



**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

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

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**

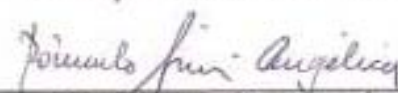
Comitê de Dissertação:



MARCONDES LIMA DA COSTA (Orientador)



WATERLOO NAPOLEÃO DE LIMA



RÔMULO SIMÕES ANGÉLICA

Belém

**Aos meus pais Orlando e Diva Helena,
meus grandes incentivadores e minhas
mais preciosas referências.**

**Ao Tito (esposos), Felipe, Bárbara e Ana
Patrícia (filhos), inspiração de meus
sonhos e projetos.**

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho e especialmente:

Ao prof Dr. Marcondes Lima da Costa pela sua firmeza, exigência, cobrança, paciência, tolerância, disponibilidade e amizade.

Ao Tito pela paciência, pela espera e por tantos momentos em que deixou de ser pai para ser mãe.

Aos meus filhos Felipe, Bárbara, Ana Patrícia e Ketelin (prima) pela grande compreensão e pelos cuidados e zelo entre si nos momentos de minha ausência.

Ao CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA (CNPq) pelo apoio financeiro, através dos projetos SelenMerAs (Proc. 476874-1) e Geosedintama (Proc. 471109/2003-7) e a CAPEs pela concessão de bolsa de pesquisa.

A Dona Concebida, Lilia, Neto, Bó, Beba (*in memorian*), Frederico, Nizália, Júnior, Katherine, Nilce, Niza e Nizo pela hospitalidade e bom humor durante minhas estadias no Acre.

Ao Frederico Henrique, pela ajuda nas coletas e análises das amostras de solo.

Ao museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) pela cessão do laboratório para análise de fertilidade, em especial ao Otílio, Ieda e Leide.

Ao prof^o Natalino Valente pela orientação durante a realização das análises no abacaxi.

Aos colegas do grupo de mineralogia e Geoquímica Aplicada, Henrique, Mariléia, Alciney, Socorro, Mariane, Berredo, Luis Carlos, professor Oscar, Aliane, Luiza, Cleber, Gilberto, Maria Ecilene, Rego, Thais, Risete e Rômulo.

Aos meus irmãos Fábio (Edilena), Alex, Lílian, Gislaine, Orlando Júnior (Rose), André, Lígia e Caio pela grande torcida e incentivo.

Ao Instituto Evandro Chagas pelo empréstimo de equipamentos de uso no campo e pela cessão do laboratório para as análises de Hg.

Ao prof^o Natalino Valente pela orientação durante a realização das análises no abacaxi.

Aos colegas do grupo de mineralogia e Geoquímica Aplicada, Henrique, Mariléia, Alciney, Socorro, Mariane, Berredo, Luis Carlos, professor Oscar, Aliane, Luiza, Cleber, Gilberto, Maria Ecilene, Rego, Thais, Risete e Rômulo.

Aos meus irmãos Fábio (Edilena), Alex, Lílian, Gislaine, Orlando Júnior (Rose), André, Lígia e Caio pela grande torcida e incentivo.

Ao Instituto Evandro Chagas pelo empréstimo de equipamentos de uso no campo e pela cessão do laboratório para as análises de Hg.

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 its reworking.

In the establishment of this study, there was an 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 an 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.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização do Estado do Acre com destaque para a região de estudo Feijó-Tarauacá-Envira, compreendendo a área entre as cidades de Tarauacá, Feijó e Envira	34
Figura 2: Mapa geológico do Estado do Acre e adjacências mostrando as principais unidades geológicas mapeadas a suas áreas de ocorrência. Fonte: Atlas Geográfico e Ambiental do Acre, 1991.....	38
Figura 3: Mapa pedológico do estado do Acre, mostrando a predominância de argilossolos e cambissolos.	41
Figura 4: Antiga planície de inundação na margem direita do rio Envira à montante da cidade de Feijó	43
Figura 5: Aspecto do rio Envira abaixo do porto principal de Feijó, mostrando praia (barra em pontal) em sua margem esquerda.....	44
Figura 6: Desembocadura do rio Muru no rio Tarauacá à montante da cidade de Tarauacá	45
Figura 7: Dinâmica do solo envolvendo a solução do solo e os nutrientes. Adaptado de Tomé Jr. (1997) e Cotter-Howells & Paterson (2000).....	48
Figura 8: Localização das estações de coleta de solo, abacaxi, água, sedimento de fundo e sedimentos em suspensão (suspensatos).....	59
Figura 9: Abacaxi gigante de Tarauacá analisado. (a) distinção das circunferências maior e menor do abacaxi; (b) divisão da polpa e miolo; (c) alíquotas armazenadas em sacos plásticos	61
Figura 10: Sedimentos em suspensão (suspensatos) em frascos cônicos após floculação com sulfato de alumínio	63
Figura 11: Amostrador de Van Veen com amostra de sedimento de fundo coletado no rio Envira.....	63
Figura 12: Potenciômetros portáteis utilizados <i>in situ</i>	65
Figura 13: Espectrofotômetro portátil Hach DR 2000 sendo usado na base de apoio.....	65
Figura 14: Representação do perfil dos solos de roçado da região Feijó-Tarauacá.....	74
Figura 15: Porção de sedimentos argilosos marrons a cinza sobrepostos por siltitos estratificados, plano paralelos, sub-horizontais sobre os quais	

desenvolveram-se solos incipientes, em grande parte lixiviados pelo uso intensivo como pastagem. Rodovia BR-364, trecho Feijó-Tarauacá.....	75
Figura 16: Distribuição granulométrica dos solos ao longo da BR-364 trecho Feijó-Tarauacá; solos de roçado de abacaxi “gigante de Tarauacá” (em destaque); solos de pasto e de mata virgem em Tarauacá; solos de roçado de abacaxi roxo em Feijó. Profundidade de 0-10cm.....	79
Figura 17: Distribuição granulométrica dos solos ao longo da BR-364 trecho Feijó-Tarauacá; solos de roçado de abacaxi “gigante de Tarauacá” (em destaque); solos de pasto e de mata virgem em Tarauacá; solos de roçado de abacaxi roxo em Feijó. Profundidade de 10-20cm.....	80
Figura 18: Curvas de freqüência acumulada das 17 amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm de profundidade.....	81
Figura 19: Curvas de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm de profundidade. Agrupamento 1 e 2.....	82
Figura 20: Curvas de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm de profundidade. Agrupamento 3.....	82
Figura 21:- Curvas de freqüência acumulada das 17 amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm de profundidade.....	83
Figura 22: Curvas de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm de profundidade. Agrupamento 1 e 2.....	84
Figura 23: Curvas de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm de profundidade. Agrupamento 3.....	84
Figura 24: Difrátograma de raios-x de amostras de solos (0-10cm de profundidade) da região Feijó-Tarauacá, mostrando seus principais minerais: quartzo (qz), feldspato (f), albita (ab), calcita (cc), e minerais de argila: esmectita (sm), illita (il), caulinita (k).	85
Figura 25: Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida; PV e P11- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argila.....	86

- Figura 26:** Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 10-20cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida; P12 e P21- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argila **87**
- Figura 27:** Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 0-10cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida; PC e FJ7- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argila **88**
- Figura 28:** Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 10-20cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida; PV e P11- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argila..... **89**
- Figura 29:** Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 0-10cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida; FJ35 e FJ19- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argila..... **90**
- Figura 30:** Distribuição das porcentagens de CaO, MgO, Na₂O e K₂O nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm..... **98**
- Figura 31:** Distribuição das porcentagens de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ e MnO nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm..... **99**
- Figura 32:** Distribuição das porcentagens de P₂O₅ nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm. **100**
- Figura 33:** Distribuição das porcentagens de CaO, MgO, Na₂O e K₂O nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm..... **101**
- Figura 34:** Distribuição das porcentagens de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ e MnO nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm..... **102**
- Figura 35:** Distribuição das porcentagens de P₂O₅ nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm **103**
- Figura 36:** Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm com as da crosta superior continental. Dados da crosta: Wedepohl (1995)..... **105**
- Figura 37:** Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos

- da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm com as da crosta superior continental. Dados da crosta: Wedepohl (1995). 105
- Figura 38:** Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm com a dos folhelhos australianos pós-arqueanos-PAAS. Os dados para PAAS são de Taylor & McLennam (1985). 106
- Figura 39:** Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm com a dos folhelhos australianos pós-arqueanos-PAAS. Os dados para PAAS são de Taylor & McLennam (1985). 106
- Figura 40:** Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm, com a dos solos da região central da Amazônia, próximo a Manaus. Dados dos solos da região central: Konhauser *et al* (1994). 108
- Figura 41:** Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm, com a dos solos da região de Carajás, estado do Pará. Dados região de Carajás: Konhauser *et al* (1994). 108
- Figura 42:** Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá com média dos solos de Várzea da região central da Amazônia. Dados dos solos de várzea: Konhauser *et al*. (1994). 109
- Figura 43:** Comparação da composição química dos solos da região Feijó-Tarauacá com as de solos de outras regiões ressaltando a relação Si-cátions-Al..... 110
- Figura 44:** Índice de alteração química (IAQ) dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá nos dois intervalos de profundidade (0-10 e 10-20cm).... 112
- Figura 45 -** Índice de alteração química (IAQ) para a média dos solos-sedimentos estudados na região Feijó-Tarauacá comparados a outros materiais de referência..... 112
- Figura 46:** Normalização das concentrações dos elementos traço dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0 -10cm com as da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995) 117
- Figura 47:** Normalização das concentrações dos elementos traço dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10 -20cm com as da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995) 117

