário, relações altas destas razões implicariam em maturidade alta.

A normalização dos terras raras a crosta terrestre superior e aos folhelhos pós-arqueanos australianos (PAAS) mostram padrões similares com empobrecimento de ETRL e aos condritos apresentam enriquecimento em ETRL e horizontalização dos ETRP, com padrões de distribuição semelhantes entre si, apresentando anomalias negativas de Eu típicas de rochas de natureza graníticas a intermediárias.

Os testes químicos visando o conteúdo de macronutrientes revelaram consideráveis concentrações para P, Mg, Ca e K, baixas para Na e Al disponíveis, com matéria orgânica menor que 1%, mostrando que os sedimentos apresentaram elevada capacidade de troca iônica (C.T.C), saturação por bases acima de 70% e baixa saturação por Na e Al.

Admite-se que os sedimentos de praia dos rios do Acre representam a redistribuição atual dos sedimentos miocênicos da Formação Solimões e dos próprios sedimentos por eles depositados em antigos aluviões, e suas características químicas e mineralógicas fazem com que os estes sedimentos sejam semelhantes a cambissolos eutróficos, ou seja, solos férteis.

ABSTRACT

The Acre state is located in the southwestern part of the Brazilian Amazon region with an area of about 153.149 km² and a low population density (3,66 inhabitant/km²). The geological context is mainly related to recent units that outcrop at the Acre basin and associated to the Solimões Formation, besides old alluvial terraces that follow main drainages. The Solimões Formation comprises fossil-bearing clayey siltstones intercalated to fine sandstones. The old alluvial terraces are composed by sand, silt, clay and occasionally fossil fragments.

The area of the Acre state is crossed by two main hydrographic basins: The Purus and Juruá rivers in the eastern and western part, respectively. Both rivers are the so-called "white-water rivers". They exhibit a typical dendritic drainage pattern and are extremely meandering what give rise to lakes formed after abandoned meanders. During dry season, several beaches (point bars) are exposed on river's meanders, frequently used for swimming but also playing a very important role in the small scale agriculture. Its is usually carried out during summer for planting corn (*Zea-Mays*) and beans (*Vigna unguiculata* (L) Walp).

The main purpose of this work is to study the mineralogical and geochemical aspects of those beaches in order to understand their high fertility and to identify the primary source of the sediments.

Fourteen beaches were selected for sampling purposes throughout the BR-364 highway. Laboratory analyses were as follow: granulometric analyses, x-ray diffraction, scanning electron microscopy and optical microscopy of heavy minerals concentrates; major and traces elements analyses including rare-earth elements by means of ICP-MS; macronutrients (P, Mg, Ca, and K) besides available Na and Al and organic matter.

The sediments from cropped areas are mainly fine-grained, angular sub-angular and selected moderately. Mineralogical assemblage is represented by quartz, clay mineral (esmectita, illite and kaolinite) and feldspars (K-feldspars and albite). The heavy minerals contents ranged from 0.5 to 4.6% and are mainly

represented by zircon, epidoto, kyanite, tourmaline, garnet, rutile, apatite, staurolite, ilmenite and hematite.

Chemical results have shown that the sediments are mainly composed by SiO_2 , besides minor amounts of Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , CaO and MgO , what is compatible with mineralogy results. High SiO_2 contents are mainly related to quartz and Al_2O_3 contents reflects the presence of clay minerals. Contents for alkaline and alkali-earths are relatively high for such beach enviroment related to feldspars and smectites. P_2O_5 is related to apatite and can also be adsorbed on smectite. Fe_2O_3 contents are mainly associated to smectite and a minor amout to ilmenite and hematite, the most common opaque minerals found in the beach sediments. Strong correlation coefficients were obtained between Al_2O_3 and most major and trace elements, except for Zr, Hf, Ni and As. On the other hand, strong negative correlation was obtained between SiO_2 and major and trace elements what points to the importance of smectites as scavenger of trace elements in such environment.

The chemical results were compared with mean of the upper crust and post-Archean Austrlian Shales (PAAS). They are impoverished in MgO , CaO , Na_2O and K_2O in comparison with the former and MgO , in comparison with the latter. Such impoverishment is higher in samples enriched on sand fraction. The same comparison was carried out with the Chinese Changliang and Huanghe river sediments, showing impoverishment in CaO and MgO in comparasion with the Changjiang River and MgO , CaO , Na_2O and Sr , in comparison with the Huanghe River. The small value obtained for the Chemical Index of Alteration (CIA) show that these sediments have experienced small degree of chemical weathering and as a consequence, physical weathering has prevailed in the source area. The sediments also exhibit high immature index as evidenced by the following very low rations: $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ (11,64) and $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ (2,08).

Rare-earth elements were normalized to the Upper Crust and to the PAAS patterns. They show similar patterns of LREE depletion and HREE enrichment. On the other hand normalized to the condrits present enrichment in LREE and horizontalization of the HREE, with similar standards of distribution between each

other, presenting typical Eu negative anomalies of granitic and intermediary nature rocks.

Analytical results for macronutrients exhibited high concentrations for P, Mg, Ca and K, and low contents of available Na and Al. Organic matter contents in bellow 1%. The sediments show high cation exchange capacity, base saturation over 70% and low Na and Al saturation.

Accordingly, those sediments can be interpreted as representing a redistribution of the recent miocenic sediements (Solimões Formation) and also the own sediments that were deposited in old alluviums. Chemical and mineralogic characteristics with a siltic granulometry indicate that bech sediments are similar to the eutrophic cambisoils.