



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Os solos-sedimentos da região central do Estado do Acre
(Feijó-Tarauacá), sua aptidão ao cultivo de abacaxi e a
relação com os sedimentos fluviais atuais.**

Dissertação apresentada por:

PATRICIA FREITAS PEREIRA

Belém - Pará
2006

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

Pereira, Patrícia Freitas

P436s Os solos-sedimentos da região central do estado do Acre (Feijó-Tarauacá), sua aptidão ao cultivo de abacaxi e a relação com os sedimentos fluviais atuais / Patrícia Freitas Pereira; orientador, Marcondes Lima da Costa. – 2007.

201 f. : il.

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

1. Solos. 2. Sedimentos. 3. Água. 4. Fertilidade 5. Abacaxi. 6. Acre. I. Universidade Federal do Pará II. Costa, Marcondes Lima da, Orient. III. Título.

CDD 20º ed.: 631.498112



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

**OS SOLOS-SEDIMENTOS DA REGIÃO CENTRAL
DO ESTADO DO ACRE (FEIJÓ-TARAUACÁ), SUA
APTIDÃO AO CULTIVO DE ABACAXI E A
RELAÇÃO COM OS SEDIMENTOS FLUVIAIS
ATUAIS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
PATRICIA FREITAS PEREIRA

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

Data de Aprovação: **18 / 10 / 2006**

Comitê de Dissertação:



MARCONDES LIMA DA COSTA (Orientador)



WATERLOO NAPOLEÃO DE LIMA



RÔMULO SIMÕES ANGÉLICA

Belém

RESUMO

O Estado do Acre está situado no extremo sudoeste da Amazônia brasileira. E o seu território, em mais de 80%, é coberto por rochas da Formação Solimões que é constituída predominantemente por rochas sedimentares silticas argilosas fossilíferas, intercaladas por arenitos finos, e tiveram como fontes os terrenos dos contrafortes andinos.

No estado do Acre existem manchas de solos de boa fertilidade, com maior concentrações em sua região central (Feijó-Tarauacá). No entanto é notável que alguns cultivares se desenvolvem em tamanho exagerado como banana (banana comprida), melancia e principalmente o abacaxi “gigante de Tarauacá”, sem adubos ou fertilizantes, e apenas em algumas áreas específicas dessa região central, insinuando uma maior fertilidade, a julgar pelos 15kg que chegam a pesar os abacaxis gigantes. Essa fertilidade é também reconhecida nos sedimentos de praia (barra em pontal) dos rios que drenam o Estado do Acre.

O presente trabalho tem assim objetivo o estudo da fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá, sua origem e relação com os sedimentos de fonte sub-andinas transportados e redepositados pelo sistema fluvial ao tempo da Formação Solimões.

Para a concretização deste estudo foram selecionadas 18 pontos de amostragem de solo com coletas de amostras em dois intervalos de profundidade (0-10 e 10-20cm), sendo oito pontos em áreas de roçado de abacaxi “gigante de Tarauacá” na Colônia Treze de Maio, 7 pontos ao longo da BR-364 no trecho Feijó-Tarauacá, 2 em área de mata virgem próximo a Tarauacá e 1 no roçado de abacaxi roxo nas proximidades de Feijó no sítio Coração de Jesus. Foi coletado também um abacaxi gigante desenvolvido no referido roçado. Na rede fluvial foram coletadas amostras de água, sedimento em suspensão e sedimento de fundo em 9 pontos de amostragem ao longo das micro-bacias de Tarauacá e Envira limitando-se à região Tarauacá-Feijó-Envira. As análises de solo consistiram de separação granulométrica (areia, silte e argila); determinação mineralógica por difração de raio-x (DRX); composição química (elementos maiores, traço e terras raras, por ICP-MS) e determinação de nutrientes (P, Mg, Ca, K, Fe, Mn, Cu e Zn) bem como Al disponível, e matéria orgânica. No abacaxi gigante foram determinados Ca, Mg, P, Na, K, Fe, Mn, Cu, Zn e Hg. As águas foram

submetidas à análise de parâmetros físico-químicos *in situ* (pH, temperatura, STS, TDS, turbidez, transparência, cloreto, sulfato, fosfato, amônia, nitrito, nitrato, e determinação de metais dissolvidos em ICP-MS. Nos sedimentos em suspensão também foram determinados em ICP-MS os metais adsorvidos). Os sedimentos de fundo foram submetidos à análise de nutrientes.