Figura 48: Normalização dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm com os folhelhos pós-arqueanos australianos (PAAS). Dados do PAAS: Taylor & McLennan (1985).....	118
Figura 49: Normalização dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm com os folhelhos pós-arqueanos australianos (PAAS). Dados do PAAS: Taylor & McLennan (1985)	118
Figura 50: Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm com os da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995).	121
Figura 51: Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm com os da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995).	121
Figura 52: Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm com os do PAAS. Dados do PAAS: Taylor & McLennan (1985).	122
Figura 53: Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm com os do PAAS. Dados do PAAS: Taylor & McLennan (1985).	122
Figura 54: Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm aos condritos. Dados para condritos: Evensen (1978).	123
Figura 55: Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm aos condritos. Dados para condritos: Evensen (1978)	123
Figura 56 - Plantação de abacaxi “gigante de Tarauacá” na Colônia Treze de Maio em Tarauacá. Julho de 2004. Plantação do Sr. João Cobra.....	124
Figura 57 - Distribuição de pH(H ₂ O) e pH(KCl) nos solos da região Feijó-Tarauacá nas profundidades de 0-10 e 10-20cm.....	128
Figura 58 - Distribuição das concentrações de cálcio, magnésio, sódio e potássio disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “gigante de Tarauacá.....	130
Figura 59 - Distribuição das concentrações de cálcio, magnésio, sódio e potássio disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “gigante de Tarauacá	131

- Figura 60** - Distribuição das concentrações de fósforo disponível, alumínio trocável e acidez potencial ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$) disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “Gigante de Tarauacá 132
- Figura 61** - Distribuição das concentrações de fósforo disponível, alumínio trocável e acidez potencial ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$) disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “Gigante de Tarauacá 133
- Figura 62** - Distribuição das concentrações de soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “Gigante de Tarauacá 135
- Figura 63:** Distribuição das concentrações de soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “Gigante de Tarauacá 136
- Figura 64:** Distribuição das porcentagens de Saturação de Na (Sat. Na) nos solos da região Feijó-Tarauacá nos intervalos de 0-10 e 10-20cm de profundidades..... 137
- Figura 65:** Distribuição das porcentagens de Saturação por Al (m%) nos solos da região Feijó-Tarauacá nos intervalos de 0-10 e 10-20cm de profundidades. 138
- Figura 66:** Distribuição de carbono orgânico nos solos da região Feijó-Tarauacá a intervalos de 0-10 e 10-20cm de profundidades. 139
- Figura 67:** Distribuição das concentrações de ferro, manganês, zinco e cobre disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “Gigante de Tarauacá 140
- Figura 68:** Distribuição das concentrações de ferro, manganês, zinco e cobre disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi “Gigante de Tarauacá 141
- Figura 69** Abacaxi gigante de Tarauacá ainda no abacaxizeiro mas sem a coroa, tendo ao lado o profº Marcondes Lima da Costa. Colônia 13 de maio, plantação do Sr. João Cobra, julho de 2004..... 145

Figura 70: Concentração de Ca e Mg nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.....	147
Figura 71: Concentração de K e Zn nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.....	148
Figura 72: Concentração de P nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.....	149
Figura 73: Concentração de Na nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.....	149
Figura 74: Concentração de Fe e Cu nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.....	150
Figura 75: Distribuição de alguns elementos químicos determinados na polpa do abacaxi gigante de Tarauacá e de abacaxis consumidos em alguns países.....	151
Figura 76: Distribuição do teor de Hg (ppm) nos solos da região Feijó-Tarauacá com destaque para os solos de plantação de abacaxi Gigante de Tarauacá.	155
Figura 77: Distribuição de mercúrio nas diferentes porções (miolo, polpa e casca) na circunferência maior e menor do abacaxi “gigante de Tarauacá”.....	156
Figura 78: Distribuição da concentração de cálcio e magnésio disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios das bacias do Tarauacá e do Envira.....	159
Figura 79: Distribuição da concentração de sódio, potássio e fósforo disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios das bacias do Tarauacá e do Envira	160
Figura 80: Distribuição da concentração de ferro e manganês disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios das bacias do Tarauacá e do Envira.....	161
Figura 81: Distribuição da concentração de cobre e zinco disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios das bacias do Tarauacá e do Envira.....	162
Figura 82: Distribuição dos valores de pH das águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira.....	165
Figura 83: Distribuição dos valores de temperatura registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).....	166
Figura 84: Distribuição das concentrações de condutividade registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).....	167
Figura 85: Distribuição das concentrações de STD registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos	

(verão e inverno).....	167
Figura 86: Distribuição dos valores de turbidez registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).....	168
Figura 87: Distribuição dos teores de STS registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).....	169
Figura 88: Distribuição dos valores de transparência registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).....	169
Figura 89: Distribuição dos teores de cloreto e amônia registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).....	170
Figura 90: Distribuição dos teores de fosfatos registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno)	172
Figura 91: Distribuição das concentrações de Na, Mg, K e Fe nas águas dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia)	175
Figura 92: Distribuição das concentrações de Al, Ba e Sr nas águas dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia)	176
Figura 93: Distribuição das concentrações de SiO ₂ , Al ₂ O ₃ e Fe ₂ O ₃ nos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (verão).....	178
Figura 94: Distribuição das concentrações de CaO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O e TiO ₂ nos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (verão).....	179
Figura 95: Distribuição das concentrações de MnO e P ₂ P ₅ nos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (verão).....	180
Figura 96: Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensatos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com a crosta superior continental. Dados da crosta: Wedepohl (1995).....	181
Figura 97: Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensatos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com a dos folhelhos australianos pós-arqueanos – PAAS. Dados do PAAS: Taylor & McLennan (1985).	182

Figura 98: Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensatos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com a dos solos da região Feijó-Tarauacá (este estudo).....	182
Figura 99: Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensatos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com a dos sedimentos praianos da região Feijó-Tarauacá (Almeida, 2005).....	183
Figura 100: Distribuição das concentrações de Na, Mg e Mn nos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia).....	186
Figura 101: Distribuição das concentrações de Ti, Zn, Se, Ba, Sr, Cu, B, Li e Sn nos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia).....	187
Figura 102: Distribuição das concentrações de Pb, Rb, As, Ce, Hg, Cd, Sb e Cs nos sedimentos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia) ...	188

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formas em que os nutrientes podem ocorrer na solução do solo.....	48
Tabela 2: Características climáticas de algumas regiões produtoras de abacaxi no mundo	54
Tabela 3: Relação das amostras de solo coletadas.	60
Tabela 4: Estações de coleta de água, sedimento de fundo e material em suspensão (suspensato).....	64
Tabela 5: Parâmetros determinados em espectrofotômetro Hach DR 2000 e seus respectivos métodos.....	66
Tabela 6: Procedimentos analíticos empregados nas amostras de solos, sedimentos de fundo e suspensatos.....	67
Tabela 7: Sumário dos métodos analíticos utilizados nesse estudo.....	73
Tabela 8: Coloração dos solos medida com auxílio de carta de Munsell em amostras úmidas.....	75
Tabela 9: Distribuição das amostras segundo os três agrupamentos de solos (0-10cm) da região Feijó-Tarauacá com base nas variações granulométricas.....	76
Tabela 10: Distribuição das amostras segundo os três agrupamentos de solos (10-20cm) da região Feijó-Tarauacá com base nas variações granulométricas.....	77
Tabela 11: Concentração semi-quantitativa dos minerais (% em peso) nos solos da região Feijó-Tarauacá comparados com os sedimentos de planície de inundação de alguns tributários do rio Amazonas (Martinelli <i>et al.</i> , 1993).....	92
Tabela 12 Porcentagens dos minerais de argila na fração argila dos solos da região Feijó-Tarauacá, com base nos cálculos das áreas das principais reflexões desses minerais em lâminas orientadas.....	93
Tabela 13: Composição química total dos solos-sedimentos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 0-10cm comparados com a Crosta Terrestre Superior, com os folhelhos australianos- PAAS e com solos da Amazônia.....	96
Tabela 14: Composição química total dos solos-sedimentos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 10-20cm comparados com a Crosta Terrestre	

Superior, com os folhelhos australianos- PAAS.....	97
Tabela 15: Razões médias para os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá comparados com sedimentos de outras regiões.....	113
Tabela 16: Concentração em ppm dos elementos traços nos solos-sedimentos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 0-10cm comparados com a Crosta Terrestre Superior e com os folhelhos australianos- PAAS.....	115
Tabela 17: Concentração em ppm dos elementos traços nos solos-sedimentos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 0-10cm comparados com a Crosta Terrestre Superior e com os folhelhos australianos- PAAS.....	116
Tabela 18: Concentração dos elementos terras raras nos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá comparadas com a da Crosta Terrestre Superior, com os folhelhos australianos - PAAS e com os condritos.....	120
Tabela 19: Índices de fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm.....	126
Tabela 20: Índices de fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm.....	127
Tabela 21: Comparação dos teores de macronutrientes nos sedimentos da região Feijó-Tarauacá com índices genéricos apresentados por Tomé Jr. (1997)	129
Tabela 22: Comparação dos teores de micronutrientes nos sedimentos da região Feijó-Tarauacá com os apresentados por Tomé Jr. (1997)	139
Tabela 23: Comparação de alguns parâmetros químicos de fertilidade entre os solos estudados e outros solos da Amazônia e sedimentos praianos.....	142
Tabela 24: Parâmetros analisados no abacaxi “gigante de Tarauacá” comparados com abacaxis consumidos de outros países.....	146
Tabela 25: Relação dos teores dos elementos químico do abacaxi “gigante de Tarauacá” com os dos abacaxis consumidos na Colômbia e no México..	151
Tabela 26: Coeficiente de absorção biológica (CAB) dos elementos químicos nas diversas partes do abacaxi gigante de Tarauacá.....	153
Tabela 27: Concentração de Hg (ppm) nos solos da região Feijó-Tarauacá.....	155
Tabela 28: Concentração dos elementos químicos disponíveis nos sedimentos de fundo das Bacias do Tarauacá e do Envira comparados com os solos de terra firme da região Feijó-Tarauacá.....	159
Tabela 29: Parâmetros das águas em estudo, medidos em campo nos dois períodos de amostragem.....	164

