



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

**AFINIDADES GEOQUÍMICAS ENTRE SEDIMENTOS
(SOLOS) E VEGETAÇÃO (GRAMÍNEAS E CULTIVARES),
ALÉM DE CABELO DE RIBEIRINHOS, AO LONGO DAS
PRAIAS DE RIOS DA BACIA DO JURUÁ, NO ESTADO DO
ACRE E SUA IMPORTÂNCIA AMBIENTAL**

TESE APRESENTADA POR

JOSÉ DE ARIMATÉIA RODRIGUES DO RÊGO

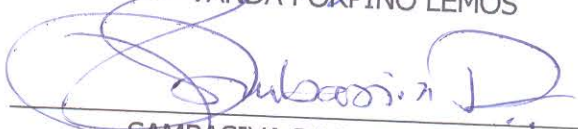
Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.

Data de Aprovação: **10 / 06 / 2005**

Comitê de Tese:


MÁRCONDES LIMA DA COSTA (Orientador)


VANDA PORPINO LEMOS


SAMBASIVA RAO PATCHINEELAM

Belém

RESUMO

O estado do Acre localiza-se no extremo sudoeste da Amazônia brasileira, ocupando uma área de 153.149 km², com baixa densidade populacional (3,66 hab/km²). O estado é cortado pelas bacias dos rios Purus e Juruá, que drenam sedimentos siltico-argilosos da Formação Solimões.

No período de cheia transportam grandes quantidades de sedimentos por tração e em suspensão, que são depositados em praias (barras em pontal) formadas ao longo dos rios. No período de estiagem as praias são expostas nos seus meandros, que além do lazer os ribeirinhos as usam para a agricultura de pequeno ciclo. As praias são cultivadas com milho (*Zea-Mays*) e feijão (*Vigna unguiculata (L) Walp*) ou não. Estas praias também apresentam uma sucessão de vegetação com capim canarana (*Costus spicatus*) e capim de orvalho (*Brachiaria decumbes*).

Este estudo avalia a alta fertilidade dos sedimentos (solos) das praias e a afinidade geoquímica entre seus sedimentos, os cultivares e finalmente o cabelo de ribeirinhos, com o objetivo de avliar o ciclo dos elementos até o homem, bem como a importância ambiental deste ciclo. Para isto selecionou-se os principais rios que constituem a bacia do Juruá, abrangendo as cidades de Feijó, Tarauacá, Cruzeiro do Sul e Rodrigues Alves.

Ao longo dos rios foram estabelecidas 9 estações para coleta de amostras de sedimentos de praia, folhas de capim canarana, folhas de capim de orvalho e grãos e folhas feijão, além da medição dos parâmetros físico-químicos em campo das águas dos rios. Nas cidades ribeirinhas foram coletadas amostras de cabelo humano.

A mineralogia dos sedimentos foi analisada por difração de raios-X (DRX) e caracterização química (elementos maiores e traço) por ICP-MS. Nos cultivares foram determinados Ca, Fe, K, Na, Ba, Zn, Mo, Co, Cr, Cu, Pb, Hg, As e Se por ICP-MS e ativação neutrônica com o objetivo de determinar as concentrações desses elementos bem como sua transferência sedimento (solo) – cultivar, nas amostras de águas foram feitas medidas de parâmetros físico-químicos e quantificação dos suspensatos.

As praias estudadas são constituídas essencialmente de sedimentos de granulometria fina a silte. Apenas as praias do rio Moa não cultivadas que são

arenoquartzozas. Os sedimentos dessas praias são formados em ordem decrescente por quartzo, feldspato e minerais de argila (esmectita, illita e caulinita) são assim ricos em SiO_2 (68,0 a 98,9 % em peso), com baixos teores de Al_2O_3 (0,41 a 11,9%), Fe_2O_3 (0,13 a 4,375), MgO (0,02 a 1,03 %), K_2O (0,16 a 1,94 %), CaO (0,02 a 1,05 %) e Na_2O (0,02 a 1,03 %). A composição química desses sedimentos pode ser comparada com aquela do PAAS (folhelhos australianos pós-arqueanos) e, por conseguinte com a Crosta Superior, embora ligeiramente empobrecidos em Al, Fe, Mg, K, Ti e mais ainda em Ca e Na, certamente diluídos pelos altos teores de SiO_2 .