Os resultados obtidos demonstram que os solos da região Feijó-Tarauacá são rasos com pequeno desenvolvimento pedogenético onde seus horizontes se confundem facilmente com siltitos e argilitos inconsolidados de sua rocha fonte. São predominantemente silto-argilosos, e suas variações permitiram distinguir três agrupamentos: 1- silto-argilosos com teor de areia fina entre 4 e 20%; 2- areno-silto-argilosos; e 3- silto-argilosos com até 4% de areia fina. Todos os solos da Colônia Treze de Maio, onde são cultivados os abacaxis “Gigantes de Tarauacá” correspondem ao agrupamento 1. A mineralogia dominante nos solos-sedimentos estudados está representada por esmectita (33 a 61%) e quartzo (21 e 34%) seguidos de illita, caulinita, pouca albita e microclínio e às vezes calcita. Os solos da Colônia Treze de Maio apresentam os maiores conteúdos médios de esmectita e quartzo. A análise química revelou que estes solos-sedimentos são constituídos principalmente de SiO_2 e Al_2O_3 , além de Fe_2O_3 , seguidos de K_2O , CaO , e MgO compatíveis com a mineralogia, e o elevado conteúdo de SiO_2 relaciona-se, ao conteúdo de quartzo, e quando aliado ao Al_2O_3 reflete também a abundância de argilominerais, principalmente as esmectitas. Os solos da Colônia Treze de Maio apresentaram teores de MnO , CaO e P_2O_5 consideravelmente mais elevados.

A normalização com a crosta terrestre superior revela que os solos-sedimentos estudados se mostram empobrecidos em MgO , CaO , Na_2O , K_2O e P_2O_5 ; enriquecidos em TiO_2 ; se equivalem em SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 ; e se mostram ainda enriquecido em MnO apenas nas amostras de solo da Colônia Treze de Maio. Quando normalizados com os folhelhos australianos pós-arqueanos-PAAS os solos-sedimentos se equivalem em CaO e SiO_2 e se mantêm enriquecidos em MnO nas amostras de solo da Colônia Treze de Maio, se mostrando empobrecidos nos demais elementos. Quando comparados com os solos região central da Amazônia, os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá encontram-se enriquecidos em MgO , CaO , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 e MnO e equiparáveis nos demais óxidos.

O índice de alteração química (IAQ) indica solos-sedimentos pouco alterados, ligeiramente superior aos dos sedimentos de praia do Acre e dos rios Maranhão-Solimões, mas equiparáveis aos IAQ de esmectitas provavelmente devido as altas concentrações desse argilomineral no material de estudo.

As análises de fertilidade revelaram concentrações elevadas de K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn, valores médios a altos de P, e valores médios de matéria orgânica, mostrando que esses solos-sedimentos apresentam elevada capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por base acima de 75% e baixa saturação por Al. Contudo os solos da Colônia Treze de Maio se destacam dos demais por apresentarem um padrão de fertilidade superior, mesmo após os cultivos sucessivos de milho, arroz e abacaxi gigante. Este alto padrão de fertilidade sugere que apesar de já constatadas manchas férteis de solo na região do Acre, mais precisamente na região Feijó-Tarauacá, de fato existem nessa região, inseridas nas manchas maiores, “micro-manchas” de solos com fertilidade ainda maior. Essas “micro-manchas” são do conhecimento empírico de pequenos agricultores que conseguem distingui-las das demais regiões de menor grau de fertilidade, cultivando banana, milho, arroz, feijão e os exuberantes abacaxis “Gigantes de Tarauacá”.