Tabela 30: Composição química expressa em ppm das águas da região Feijó-Tarauacá-Envira no período de inverno.....	173
Tabela 31: Concentração dos elementos químicos determinados nas águas fluviais da região Feijó-Tarauacá no período de verão.....	174
Tabela 32: Composição química total dos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira comparados com a dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá (este trabalho), crosta terrestre superior e com os folhelhos australianos – PAAS.....	177
Tabela 33: Concentração de metais disponíveis expressa em ppm nos suspensatos (filtrado) dos rios da região Feijó,-Tarauacá-Envira no período de inverno.....	185

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	30
1.1	APRESENTAÇÃO.....	30
1.2	OBJETIVOS.....	32
1.2.1	Geral.....	32
1.2.2	Específicos.....	32
1.3	JUSTIFICATIVA.....	33
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	34
2.1	LOCALIZAÇÃO.....	34
2.2	FORMAÇÃO HISTÓRICA	35
2.3	GEOLOGIA	37
2.4	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	39
2.4.1	Clima.....	39
2.4.2	Vegetação.....	39
2.4.3	Solo.....	40
2.4.4	Relevo.....	41
2.4.5	Hidrografia.....	42
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	46
3.1	SOLOS	46
3.2	ELEMENTOS QUÍMICOS E NUTRIENTES	47
3.3	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS NUTRIENTES	49
3.3.1	Macronutrientes; Potássio, cálcio e magnésio	49
3.3.2	Macronutrientes: nitrogênio, fósforo e enxofre	49
3.3.3	Os micronutrientes	51
3.3.3.1	Ferro, manganês, cobre e zinco.....	51
3.3.3.2	Boro, cloro e molibdênio	52
3.4	CULTURA DO ABACAXI TRADICIONAL..	53
3.4.1	Características climáticas.....	54
3.4.2	Características físicas do solo	55

3.4.3	Características químicas do solo	55
3.5	ABACAXI GIGANTE DE TARAUACÁ	56
4	MATERIAIS E MÉTODOS	58
4.1	ATIVIDADE DE CAMPO E AMOSTRAGEM	58
4.1.1	Coleta de solos	60
4.1.2	Coleta do exemplar abacaxi “gigante deTarauacá”	61
4.1.3	Procedimento para coleta de água, suspensato e sedimento de fundo	62
4.2	PARÂMETROS DETERMINADOS EM CAMPO.....	65
4.3	MÉTODOS ANALÍTICOS.....	66
4.3.1	Separação granulométrica em solos e sedimentos de fundo	66
4.3.2	Análise mineralógica por difração de raios-x (DRX) em solos, sedimento de fundo e suspensatos	66
4.3.3	Composição química total	68
4.3.4	Cálculos estequiométricos da abundância dos minerais	68
4.3.5	Análise química das amostras de suspensatos (filtrado)	69
4.3.6	Análise química de águas	69
4.3.7	Análise química do abacaxi gigante de Tarauacá	70
4.3.8	Determinação dos índices de fertilidade dos solos e sedimento de fundo	70
4.4	DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL.....	71
4.4.1	Para solos, sedimentos de fundo e abacaxi gigante	71
5	RESULTADOS	74
5.1	SOLOS	74
5.1.1	Descrição	74
5.1.2	Aspectos granulométricos	76
5.1.3	Mineralogia	85
5.1.3.1	Abundância dos minerais na fração rocha-solo total.....	91
5.1.3.2	Abundância dos minerais na fração argila.....	93

5.1.4	Composição química total	95
5.1.4.1	Elementos maiores.....	95
5.1.4.2	Intensidade do intemperismo.....	111
5.1.4.3	Elementos traços.....	114
5.1.4.4	Elementos terras raras.....	119
5.1.5	A Fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá	124
5.2	ABACAXI GIGANTE DE TARAUACÁ	145
5.2.1	Coeficiente de absorção biológica – CAB	152
5.3	MERCÚRIO NOS SOLOS E NO ABACAXI GIGANTE	154
5.4	SEDIMENTO DE FUNDO	157
5.4.1	Bio-disponibilidade de elementos químicos	157
5.5	AS ÁGUA FLUVIAIS E SEU MATERIAL EM SUSPENSÃO (SUSPENSATOS)	163
5.5.1	Parâmetros físico-químicos	163
5.5.2	Elementos químicos nas águas fluviais	172
5.6	SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO (SUSPENSATOS) DOS RIOS DA REGIÃO FEIJÓ-TARAUACÁ-ENVIRA	177
5.6.1	Composição química total - elementos maiores	177
5.6.2	Disponibilidade dos elementos nos suspensatos	183
6	CONCLUSÕES	189
	REFERÊNCIAS	193

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Em geral os solos da região amazônica são pobres, dominados por latossolos e podzólicos amarelos e vermelhos. Manchas de solos férteis são encontradas no sul do Pará, Rondônia e Acre. Nesta última as manchas alcançam grandes expressões, principalmente na região Central do estado (BRASIL, 1976). Enquanto no Pará e Rondônia os solos são derivados de rochas antigas, no Acre são basicamente rochas sedimentares que constituem a Formação Solimões, tida como Miocênica-Pleistocênica (ACRE, 2000; KRONBERG; FYFE, 1983; KRONBERG; BENCHIMOL, 1992).

Nessa região de estudo observa-se apenas uma sutil formação de solos pedogenéticos, estando a vida vegetal desenvolvido recentemente sobre os sedimentos. Estudos recentes mostram que esses sedimentos tiveram como fonte as sub-encostas andinas e que foram para cá transportados e depositados através de intensa rede de drenagem flúvio-lacustre (FITTKAU et al., 1975; KRONBERG et al., 1989). Embora já tenham sido reconhecidos como solos-sedimentos férteis, pouco tem sido feito no sentido de investigar a origem desta fertilidade, principalmente na região central do Estado. Essa região chama atenção pela sua aptidão em desenvolver cultivares em tamanho exagerado como o abacaxi, a banana, além de sua boa aptidão para milho, feijão (MARTINS, 2005; REGO, 2005), mandioca, melancia etc. Com destaque principal ao abacaxi “gigante de Tarauacá” que chega a alcançar 15 kg sem qualquer adubo ou fertilizante em seu cultivo (PEREIRA; COSTA; SIQUEIRA, 2003).

Sedimentos atuais de praia e barrancos, que derivam da erosão dos sedimentos da Formação Solimões, drenados pelos rios das bacias do Purus e Juruá, também se apresentam férteis, e após o período de chuva onde ocorrem várias enchentes, seus sedimentos expostos são adequados para o cultivo de milho, feijão, melancia, entre outros, explorados na forma de subsistência pelos ribeirinhos (ALMEIDA, 2005; VIANA, 2004).

A atividade fluvial atual parece ter sido semelhante àquela que originou a Formação Solimões, no entanto, em condições climáticas semi-áridas, ao contrário das condições climáticas reinantes atualmente. Portanto o estudo da atividade fluvial atual, e os seus depósitos sedimentares, derivados da Formação Solimões, podem auxiliar no entendimento da origem da fertilidade tanto dos sedimentos da Formação Solimões que constituem os terrenos de terra firme como os sedimentos fluviais atuais, expostos, por exemplo, nas praias e barrancos. Para tal foi selecionada a região entre as cidades de Feijó-Tarauacá, entre os rios Envira, Tarauacá, onde são cultivados os abacaxis de 15Kg.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Estudar a fertilidade dos solos da região entre as cidades de Tarauacá - Feijó, e avaliar a sua possível relação com sedimentos de fonte sub-andina transportados e redepositados pelo sistema fluvial ao tempo da Formação Solimões.

1.2.2 Específicos

Caracterização granulométrica, mineralógica e química dos solos com e sem roçado de abacaxi gigante na região Feijó-Tarauacá.

Determinação dos índices de fertilidade em solos com e sem roçado de abacaxi gigante da região Feijó-Tarauacá.

Avaliação da composição nutricional parcial do abacaxi “gigante de Tarauacá” e sua relação com os solos.

Comparações granulométricas, mineralógicas e químicas dos sedimentos fluviais atuais dos rios Tarauacá e Envira e seus suspensatos com os solos da região.

Caracterização físico-química das águas dos rios Tarauacá e Envira para fins de avaliação de fertilidade.

1.3 JUSTIFICATIVA

Costa (1985); Costa e Costa (1988) intrigados com o crescimento anormal do abacaxi em Tarauacá procuraram encontrar nos solos-sedimentos a origem desse crescimento, na forma de sua alta fertilidade. Concentraram-se na possibilidade de ocorrência de fosfatos, encontrando fosfatos fósseis em restos de ossos crofólitos (quelônios, crocodilídeos, toxodontes, mastodontes, peixes, crustáceos) associados com argilitos e siltitos. Esses fósseis são constituídos de apatita de baixa cristalinidade e ainda de calcita; enquanto os sedimentos contém quartzo, esmectita, caulinita e illita.

Almeida (2005) e Viana (2004) dentro do projeto SelenMerAs, constataram que os sedimentos das praias do Acre como um todo e em especial a região Central (Feijó-Tarauacá) possuem elevados índices de fertilidade.

As próprias “águas brancas” dos rios do Estado do Acre, com destaque as da região de Tarauacá e Feijó (região central) apresentam valores elevados para pH, STD, OD, PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , principalmente nessa região Central, indicando uma estreita relação com os sedimentos de praia e indiretamente com a Formação Solimões (COSTA et al., 2003).