De um modo geral as águas dos rios da bacia do Juruá são barrentas do tipo águas brancas devido à elevada concentração de material inorgânico em suspensão (suspensatos). O critério de suspensatos e parâmetros físico-químicos (pH, OD, TDS, temperatura, resistividade, condutividade elétrica e salinidade) delimitam três zonas geográficas (sub-bacias): rio Envira-Tarauacá, Juruá e Moa. A sub-bacia Envira-Tarauacá apresenta os mais elevados valores de todos os parâmetros físico-químicos analisados, exceto resistividade. A área da sub-bacia Envira-Tarauacá coincide com a área de terras mais férteis do Estado Acre.

Dos vegetais aqui estudados as folhas de capim canarana mostram-se mais enriquecidas em K, S, Ca, Mg, P do que as folhas de capim de orvalho. Capim canarana e capim de orvalho apresentam similaridade química com relação aos elementos K, P, S, Mg e Ca, apenas o capim canarana coletado nos sedimentos do rio Juruá tende a enriquecer-se mais em Ca e S.

A transferência de elementos químicos sedimento (solo)-vegetal apresenta a seguinte ordem de absorção pelo vegetal $\text{K} > \text{P} > \text{Ca} > \text{P}$, esta ordem apresenta os maiores valores para os vegetais coletados nos sedimentos do rio Envira, ressaltando a importância desse rio como o de maior potencial de transferência de macronutrientes e sendo possivelmente um indicador de sua fertilidade superior aos demais rios da bacia do Juruá.

O ciclo do Hg na cadeia sedimento-cultivar-humano mostra que nos sedimentos de praia dos rios Juruá, Envira e Tarauacá a concentração média deste elemento nos sedimentos (27 ppb) está abaixo da faixa de background (50 ppb) e nas plantas estão na faixa considerada normal (< 500 ppb) para plantas que crescem em solos com

baixas concentrações de Hg; em cabelos a concentração média de Hg nas cidades de Tarauacá, Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves e Feijó é de 3992 ppb.

A menor concentração (média: 1680 ppb) foi encontrada em Feijó e a maior (6240 ppb) em Cruzeiro do Sul. São valores normais a ligeiramente indicadores de impacto, não observado na região. Os valores ligeiramente anômalos de Hg em cabelos não devem estar relacionados ao cultivares e, por conseguinte também não aos sedimentos. Outras fontes de disponibilização de Hg para o homem devem ser avaliadas, sejam elas peixes ou carnes de animais domesticados ou selvagens.

As praias e barrancos dos rios de água branca da região central e ocidental do Acre (bacia do Juruá) são de fato férteis, adequados à agricultura de pequeno ciclo, e seus nutrientes e outros elementos são assimilados plenamente pelos vegetais e cultivares. A química dos sedimentos e dos cultivares, assim como de cabelos humanos, mostram que a região não apresenta anomalias geoquímicas sugestivas de impacto antropogênico, nem mesmo geológica.

ABSTRACT

The State of the Acre is located in the southwestern extremity of the Brazilian Amazonia, in an area of 153.149 km², with a low population density (3,66 inhabitants/km²). The studied area comprehends the basin of the Juruá river between the Feijó and Cruzeiro do Sul cities, including Tarauacá and Rodrigues Alves.

In the basin the main rivers are: Juruá, Tarauacá, Envira, Muru and Moa. The same carry in sediments great amounts by traction and suspension from siltic-argillaceous rocks of the Solimões Formation and deposit in beaches formed along the rivers. In drought periods the beaches (point bars) are displayed in its meanders and benefit the riparian that use them to leisure and to short cycle agriculture. The beaches sometimes are used to cultivs of maize (*Zea-Mays*) and beans (*Vigna unguiculata* (L) Walp). These beaches also present a vegetation succession of canarana grass (*Costus spicatus*) and orvalho grass (*Brachiaria decumbes*).