A origem da fertilidade da região Feijó-Tarauacá está intrinsecamente relacionada com as características geológicas distintas da região, que por sua vez estão relacionadas, possivelmente com as variações nos processos de deposição ao tempo da Formação Solimões, principalmente com a mineralogia rica em argilominerais 2:1 como as esmectitas, mais abundantes nos solos de plantação de abacaxi gigante, sendo as principais responsáveis pelos altos valores de CTC dos solos, já que esses não são tão ricos em matéria orgânica.

O exemplar de “abacaxi gigante” analisado pesou 4 vezes mais que um abacaxi comercial. O pH da polpa foi de 4,1. Seu conteúdo nutricional parcial revelou altos teores de elementos químicos nas três partes do abacaxi analisado (casca, polpa e miolo), sendo que a casca concentrou a maioria dos elementos, apresentando a seguinte ordem $K > P > Ca > Mg > Mn > Na > Fe > Zn > Cu$. Quando comparados com os abacaxis consumidos na Colômbia e no México, observa-se que apenas os teores de Na e Mg do abacaxi “gigante de Tarauacá” se encontram na média para os outros abacaxis, os demais elementos são consideravelmente maiores, com destaque ao P

que é 22 vezes maior que o do abacaxi da Colômbia, e ao Mn que é 18 vezes maior que o do abacaxi do México.

Os teores médios de Hg (55 ppb) dos solos estudados se encontram abaixo da média mundial, porém é o dobro da média encontrada para os sedimentos de praia dos rios Envira, Tarauacá e Juruá, já os teores de Hg (6 a 16ppb) no abacaxi gigante se assemelham aos de folhas e grãos de feijão cultivados nessas praias.

Os altos teores de Mn disponíveis nos solos e no abacaxi gigante sugerem que este contribua juntamente com K e P, para o crescimento exagerado dos cultivares plantados nos solos das “micro-manchas”.

A riqueza de nutrientes dos solos de terra firme da região Feijó-Tarauacá também foi observada nos rios que drenam essa região. Os sedimentos de fundo do rio Envira se mostraram mais rico em nutrientes que os do rio Tarauacá demonstrando que as terras da formação Solimões drenadas pelo rio Envira parecem ser mais ricas em nutrientes.

As águas fluviais no período de enchente (inverno) se enriquecem em material inorgânico em suspensão com até 8 vezes mais do que no período de estiagem (verão), o contrário acontece com o total de sólidos dissolvidos (STD), com 3 vezes mais STD no período de estiagem.

Os teores de metais disponíveis nos sedimentos em suspensão são em ordem decrescente Fe, Al, Mg, Mn, Na, Ti, Ba, Zn, Sr, Cu, B, Li, Sn, Pb, Rb, etc, (Ca e K não foram analisados). Os menores teores desses elementos se concentraram no rio Jurupari, afluente do Envira, com exceção do Se, Sn, Rb, Sb, Cs. Esses suspensatos são relativamente ricos em macro e micronutrientes explicando a mineralogia das águas fluviais e em conjunto a fertilidade das praias e, por conseguinte mostrando que os sedimentos da Formação Solimões são de fato a principal fonte de fertilidade dos atuais corpos praianos e de planície de inundação do Acre, como também dos sedimentos de terra firme, onde estão sendo cultivados os abacaxis “Gigantes de Tarauacá”, entre outros cultivares.

ABSTRACT

Acre state is located in the southwest of Brazilian Amazonia. More than 80% of its territory is covered by rock of “Solimões Formation” which is predominantly constituted of fossiliferous siltic-argilaceous rocks, intercalated with sandstones, and its sources is the lands of “buttress andeans”.