Visto que a fertilidade dos solos está relacionada com a disponibilidade, mobilidade e concentração dos macro e micronutrientes no solo, e estes por sua vez com os processos geológicos, biológicos e climáticos que afetam a região, e que vão condicionar a composição mineralógica e química, o estudo da formação dos solos e sua fertilidade na região Feijó-Tarauacá podem contribuir para o entendimento da história geológica e geoquímica dessa região e da origem de sua fertilidade. Esse conhecimento poderá ser de grande importância para o desenvolvimento da agricultura na região.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 LOCALIZAÇÃO

O estado do Acre se situa no extremo sudoeste da Amazônia, fronteiro com a Bolívia (sudeste) e Peru (oeste e sul), e com os estados do Amazonas (norte) e de Rondônia (leste). Sua extensão territorial é de 153.149,9 km², (IBGE, 2000).

A área de estudo está situada na região central do estado do Acre entre as coordenadas de 7°10'00"S - 8°25'00" e longitudes 70°00'00"W – 71°00'00"W (Figura 1), entre as cidades de Tarauacá e Feijó e ainda com considerações ao longo do rio Envira até cidade de Envira no Amazonas.

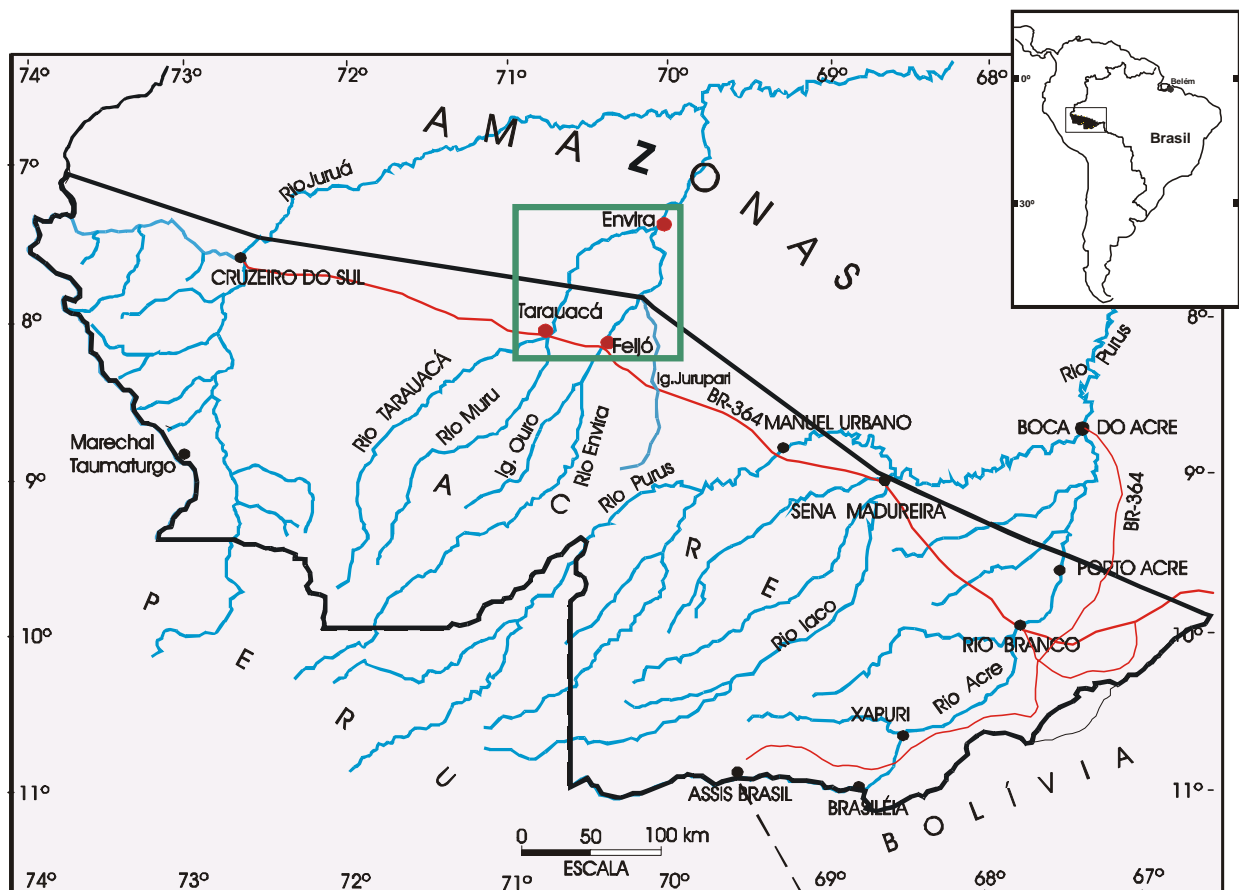


Figura 1 - Localização do Estado do Acre com destaque para a região de estudo Feijó-Tarauacá-Envira, compreendendo a área entre as cidades de Tarauacá, Feijó e Envira.

2.2 FORMAÇÃO HISTÓRICA

O processo de incorporação do Acre ao Brasil decorreu do desbravamento proporcionado por nordestinos que em 1877 fugindo da seca e instigados pelo ouro negro, o látex, iniciaram a abertura de seringais. Até então, o Acre era habitado apenas por índios, uma vez que a expansão luso-brasileira ocorrida na Amazônia durante o período colonial, não o havia alcançado. A partir dessa época, a região tornou-se ativa frente pioneira, que avançou pelas vias hidrográficas: rio Acre, Purus e Juruá (GOVERNO., 2003).

No século XIX, quando a área do atual Estado do Acre era disputada pelo Peru e Bolívia, ocorreram movimentos pela sua posse no Brasil, porém o Tratado de Ayacucho, assinado a 27 de março de 1867, deu posse à Bolívia. O território do Acre pertenceu à Bolívia até o início do século XX, embora desde o final do século XIX a maioria da sua população fosse formada por brasileiros que exploravam os seringais e não obedeciam à autoridade boliviana, formando, na prática, um território independente e exigindo a sua anexação ao Brasil (TOCANTINS, 1979).

No final do século XIX, em pleno ápice da produção do látex, acreanos e nordestinos entraram novamente em choque com os bolivianos, culminando com a assinatura do Tratado de Petrópolis em 17 de novembro de 1903, onde o Brasil tomava posse da região, a qual seria elevada à categoria de Estado em 1962 (TOCANTINS, 1979).

Problemas de fronteira também existiram com o Peru, que reivindicava a propriedade de todo o território do Acre, tendo tentado estabelecer delegações administrativas e militares na região do Alto-Juruá entre os anos de 1898 e 1902, e do Alto-Purus entre 1900 e 1903. Os brasileiros, no entanto, com seus próprios recursos, forçaram os peruanos a abandonar o Alto-Purus em setembro de 1903. Com base nos títulos brasileiros e nos estudos das comissões mistas que pesquisaram as zonas do Alto-Purus e do Alto-Juruá, o Barão do Rio Branco, Ministro das Relações Exteriores na época, propôs ao governo do Peru o acerto de limites firmado a 8 de setembro de 1909. Com esse ato completou-se a integração política do Acre à comunidade brasileira (TOCANTINS, 1979).

-TARAUACÁ

Foi fundada em 1º de outubro de 1907 por Antônio Antunes de Alencar quando era conhecida como Seabra, obteve sua autonomia em 23 de outubro de 1912.

A cidade de Tarauacá é banhada pelo rio do mesmo nome, que no verão, é margeado por quilômetros de praias de areias brancas e finas. O município Tarauacá é conhecido como a terra do abacaxi gigante. Esse fruto chega a pesar em torno de 15 kg, fato que provoca grande admiração nos visitantes. A base econômica do município fundamenta-se na pecuária, agricultura e pesca – (para subsistência) e no extrativismo de borracha e madeira. O município sofre isolamento por causa das precárias condições da BR-364. Portanto, suas relações comerciais se dão através das vias fluviais, que por sua vez, são sazonais, ocorrendo predominantemente no período de cheias (GOVERNO..., 2003).

- FEIJÓ

O município de Feijó tinha suas terras habitadas pelas tribos Jaminawás, kaxinauwás e Chacauwás. Com a chegada dos nordestinos à foz do rio Envira, em 1879, começou a desbravagem da região, subindo os rios e igarapés, desmarcando os seus lotes e terras e até seringais. No entanto, ocorreram vários conflitos na selva, entre os nordestinos e índios por conta da desocupação dessas áreas de terras, que pouco tempo depois se transformaram em seringais. É neste contexto que surge à margem direita do rio Envira, o Seringal Porto Alegre que mais tarde deu origem ao município de Feijó (TOCANTINS, 1979).

Após alguns anos o seringal tornou-se um vilarejo, e aos 13 de maio de 1906, foi elevado à categoria de vila sob a denominação de Feijó, em homenagem ao Pe. Diogo Feijó. A instalação do município deu-se em 21 de dezembro de 1938 (TOCANTINS, 1979). Em Feijó também ocorrem eventualmente cultivos de abacaxi, banana, cana-de-açúcar, porém com menor expressão do que em Tarauacá.

-ENVIRA

Consta que entre os primitivos habitantes da região – Marauás, Canamaris, Catuquinas, Catauaixis e outros, havia uns índios anões e outros que eram dotados de um apêndice caudal. Datam de meados do século XIX as penetrações pelo rio Juruá acima, chegando até a região onde se encontra Envira, promovidas pelos desbravantes dos primeiros seringais nativos do ciclo da borracha. Dessa época até o término da II Guerra Mundial, quando cessou a vinda da última grande leva migratória, dos conhecidos “soldados da borracha”, os nordestinos representaram a principal força de trabalho e ocupação territorial da região, enquanto as populações indígenas foram gradativamente diminuindo, às margens do rio Tarauacá, afluente do Juruá. Nos quadros de apuração do recenseamento geral de 1920, entre os distritos do município de Eirunepé, figura o da Foz do Embira (Envira). Em 1955, pela Lei Estadual nº 96, foi criado o município de Envira, com território desmembrado dos municípios de Eirunepé e Carauari (BIBLIOTECA...,2006)

2.3 GEOLOGIA

Os terrenos do estado do Acre, mais de 80% são formados por sedimentos flúvio-lacustres da Formação Solimões, depositados no Terciário (Figura 2) (ACRE, 2000).