This study evaluates the high fertility of the beaches sediments (soils) and the geochemistry affinity between their sediments and the crops besides riparian hair and the environmental importance of this cycle. So the main rivers that constitute the Juruá basin, enclosing Feijó, Tarauacá, Cruzeiro do Sul and Rodrigues Alves cities were related.

Nine stations were established along the rivers and samples of beach sediments, canarana grass leaves, orvalho grass leaves and seeds and beans leaves had been leaves were collected. Besides this, measurement of phisical-chemical parameters of the rivers waters were caried out. Human hair samples were collected in the cities.

The sediments samples were analyzed by X-ray difraction (XRD) for mineral determination, are by chemical ICP-MS for characterization (major and trace elements). In attempt to verify the content of Major and Trace Elements, like Ca, Fe, K, Na, Ba, Zn, Mo, Co, Cr, Cu, Pb, Hg, As and Se and their sediment – (solil) – crops transference were camet the chemical compositions analyses were carried out with regal water plus MS-ICP and neutron activation.

The studied beaches sediments in the cultivated areas excet the beach of Moa river are essentially fine-grained, ranging from fine sand to silt. And are formed by in

decreasing order quartz, feldspars clay minerals (smectite, illite and kaolinite) and feldspars. Chemicals are constituted mainly by SiO_2 (68,0 to 98,9 % in weight), followed by significantly lower values, of Fe_2O_3 (0,13 to 4,37 %), MgO (0,02 to 1,03 %), K_2O (0,16 to 1,94 %), CaO (0,02 to 1,05 %) and Na_2O (0,02 to 1,03 %) and Al_2O_3 , are more concentrated in the sediments of Envira, Tarauacá and Juruá rivers. These values compared chemically with that one of the PAAS and, the Upper Crust, are slightly impoverished in Al, Fe, Mg, K, Ti as well as slightly in Ca and Na, diluted certainly for the high contents of SiO_2 .

In general, the rivers waters of the Juruá basin are dark-colored, as white waters type, due to inorganic material in suspension (suspensates) in high concentration. The criterion of suspensates and physico-chemical parameters (pH, DO, TDS, temperature, resistivity, electric conductivity and salinity) delimit three geographic zones (sub-basins): a) Envira-Tarauacá, b) Juruá and c) Moa rivers. The first one presents the highest values of all the analyzed physico-chemical parameters, except resistivity, and the area coincides with the more fertile land area State of the Acre.

Among the studied vegetables the canarana grass leaves revealed are richest in K, S, Ca, Mg, P than orvalho grass leaves. Canarana and orvalho grass present chemical similarity in relation to K, P, S, Mg and Ca elements. Only canarana grass, collected in the sediments of the Juruá river tends to become richer in Ca and S.

The chemical elements transference sediment (soil)-vegetable presents an absorption for vegetable of the $\text{K} > \text{P} > \text{Ca} > \text{P}$. This order presents the major values for vegetables collected in the sediments of Envira river, emphasizing the importance of Envira river with greater transference potential of macronutrients and being a probable pointer of its superior fertility in relation to the other rivers of Juruá basin.

In the sediment-crop-human chain the cycle of Hg shows that in the beach sediments of the Juruá, Envira and Tarauacá rivers the average concentration of Hg (27 ppb) in the sediments below the background range (50 ppb) and in the plants is in accordance to normal considered range (< 500 ppb) for plants that grow in soils with low contents of Hg; the average contents of Hg in hair in Tarauacá, Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves and Feijó rivers is about 3992 ppb.

The lower concentration (average 1680 ppb) was found in Feijó and the higher (6240 ppb) in Cruzeiro do Sul, being normal values and slightly impact indicators, not observed in the region. The slightly anomalous values of Hg in hair is not related to the crops, as well as to the sediments. For human other sources of Hg disponibilization must be evaluated as fish or domestic or wild animals meats.

The beaches and abrupt declivities (banks) of the white water rivers of the central and western regions of Acre (Juruá basin) are really fertile, adequated to short cycle agriculture and its nutrients and other elements are completely assimilated by vegetables and crops. For the present study the chemistry of the sediments and crops, as well as of human hair, shows that the region does not present geochemistry anomaly of any considerable antropogenic impact.