In Acre state there are spots of soil of good fertility, mainly in the central area (Feijó-Tarauacá). However, it is well noted that some cultivars has exaggerated development in size, such as banana, water melon and mainly pineapple “The Giant of Tarauacá”, that without artificial fertilizer neither manure, occurring only in a few specific places in this central region, that insinuating a great fertilization region, because of the big size and weighting up to 33 pounds. This natural fertilization is also recognized in the beach sediments (point bar) of the rivers that drain the state of Acre.

The objective of this study is the soil fertilization in the region Feijó-Tarauacá, the origins and relations with sediments from the source sub-andean, carried and deposited via fluvial system along the time of the development of the “Solimões Formation” and it reworking.

In the establishment of this study, there was as election of eighteen points of sampling in the soil, picking-up samples in two levels of profundity (0-10 and 10-20cm), eight of this points of sampling are in cultivated areas of “The Giant of Tarauacá” located in the Cologne Treze de Maio, seven points along the road BR-364 between Feijó and Tarauacá, two points in an area of “primary” forest near to Tarauacá and one point in a cultivated area of “purple pineapple” near to Feijó in the Cologne Três Corações, and one pineapple of “The Giant of Tarauacá” in the Cologne Treze de Maio. In the fluvial system it was samples waters, at the same time suspension and bottom sediments in nine stations along of the micro-basins of Tarauacá and Envira rivers, limited to the region of Tarauacá-Feijó-Envira. The soil analyze consists of a granulometric separation (sands, silts and clays); mineral identification by x-ray diffraction (XRD); chemical analysis (major and trace elements) and nutrients (P, Mg, Ca, K, Na, Fe, Mn, Cu e Zn), as well as, Al available and organic matter. The pineapple sample “The Giant of Tarauacá” was submitted to a analyze of Ca, Mg, P, Na, K, Fe,

Mn, Cu, Zn and Hg. The physical-chemical parameters in situ (pH, temperature, STS, TDS, turbid, transparency) and chemical compound chlorate, sulfate, phosphate, ammonia, nitrite, nitrate were measured. The contents of metal dissolved in water and metal adsorbed in suspension sediment were establishment for ICP-MS. The bottom sediments were submitted to analyze of nutrients.

The result reports shows that the soils in the region of Feijó-Tarauacá are shallowly developed where the horizons are easily confused to sediments of source rocks. The predominance is silt-clays, and the variety allows distinguishing of three groups of soils: 1- silt-clay with sands between 4 - 20%; 2- sand-silt-clay; and 3- silt-clays with sands until 4%. All soils in Cologne Treze de Maio, where the pineapple "The Giant of Tarauacá" are cultivated, corresponds to the soil group #1. The mineralogy dominant in the soil-sediments studied is represented by esmectite (33 to 61%) and quartz (21 to 34%) followed by illite, kaolinite, a few of albite and microcline and calcite sometimes. The soils of Cologne Treze de Maio have highest contents of esmectite and quartz. The chemical analyze reveals that these soil are mainly constituted of SiO_2 , Al_2O_3 , and also of Fe_2O_3 , and other like K_2O , CaO , and MgO , compatible with the mineralogy. The high level of SiO_2 makes a relation of the countenance of quartz, and when allied to the Al_2O_3 reflects also the abundance of clays-minerals. The soils of Cologne Treze de Maio have high contents richer in of MnO , CaO and P_2O_5 .

The normalization with the Earth upper-crust reveals that soil-sediments in the region Frejó-Tarauacá are poor of MgO , CaO , Na_2O , K_2O e P_2O_5 ; enriched of TiO_2 ; equivalents of SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3 ; and are also enriched of MnO only in the soils sampled in the Cologne Treze de Maio. When normalized with the post-Achaean Australian Shales (PAAS) the soil-sediments are equivalents of CaO and SiO_2 , and maintain enriched of MnO in the samples of soil from the Cologne Treze de Maio, that are poor of other elements.

When compared with soil of the central region of the Amazonia, the soil-sediments of the region Frejó-Tarauacá are enriched of MgO , CaO , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 and MnO and similar with other oxides.