Esses sedimentos se sobrepõem parcialmente a sedimentos cretácicos das formações Serra do Divisor, Azul e Moa e sedimentos paleocênicos da Formação Ramon na serra do Divisor, fronteira com o Peru, e ao embasamento pré-cambriano na região leste com o estado do Amazonas.

Sedimentos aluviais holocênicos se distribuem ao longo das bacias fluviais atuais e sub-atuais.

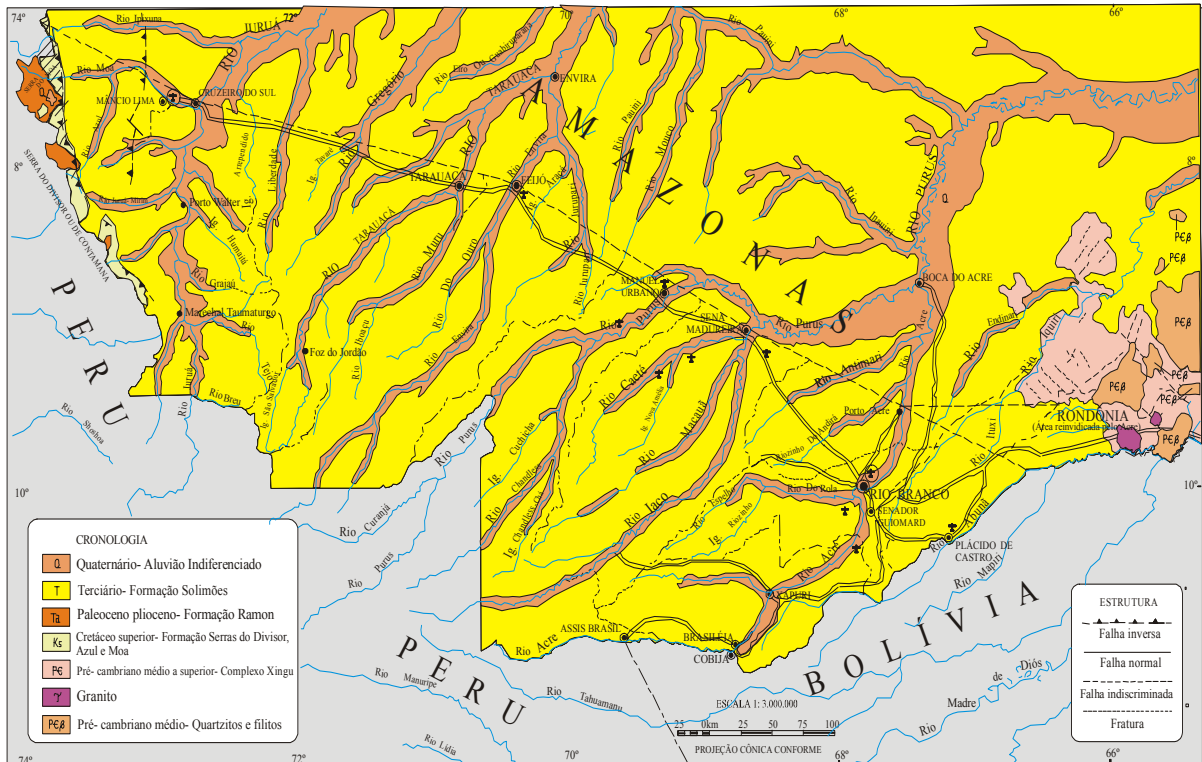


Figura 2 - Mapa geológico do Estado do Acre e adjacências, mostrando as principais unidades geológicas mapeadas e suas áreas de ocorrência. Fonte: Atlas Geográfico e Ambiental do Acre, 1991.

A Formação Solimões é formada por arenitos, siltitos com concreções carbonáticas e gipsíferas, ocasionalmente materiais carbonizados, com pirita e acúmulo de fragmentos de fósseis de vertebrados e invertebrados (BRASIL, 1976).

A Formação Solimões foi depositada em resposta a movimentos tectônicos que soergueram os Andes resultando uma inversão no sentido da rede de drenagem, que passa a fluir para leste criando um ambiente tipicamente fluvial, com deposição de espessos pacotes argilo-arenosos em ambiente flúvio-lacustre formando leques fluviais gigantes, cujas cabeceiras estariam localizadas nos Andes (LATRUBESSE et al., 1994).

Barrancos esculpidos em sedimentos recentes são as feições comuns no estado e podem conter na base, em níveis isolados, lentes ricas em ossos fósseis de fauna miocênica (COSTA, 2002).

2.4 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.4.1 Clima

O clima do estado do Acre é tipicamente tropical, quente e úmido com duas estações distintas: a estação chuvosa conhecida como inverno que se estende de novembro a abril e caracteriza-se por chuvas constantes e a estação seca ou verão que se estende de maio a outubro. O índice pluviométrico anual varia entre 1600mm a e 2750mm e tende a aumentar no sentido Sudeste-Noroeste (ACRE, 2000).

Comumente ocorrem no período de verão as “friagens” que são quedas bruscas de temperatura que alcançam valores entre 10 e 15°C. Esse fenômeno é provocado pela invasão da Massa Polar Atlântica, com origem no Atlântico Sul, que penetra para o norte através das terras baixas da Patagônia, Pampa e do vale do Paraguai, transpondo o baixo divisor das águas entre esse vale e a bacia Amazônica, chegando assim até o território acreano (ACRE, 2000).

A temperatura média anual no estado do Acre é de 24,5° C, e a máxima fica em torno de 32°C, mantendo uma uniformidade para todo o estado. A temperatura mínima, porém varia regionalmente, como por exemplo, 10° C em Cruzeiro do Sul; 17,4° C em Brasiléia; 20,2°C em Rio Branco e 19,9°C em Tarauacá (ACRE, 2000).

2.4.2 Vegetação

A vegetação natural é formada por floresta tropical densa e aberta, geralmente associada às grandes feições morfoestruturais presentes na bacia amazônica como também as grandes feições climáticas e os fatores pedológicos da região. Essas variações condicionam a coexistência de uma grande diversidade de formações vegetais dentro dos dois grandes grupos de floresta (ACRE, 2000).

A **tropical densa** desenvolve-se preferencialmente sobre os sedimentos mais antigos (Formação Solimões) Caracteriza-se por árvores que variam de 30 a 50 m de altura, onde ocorre a *Hevea brasiliensis*, espécie produtora do látex (ACRE, 2000). No seu conjunto são observadas outras espécies: castanheira, cedro, cumarú de cheiro,

mardum vegetal, etc (MARTINS, 2005).

A **tropical aberta** ocorre sobre os sedimentos de idade plio-pleistocênica, nos interflúvios colinosos ou em relevo ondulado (Formação Solimões). É constituída de palmeiras bambus e cipós (ACRE, 2000).

2.4.3 Solo

O primeiro grande levantamento dos solos do Acre foi realizado pelo projeto BRASIL (BRASIL, 1976) com base na primeira versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos que foi adaptado por ACRE (2000) ao novo sistema Brasileiro de Classificação de Solos, onde quase a totalidade dos solos anteriormente classificados como Podzólicos foi incluída nas classes dos Argilossolos, Alissolos, Luvissolos e Nitossolos (Figura 3).

Destacam-se os Argilossolos amarelos e vermelhos com 64% de extensão, seguidos pelos Cambissolos (24,2%); Gleissolos (7,4%) e Latossolos (1,9%). As classes que ocupam menor extensão são os Luvissolos (0,4%); Litossolos (0,8%) e os Alissolos (1,4%). Os Argilossolos amarelos e vermelhos ocorrem desde o sudeste até o noroeste do Estado, enquanto os Cambissolos eutróficos concentram-se na parte central do Estado entre os rios Iaco e Tarauacá (ACRE, 2000). Os Gleissolos ocorrem em faixas estreitas ao longo das planícies de inundação dos principais rios que drenam o estado do Acre e apresentam um bom potencial para agricultura. Os Latossolos têm sua ocorrência restrita na região oriental, extremo sudeste do estado (ACRE, 2000).

