

## **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**

**(Geochemical affinities in sediments (soils), vegetation (gramíneas and crop) and in hair samples of riparians, along the beaches of Juruá basin in the State of Acre and its environmental importance)**

José de Arimatéia Rodrigues do Rego

*Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica da UFPa Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada, Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências: Geologia e Geoquímica  
E-mail: jr2regobol@bol.com.br*

### **Resumo**

O Estado do Acre localiza-se no extremo sudoeste da Amazônia brasileira, ocupando uma área de 153.149 km<sup>2</sup>, com baixa densidade populacional (3,66 hab/km<sup>2</sup>). 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. Essas praias também apresentam uma sucessão de vegetação com capim canarana (*Costus spicatus*) e capim de orvalho (*Brachiaria decumbes*).

### **Abstract**

*The State of the Acre is located in the southwestern extremity of the Brazilian Amazonia, in an area of 153.149 km<sup>2</sup>, with a low population density (3,66 inhabitants/km<sup>2</sup>). The studied area comprehends the basin of the Juruá River between the cities of Feijó and Cruzeiro do Sul, including Tarauacá and Rodrigues Alves.*

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

Esse 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 desse ciclo. Para isto, selecionaram-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 nove estações para coleta de amostras de sedimentos de praia, folhas de capim canarana, folhas de capim de orvalho e grãos e folhas de 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 é que são arenoquartzozas. Os sedimentos dessas praias são formados, em ordem decrescente, por quartzo, feldspato e minerais de argila (esmectita, illite e caulinita) e são, assim, ricos em  $\text{SiO}_2$  (68,0 a 98,9 % em peso), com baixos teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (0,41 a 11,9%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0,13 a 4,375),  $\text{MgO}$  (0,02 a 1,03 %),  $\text{K}_2\text{O}$  (0,16 a 1,94 %),  $\text{CaO}$  (0,02 a 1,05 %) e  $\text{Na}_2\text{O}$  (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  $\text{SiO}_2$ .

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.

*This study evaluates the high fertility of the beach sediments (soils) and the geochemistry affinity between their sediments, the crops, and also the hair of the riparians to determine the importance of the cycle up to the human being, as well as its environmental impact. So the main rivers that constitute the Juruá basin and affect the cities of Feijó, Tarauacá, Cruzeiro do Sul and Rodrigues Alves cities were chosen and evaluated. Nine stations were established along the rivers and samples of beach sediments, canarana and orvalho grass leaves, together with the seeds and leaves of beans were collected. Besides this, the physical-chemical parameters of the riverwater were established and human hair samples from the riparians were collected.*

*The mineralogy of the sediment samples was determined by X-ray diffraction (XRD) and the chemical characterization of the major and trace elements was determined by ICP-MS. The latter, together with neutronic activation, attempted to verify the concentration of the major and trace elements, like Ca, Fe, K, Na, Ba, Zn, Mo, Co, Cr, Cu, Pb, Hg, As and Se and their transference to the sedimentary-soil crops. Meanwhile, with the water samples, a physical-chemical composition analysis was performed together with the quantification of the particles in suspension.*

*Except for the uncultivated beaches of the Moa River that has quartzitic sands, the studied beach sediments in the cultivated areas, are essentially fine-grained, ranging from fine sand to silt. In decrescent order, they are formed by quartz, feldspars, and clay minerals (smectite, illite and kaolinite) that are rich in  $\text{SiO}_2$  (68.0 to 98.9 % in weight), followed by significantly lower values of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.13 to 4.37 %),  $\text{MgO}$  (0.02 to 1.03 %),  $\text{K}_2\text{O}$  (0.16 to 1.94 %),  $\text{CaO}$  (0.02 to 1.05 %) and  $\text{Na}_2\text{O}$  (0.02 to 1.03 %). In addition,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , has a higher concentration in the sediments of the Envira, Tarauacá and Juruá rivers. The chemical composition of these sediments are comparable to those of PAAS (post-arquean Australian schist) that consequently has an upper crust of slightly impoverished Al, Fe, Mg, K, Ti, Ca and Na, which for sure have been diluted by the high content of  $\text{SiO}_2$ .*

*In general, the Juruá River Basin waters are muddy, as in white waters, due to the high concentration of suspended inorganic material. The criteria of the material in suspension and the physical-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 for all the analyzed physical-chemical parameters, except resistivity, and consequently is the most fertile area in the State of Acre.*

*Among the studied vegetables the Canarana grass leaves revealed themselves to be richer in K, S, Ca, Mg, P than the Orvalho grass leaves. Both the Canarana and Orvalho grasses present chemical similarity in relation to the K, P, S, Mg and Ca elements. Meanwhile, only the Canarana grass, collected in the sediments of the Juruá River, tends to be*

A transferência de elementos químicos sedimento (solo)-vegetal apresenta a seguinte ordem de absorção pelo vegetal  $K > P > Ca > P$ . Essa 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 desse 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 devem estar relacionados 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 os 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 a química dos cultivares, assim como de cabelos humanos, mostram que a região não apresenta anomalias geoquímicas sugestivas de impacto antropogênico, nem mesmo geológica.

**Palavras-chave:** Geoquímica, sedimentos, vegetais, cabelos.

*richer in Ca and S. The soil-vegetable transference of the sedimentary chemical elements presents an vegetable-absorption order where  $K > P > Ca > P$ . This order has the greatest values for vegetables planted and collected in the Envira River sediments, emphasizing the importance of Envira River as the greatest potential for macro-nutrient transfer, and as such, exhibits superior fertility in relation to the other rivers of the Juruá Basin.*

*The Hg cycle in the sediment-crop-human chain shows that in the beach sediments of the Juruá, Envira and Tarauacá Rivers, the average concentration of Hg (27 ppb) in the sediments is below the background range (50 ppb), whereas in the plants, it is in accordance with the normal range ( $< 500$  ppb) for plants that grow in low-Hg-content soils the average content of Hg in hair of the riparians in the cities of Tarauacá, Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves and Feijó is about 3992 ppb.*

*The lowest concentration of Hg (average 1680 ppb) was found in Feijó and the highest (6240 ppb) in Cruzeiro do Sul. These values are normal and of slight impact for the region. The slightly anomalous Hg values in the hair are not related to the crops or to the sediments. Other sources for the appearance of Hg in riparian hair must be evaluated, such as fish and domestic or wild animal 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, crops, human hair show that the region does not present geochemical anomaly of any considerable anthropogenic or geological impact.*

**Keywords:** Geochemical, sediment, vegetable, hair.

**A REM tem novo endereço:**

**Rua Carlos Walter Marinho Campos, 57  
Bairro: Vila Itacolomy  
35400-000 - Ouro Preto - MG**