The chemical index of alteration (CIA) indicates soil-sediments of low chemical alteration, a slightly superior than beach sediments from Acre and from the rivers

Maranhão-Solimões, but compared to the CIA of esmectites probably related to the high concentrations of this clay-mineral on the matter studied.

The analyzes of fertilization demonstrate high concentration of K, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn, medium and high contents of P and also of organic matter, showing that these soil-sediments has high cation exchange capacity (CEC), saturation of base above of 75% and low saturation by Al. However the soils of the Cologne Treze de Maio highlight from other because of a fertilization standard higher than other soils studied, even after successive plantations of corn, rice, and giant pineapple. This high standard of fertility suggest that in spite of evidenced fertility spots in the soils in the region of Acre, specially in the soils of Feijó-Tarauacá, in fact in this area, inserted in the largest spots, there are “micro-spots” of soils with more fertility. These micro-spots are of empiric knowledge of few agriculturists that knows how to distinguish one area from other of less degree of fertility, cultivating banana, corn, rice, bean, and the exuberant pineapples “The Giant of Tarauacá”.

The origin of fertility of the region Feijó-Tarauacá is intrinsic relational to the geological distinct characteristics in the region, that probably is relate to the oscillations in the process of deposition along the time of establishment of Solimões Formation, mainly with a rich mineralogy in clay-mineral 2:1 like the esmectites, more abundant in the soils of giant pineapple plantation, been the main responsible for the high index of CEC of the soils.

The giant pineapple sampled analyzed weighted 4 times more than a commercial pineapple. The pulp pH is 4.1. Its nutritional content shows high contents of chemical elements in all parts of the pineapple analyzed (peel, pulp, center), in the peel concentrates the most elements, found in the following proportional order $K > P > Ca > Mg > Mn > Na > Fe > Zn > Cu$. When comparing it with the pineapples consumed in Colombia and in Mexico, it shows that only the contents of Na and Mg of “The Giant of Tarauacá” meets the average of other pineapples, other elements are found in a great contents, and the highlight is the values of P that is 22 times highest than one in the pineapple from Colombia, and the Mn element which is 18 times highest than one in the pineapple from Mexico.

The average contents of Hg (55 ppb) in the soils analyzed is below of the worldwide meaning, however it is double of the average values found in the beach sediments from the rivers Envira, Tarauacá and Juruá, while the values of Hg (6 to 16 ppb) in the giant pineapple is similar to the one found in the lives and berries of bean cultivated in these beaches.

The high contents of Mn available in the soils and in the giant pineapple insinuates that, contributes together with K and P elements, for the exaggerated growth of cultivars planted in the soils of micro-spots.

High contents of nutrients of soils analyzed also were observed in the rivers that drain this region. The bottom sediments from the Envira River are more rich in nutrients than one in Tarauacá River, insinuating that soils derived from Solimões Formation drained by the Envira River seems to be more rich in nutrients.

The fluvial waters in the season of high-water (winter) enriched itself of organic matter in suspension until 8 times more than in summer, the inverse happen with the total solid solute (TDS), that in the dryness season it is 3 times more (TDS) than in the period of high-water.

The contents of metals available in the suspension sediments are in the following decreasing order Fe, Al, Mg, Mn, Na, Ti, Ba, Zn, Sr, Cu, B, Li, Sn, Pb, Rb, etc, (Ca e K not analyzed). The smallest meanings of these elements are found mainly in the Jurupari River, affluent of Envira River, except Se, Sn, Rb, Sb, and Cs. These suspension sediments are relative rich of nutrients explaining the mineralogy of fluvial waters and in conjuncts the fertility in the point bar, thus shows that the sediments of Solimões Formation in fact are the mainly source of fertility of the actual bodies in the point bar and in the flood plain of Acre state, also for the sediments of older terrains, where pineapple “The Giant of Tarauacá” is cultivated, among other cultivars.