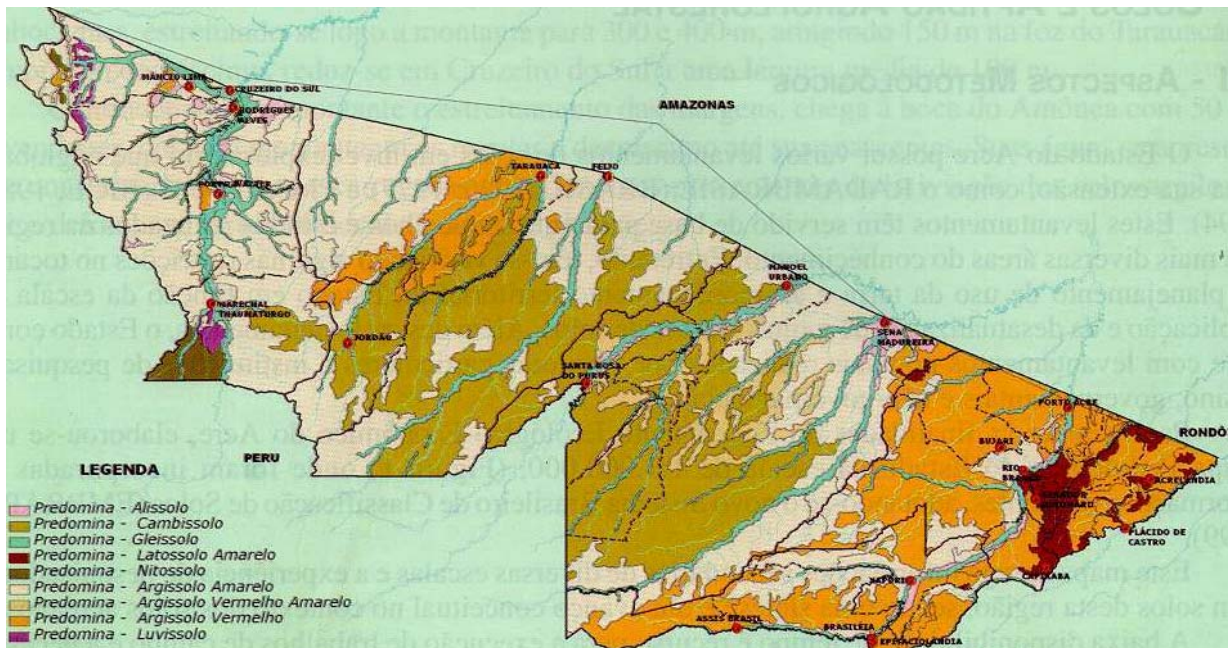


Figura 3 – Mapa pedológico do estado do acre, mostrando a predominância de argissolos e cambissolos. Fonte: acre (2000)

2.4.4 Relevo

O relevo principal do estado do Acre corresponde a uma plataforma regular que desce suavemente em cotas da ordem de 300m nas fronteiras com peru e Bolívia, para pouco mais de 100m nos limites com o estado do Amazonas. No extremo ocidental este relevo é quebrado pela Serra do Divisor, uma ramificação da serra peruana de Contamana com altitude máxima de 600m (ACRE, 2000).

Esta plataforma regular se sub-divide em duas unidades morfoestruturais: a **Planície Amazônica**, representada pelos terraços fluviais, que são patamares esculpidos pelos rios com declive voltado para o leito fluvial, geralmente comportando meandros colmatados ou em processo de colmatção, áreas aplainadas resultantes da acumulação fluvial periódica ou permanentemente alagadas e **Planalto Rebaixado da Amazônia** representado por colinas (relevo de topo pouco convexo), cristas (relevo de topo contínuo e aguçado) e interflúvios tabulares (relevo de topo aplainado) (ACRE, 2000).

2.4.5 Hidrografia

Os cursos dos rios que drenam o estado do Acre são de direção geral sudoeste-noroeste, seguindo para nordeste, e fazem parte da rede hidrográfica do rio Amazonas. Caracterizam-se normalmente pelo paralelismo entre si, controlados por estruturas geológicas, falhas e fraturas (ACRE, 2000). São rios que nascem no Peru próximo à fronteira com o Acre, nos departamentos de Loreto e Ucayali. A rede de drenagem do estado do Acre é complexa, bem distribuída e compreende duas sub-bacias, a do rio Purus e a do rio Juruá, que são afluentes pela margem direita do rio Solimões (COSTA et al., 2003).

O **rio Purus** tem como principais afluentes dentro do estado do Acre, os rios Acre e Iaco e apresenta uma extensão de cerca de 3.400 Km. Navegável da foz à desembocadura do rio Iaco. É um rio bastante sinuoso rico em praias e barrancos.

O **rio Juruá** nasce na Serra da Contamana, tem como principais afluentes dentro do estado do Acre os rios Tarauacá (e este o Envira) e Moa, apresentando uma extensão de 3.350 Km². É navegável da foz até a cidade de Cruzeiro do Sul. É um rio fortemente meandrante com largas planícies de inundação e vários meandros abandonados (lagos). O seu curso das nascentes até a cidade de Cruzeiro do Sul tem direção norte-sul e daí até o seu encontro com o rio Solimões para a direção para sudoeste-nordeste.

Os **rios Tarauacá e Envira** (Figuras 4 a 6) nascem no departamento de Ucayali, no Peru atravessam todo o estado do Acre margeando as cidades de Tarauacá, pelo primeiro e a Cidade de Feijó pelo segundo, e se encontram acima da cidade de Envira no estado do Amazonas, seguindo então seu curso com nome de Tarauacá até desaguar no rio Juruá.



Figura 4 – Antiga planície de inundação na margem direita do rio Envira, logo abaixo de Feijó, sendo desmontada pelo rio Envira.



Figura 5 – Aspecto do rio Envira abaixo do porto principal de Feijó, mostrando praia (barra em pontal) em sua margem esquerda.



Figura 6 - Desembocadura do rio Muro no rio Tarauacá a montante da cidade de Tarauacá

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SOLO

São conhecidas varias definições para solo de acordo com a ciência que o estuda. Para os agrônomos solo é todo material de superfície capaz de suportar as plantas (VIEIRA; SANTOS, 1987). Para as ciências geológicas o solo é um produto do intemperismo onde atuam processos físicos, químicos, e biológicos, desagregando as rochas (FAURE et al., 1991).

Os fatores principais que regem a alteração por intemperismo e a conseqüente formação dos solos são: o clima, a topografia, a composição das rochas, a vegetação, microorganismos e o tempo geológico (COTTER-HOWELLS; PATERSON, 2000). Esses fatores influenciam a composição química e mineralógica dos solos formados, os quais controlando a disponibilidade de macro e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (K, P, Ca, Mg, Br, Fe, Mn, Zn, Cu e Co) (FAURE et al., 1991).

Em regiões tropicais quentes e úmidas a combinação de elevadas temperaturas e precipitações, promove alteração química intensa das rochas (FYFE et al., 1983), com lixiviação e decréscimo dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{1+} e K^{1+} (KRONBERG; FYFE, 1983) e ainda acumulo de Si^{4+} , Al^{3+} e Fe^{3+} em solos na forma de caulinita, goethita, gibbsita e hematita (DEMATE, 2000; KITAGAWA; MOLLER, 1979), onde os minerais 2:1 ficam restritos a solos com menor taxa de alteração intemperismo, como os de várzea (KRONBERG; NESBITT, 1981; SCHWERTMANN; HERBILLON, 1992). Na Amazônia Brasileira predominam os Latossolos, Argissolos e Alissolos (IBGE, 2000), que são normalmente muito lixiviados em seus nutrientes.

3.2 ELEMENTOS QUÍMICOS NUTRIENTES

Segundo Tomé Jr. (1997) apenas 16 elementos químicos são considerados essenciais para as plantas, atendendo a três critérios básicos: a) em sua ausência a planta não completa seu ciclo de vida; b) faz parte de uma substância ou reação bioquímica essencial para a vida da planta; c) é insubstituível.

São elementos essenciais o carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre como macronutrientes; e ferro, cobre, manganês, zinco, cloro, boro e molibdênio como micronutrientes (RESENDE, 2005; TOMÉ Jr, 1997). É importante ressaltar que a classificação em macro e micronutrientes está relacionada à quantidade que a planta os absorve do meio, não tendo diferença quanto à importância do elemento para o metabolismo vegetal e para a produtividade das culturas (TOMÉ Jr, 1997).

As plantas apenas são capazes de absorver os nutrientes quando estes estão disponíveis na solução aquosa do solo ou em condições de passar rapidamente para a solução. As formas químicas em que os nutrientes podem ocorrer no solo estão na Tabela 1 e a Figura 7 mostra a dinâmica dos nutrientes na solução do solo.

Tabela 1 - Formas químicas em que os nutrientes podem ocorrer na solução do solo

Nutrientes	Principais formas que ocorrem na solução do solo
Macronutrientes	
Nitrogênio	NO_3^- , NH_4^+ , aminoácidos solúveis e outros compostos nitrogenados solúveis.
Fósforo	Íons fosfatados (HPO_4^- ou H_2PO_4^- , dependendo do pH), compostos orgânicos solúveis contendo fósforo.
Potássio	K^+
Cálcio	Ca^{2+}
Magnésio	Mg^{2+}
Enxofre	SO_4^{2-} (sulfato), aminoácidos sulfurados e outros compostos orgânicos solúveis contendo enxofre.
Micronutrientes	
Ferro	Fe^{2+} e outros compostos orgânicos contendo ferro, principalmente na forma de quelatos.
Cobre	Cu^{2+} e outros compostos orgânicos contendo cobre, principalmente na forma de quelatos.
Manganês	Mn^{2+} e outros compostos orgânicos contendo manganês, principalmente na forma de quelatos.
Zinco	Zn^{2+} e outros compostos orgânicos contendo zinco, principalmente na forma de quelatos.
Molibdênio	MoO_4^{2-} (molibdato)
Boro	H_3BO_3 (ácido bórico não dissociado).
Cloro	Cl^-

Fonte: Tomé Jr.(1997)

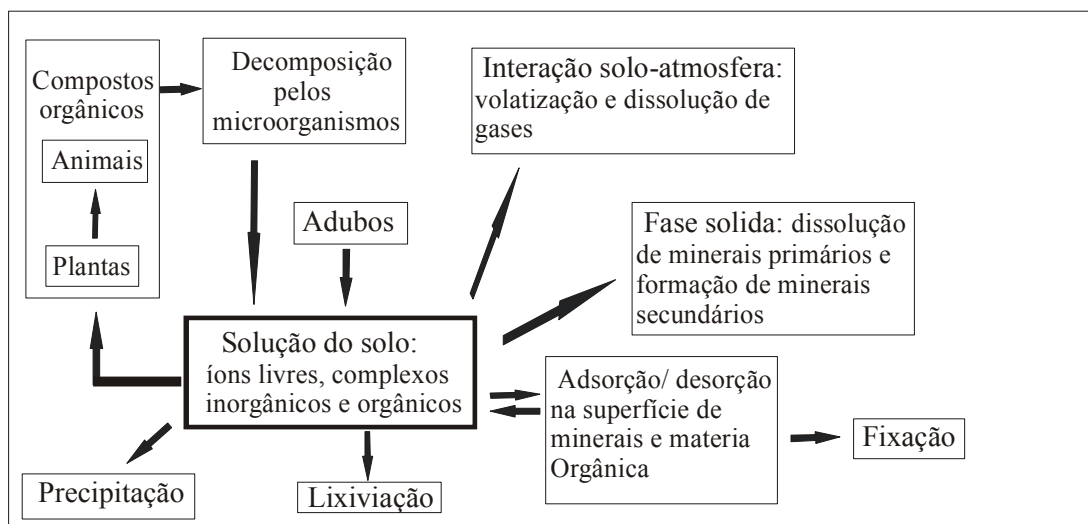


Figura 7 - Dinâmica do solo envolvendo a solução do solo e os nutrientes. Adaptado de Tomé Jr. (1997) e Cotter-Howells e Paterson (2000).

3.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS NUTRIENTES

3.3.1 Macronutrientes: potássio, cálcio e magnésio

- No solo

Os conteúdos de potássio, cálcio e magnésio disponíveis no solo são influenciados pela rocha que deu origem ao solo, textura deste, teor de matéria orgânica e pelo clima, sendo afetados também pela quantidade de outros nutrientes disponíveis no solo, pelo grau de saturação no complexo de troca e pela relação com os outros cátions do complexo coloidal, podendo ser facilmente lixiviados, absorvidos, fixados, adsorvidos as argilas ou permanecer na solução do solo (MALAVOLTA, 1976).

- Na planta

O **potássio** é um nutriente que regula e participa de muitos processos essenciais tais como fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos, absorção de água do solo, atividades enzimáticas. O sintoma típico de deficiência é a clorose nas margens das folhas mais velhas (SENGIK, 2003).

O **cálcio** é muito importante no desenvolvimento das raízes, sendo um nutriente necessário na translocação e armazenamento de carboidratos e proteínas. O cálcio atua na formação e na integridade das membranas da parede celular. Por ser imóvel na planta, o sintoma típico surge como clorose nas folhas mais novas (MALAVOLTA, 1976).

O **magnésio** compõe a molécula de clorofila, que dá a cor verde às plantas. Os sintomas de falta de magnésio, por causa de sua alta mobilidade na planta, aparecem geralmente nas folhas mais velhas. Os frutos produzidos em condições de deficiência de magnésio são geralmente menores que os normais (SENGIK, 2003).

3.3.2 Macronutrientes: nitrogênio, fósforo e enxofre

O nitrogênio, o fósforo e o enxofre são macronutrientes muito ligados a matéria orgânica e adsorvidos aos colóides do solo nas poucas cargas positivas do solo. Como

o saldo líquido de cargas do solo em geral é negativo, os ânions, tendem a ser facilmente lixiviados (SENGIK, 2003).

- No solo

O **nitrogênio** é um nutriente extremamente dinâmico sendo muito afetado por condições de clima e de solo. Como a sua maior concentração no solo está na forma de nitratos, em períodos de chuvas intensas ele é bastante lixiviado, principalmente em solos arenosos.

O nitrogênio comporta-se como cátion (NH_4^+) e como ânion (NO_3^-). A maioria, mais de 95%, está na forma de NO_3^- , Há uma relação íntima entre a matéria orgânica do solo e o N disponível para as plantas. Mais de 90% do N do solo está na forma orgânica (MALAVOLTA, 1976).

A quantidade total de **fósforo** (P) no solo é em torno de 0,08%, mas somente pequenas quantidades de fósforo estão presentes na solução do solo, em geral menos de $6 \mu\text{g dm}^{-3}$ (SENGIK, 2003). As formas disponíveis de P para as plantas são afetadas pelo pH do solo. Em solos de acidez elevada tende a predominar a forma de ortofosfato primário (H_2PO_4^-), e em solos alcalinos predomina o íon ortofosfato secundário (HPO_4^{2-}); Em geral o pH que proporciona maior disponibilidade de P está entre 6,0 e 6,5, pois nesta faixa de pH é mínima a reação ou fixação do fósforo. O fósforo é um nutriente de baixa mobilidade no solo (MALAVOLTA, 1976).

A maior parte do **enxofre** do solo está ligada a matéria orgânica, podendo ser absorvida pelas bactérias do solo como SO^- e SO_4^{2-} . O sulfato pode ser facilmente lixiviado em períodos de chuvas intensas (MALAVOLTA, 1976).

- Na planta

O **nitrogênio**, dentre os macronutrientes, é o que tem efeito mais rápido sobre o crescimento vegetal. É responsável pela cor verde escura das mesmas e, como promove o desenvolvimento do sistema radicular, melhora a absorção de outros nutrientes do solo. O nitrogênio faz parte da composição das proteínas de todas as plantas (MALAVOLTA, 1976).

O **fósforo** é absorvido pelas raízes principalmente como íon ortofosfato

(H_2PO_4^-). O fósforo é importante na formação do ATP (trifosfato de adenosina) que é a principal fonte energética da planta. Atua no transporte, armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no aumento das células e na transferência de informações genéticas. Sua deficiência resulta em menor crescimento da planta (MALAVOLTA, 1976).

O **enxofre** é exigido pelas plantas para a formação de aminoácidos e de proteínas, para a fotossíntese e para a resistência ao frio. É importante para a nodulação e desenvolvimento radicular. O enxofre é absorvido pelas raízes na forma de SO_4^{2-} .

3.3.3 Os micronutrientes

O comportamento dos micronutrientes no solo é influenciado pelas características do meio. Fatores ligados à textura e mineralogia dos solos, matéria orgânica, pH, condições de oxi-redução e interações entre nutrientes tornam mais complexa a dinâmica no solo e interferem na disponibilidade às plantas (REZENDE, 2005). Solos com baixos teores de argila, ácidos e com baixo teor de matéria orgânica são potencialmente deficientes em micronutrientes.

3.3.3.1 Ferro, manganês, cobre e zinco

- No solo

O ferro, o manganês, o cobre e o zinco em solução se apresentam na forma de cátions e são convertidos em formas insolúveis pela elevação do pH do solo. Além disso, Cu e Zn caracterizam-se por serem fortemente adsorvidos aos colóides inorgânicos do solo e por formarem complexos com a matéria orgânica. Já o Fe e Mn podem também passar para formas de diferentes solubilidades devido a processos de oxi-redução (RAJI; BATAGLIA, 1991).

Solos encharcados e ricos em matéria orgânica são pobres em ferro, manganês, zinco e cobre. O excesso de P acarreta conteúdos baixos não só de ferro,

mas também de manganês, cobre e zinco (MALAVOLTA, 1976).

Altos níveis de nitrogênio, ferro, zinco e alumínio podem reduzir a absorção do cobre.

- Na planta

O ferro age como catalisador na formação de clorofila e no transporte de oxigênio. O cobre é essencial à fotossíntese e atua na produção de clorofila e nos sistemas enzimáticos das plantas enquanto que o zinco é importante no processo do crescimento e desenvolvimento das plantas.

3.3.3.2 - Boro, cloro e molibdênio

- No solo

O Boro, o cloro e o molibdênio como BO^{-3}_3 , Cl^- , e MoO^{2-}_4 , respectivamente, por serem aniônicos são mais lixiviados, uma vez que não são facilmente adsorvidos aos colóides do solo (RESENDE, 2005).

O **boro** está presente em diversos minerais, usualmente na forma de boratos ou borossilicatos, embora poucos tenham importância como fonte de boro. Outros importantes minerais de boro são o bórax, a colmanita e a ulexita (RESENDE, 2005).

Cloretos de sódio, potássio, magnésio e cálcio (ex: halita, silvinita, carnalita, taquidrita) são os principais minerais de **cloro**, os quais se caracterizam pela elevada solubilidade e dificilmente permanecem como tais no solo (somente em condições de aridez) (RESENDE, 2005).

Em minerais, o molibdênio ocorre como sulfeto (molibdenita) ou na forma de óxidos (povelita e ferrimolibdita). A maior parte do molibdênio presente no solo está em formas oclusas, no interior de minerais primários e secundários. O intemperismo atua nesses minerais liberando íons molibdato, cuja solubilidade aumenta em condições alcalinas (RESENDE, 2005).

- Na planta

O **boro** é bastante imóvel na planta e importante no metabolismo do DNA (ácido desoxiribonucleico), RNA (ácido ribonucleico) e AIA (ácido indol acético). O sintoma de

sua deficiência é a morte do broto apical do ramo principal e a seguir dos ramos laterais.

O **cloro** é um micronutriente que não tem sido constatado a deficiência nas plantas, pois a quantidade no ar e no solo, tem sido suficientes para as plantas. O cloro é necessário para a decomposição fotoquímica da água liberando o oxigênio. Sendo pouco móvel sua deficiência irá aparecer nos órgãos mais novos das plantas.

O **molibdênio** é importante para a fixação biológica do nitrogênio no solo e nas transformações do mesmo nas plantas. As leguminosas e as brássicas (couve-flor, repolho e brócolis) são especialmente sensíveis à deficiência de molibdênio (MALAVOLTA, 1976).

3.4 CULTURA DO ABACAXI TRADICIONAL

Tendo em vista que o abacaxi é o principal cultivar que chama atenção para o desenvolvimento do presente estudo, e como será abordada a região para conhecer a sua importância como fruta e exigências nutricionais, entende-se ser pertinente seu conhecimento.

O abacaxi (*Ananás comosus L. Merril*) que pertencente à família das bromélias é uma fruta tropical e tem como seu maior produtor mundial a Tailândia, seguida pelo Brasil, que por sua vez tinha o estado de Minas Gerais como o maior produtor, mas foi ultrapassado em 2005 pelo Pará. A maior produção de abacaxi no Pará está em Floresta do Araguaia produzindo 4 toneladas de abacaxi por mês, responsável por 77% da produção nacional e exportando suco concentrado para EUA, Europa e os países do Mercosul (É DO PARÁ, 2006).

Sua polpa saborosa e ligeiramente ácida é rica em açúcares (75% do peso fresco), em sais minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cobre, iodo e ferro) e vitaminas (C, A, B₁, B₂, niacina), além de fibras e enzimas digestivas; 100 g de polpa contêm cerca de 45 calorias (CAMARGO, 1984).

O abacaxi ajuda a dissolver coágulos sangüíneos, reduz inflamações, acelera a cicatrização de tecidos e ajuda na digestão. É antiviral, antibacteriano e devido ao seu

alto teor de manganês previne a osteoporose e as fraturas ósseas (EPSTEIN, 1999), sendo o manganês catalisador em várias fases de síntese do tecido ósseo e cartilaginoso.

As principais variedades de abacaxi cultivadas no Brasil são a Pérola, Jupi, Smooth Cayenne e Amarelo ou Boituva (ALDRIGUE; LIMA,1988).

3.4.1 Características climáticas

O crescimento e o desenvolvimento do abacaxizeiro depende das condições climáticas. A temperatura ótima para o crescimento das raízes e das folhas está entre 22°C e 32°C, mais especificamente entre 29°C e 32°C (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999). Mas pode suportar até 40°C, porém acima dessa faixa ocorrem sérios problemas de queima nas folhas. A pluviosidade também tem papel importante para a cultura do abacaxi e um total de 1000 a 1500mm anuais satisfaz sua exigência (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999). Características climáticas de algumas regiões produtoras de abacaxi no mundo são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características climáticas de algumas regiões produtoras de abacaxi no mundo.

Localidade	Latitude	Altitude	Temperatura (C)			Média de chuva (mm)
			Max.	Mín.	Méd.	
Cingapura (Malásia)	1° 22' N	10	-	-	26,9	2880
Nyombe (Camarões)	4,5° N	70	-	-	-	3000
Buenos Aires (Costa Rica)	9° 10'N	-	32,0	19,0	23,0	3078
Arecibo (Porto Rico)	18° 23'N	15	-	-	25,3	2190
Wahiawa (Havai)	21° 20'N	200	20,0	14,3	22,6	1062
Assam (Índia)	30° 45'N	-	-	-	-	-
Thika (Quênia)	1° 1'S	1463	35,0	5,5	20,5	803
Coração de Maria (Bahia)	12° 22'S	220	-	-	24,0	1150
Itapemirim (Espírito Santo)	21° 1'S	16	36,0	16,0	26,0	1162
Rock Hampton (Australia)	23° 26'S	11	27,2	16,7	22,7	1002
Port Elizabeth (África do Sul)	33° 58'S	55	21,2	13,3	17,2	577
*Floresta do Araguaia (Pará)	07° 33'S	-	28,0	30,0	29,0	-

Adaptado de (CUNHA, CABRAL e SOUZA, 1999). * É do Pará (2006)

3.4.2 Características físicas do solo

O abacaxizeiro normalmente desenvolve um sistema radicular limitado e frágil que não alcança mais de 20 cm da superfície do solo, portanto só é capaz de absorver água e nutrientes nesta faixa do solo (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999).

Solos de textura média, com boa drenagem são os mais indicados para essa cultura. Solos arenosos são recomendados desde que se adote práticas de manejo que melhore a capacidade de retenção de água e nutrientes (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999).

A pesar da preferência por solos de textura média a arenosa, solos argilosos não devem ser excluídos desde que sejam observadas as exigências quanto à aeração e à drenagem, visto que a capacidade de retenção de água pelo solo não é determinada isoladamente pelo seu teor de argila, mas também pelos minerais presentes na fração argila, o teor de matéria orgânica e a estrutura do próprio solo (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999).

Segundo, os solos com alto teor de silte devem ser evitados para a cultura do abacaxi, devido a sua característica de compactação do solo e baixa estabilidade de agregados.

3.4.3 Características químicas do solo

O abacaxizeiro desenvolve-se melhor em solos ácidos, com faixa de pH de 4,5 a 5,5, porém é aceitável pequenas variações dependendo da variedade de abacaxi cultivado (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999).

A capacidade de retenção de cátions é uma característica do solo de influência marcante no processo de suprimento das necessidades nutricionais da planta, portanto em relação ao abacaxizeiro, a capacidade de troca catiônica do solo (CTC), que expressa o potencial de retenção de cátions como potássio, magnésio e cálcio, têm papel fundamental no desenvolvimento e na produção dessa fruta. A CTC do solo é basicamente influenciada pelo teor de argila, pelos minerais presentes nessa fração e pelo teor de matéria orgânica, e de maneira geral valores menores que $4\text{meq}/100\text{cm}^3$

de CTC são considerados baixos (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999).

Com relação ao balanceamento entre as bases trocáveis presentes no solo, (BOYER, 1978) estima como satisfatório para a maioria das espécies tropicais, uma relação de Ca/Mg que varie de 1,5 a 5,0, sugerindo, contudo, no caso do abacaxizeiro, a relação Ca/Mg mais adequada pode ser abaixo de 1 com teores de magnésio bem mais próximos dos de cálcio ou ligeiramente superior. Quanto à relação K/Mg no solo, para muitos cultivos tropicais e subtropicais, os valores ótimos situam-se entre 0,25 e 0,33 e nunca devem ser maiores que 1 (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999).

3.5 ABACAXI GIGANTE DE TARAUCÁ

O Estado do Acre e em especial a região situada entre Tarauacá e Feijó são conhecidas pela boa fertilidade de seus solos (BRASIL, 1976). Esta fertilidade é refletida no crescimento anormal de certos cultivares destacando o abacaxi que chega a pesar 15 Kg (COSTA, 1985; COSTA; COSTA, 1988). Recentemente, em festivais promovidos em Tarauacá, foram apresentados exemplares de abacaxi de até 15 Kg. É relevante ressaltar que a estes solos não é adicionado nenhum tipo de adubo ou corretivo, e que o cultivo desta fruta se faz em pequena escala, sendo comercializado nas pequenas feiras de Tarauacá. Estes frutos anômalos já foram inclusive notícia de programas rurais de televisão, em rede nacional. Fato interessante ainda é que os mesmos só atingem tal expressão nas proximidades de Tarauacá.

A experiência empírica dos agricultores da região revela um certo ritual que consiste primeiramente na identificação de um terreno com solos preferencialmente argilosos e em áreas altas de mata virgem, em seguida ocorre a derrubada da mata virgem e a plantação de milho. Após a colheita do milho o solo é preparado para a plantação do abacaxi, que normalmente ocorre no mês de novembro. Sem qualquer adição de adubos ou fertilizantes os cuidados com o terreno consiste apenas em limpezas periódicas (mês) para retirada do capim. É comum o consórcio de feijão e abacaxi. Decorridos aproximadamente 22 meses após o plantio, safras de

aproximadamente 2500 pés são colhidas e vendidas em feiras da cidade. Após a colheita os abacaxizeiros continuam se desenvolvendo e gerando novos frutos, resultando em uma nova safra conhecida como “soca”. Porém os frutos que se desenvolvem na soca alcançam apenas 4 Kg de peso. O agricultor então abandona essa área a procura de outra, para um novo plantio de abacaxi e só retorna à primeira após quatro anos. Mesmo quando se cultiva outra variedade de abacaxis, por exemplo, o “abacaxi roxo” nas áreas de plantação do gigante de Tarauacá esses atingem pesos de aproximadamente 6 kg.

Aldrigue e Lima (1988) consideram o abacaxi gigante de Tarauacá como nativo do município de Tarauacá e verificaram que suas características físico-químicas e químicas (sólidos, açúcares, pH, umidade, cinzas, lipídios, fibra bruta e pectina), são similares as dos abacaxis Smooth Cayenne e Pérola, concluindo que o abacaxi de Tarauacá possui ótimas qualidades tanto para consumo “in natura” como para a industrialização.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ATIVIDADE DE CAMPO E AMOSTRAGEM

As atividades de campo e de amostragem foram realizadas em três etapas:

A 1ª etapa aconteceu na época chuvosa, quando foram coletadas amostras de águas, sedimentos de fundo e suspensos em estações próximas às cidades de Tarauacá (rios Tarauacá e Muru); cidade de Feijó (rio Envira); cidade de Envira no estado do Amazonas (rios Tarauacá e Envira); e ainda no rio Jurupari próximo a sua desembocadura no rio Envira entre as cidades de Feijó e Envira (Figura 8).

Na 2ª etapa, época de estiagem, coletou-se apenas amostras de águas e suspensos nas estações próximas as cidades de Tarauacá (rios Tarauacá e Muru) e cidade de Feijó (rio Envira). Nesta etapa coletou-se também amostras de solo em estações entre as cidades de Tarauacá e Feijó ao longo da BR-364 e nos roçados de abacaxi “gigante de Tarauacá” do Sr João Cobra, localizados na Colônia Treze de Maio, município de Tarauacá. Neste roçado coletou-se também um exemplar deste abacaxi gigante (Figura 8).

Na 3ª etapa, realizada em julho de 2005, época de estiagem, foram coletadas amostras de solo da mesma plantação de abacaxi do Sr João Cobra, na Colônia Treze de Maio, e em solos de mata virgem nas proximidades dessa plantação e ainda em solos de plantação de abacaxi “roxo” do sítio Coração de Jesus localizado nos arredores da cidade de Feijó e pertencente ao casal Cláudio e Marli (Figura 8).

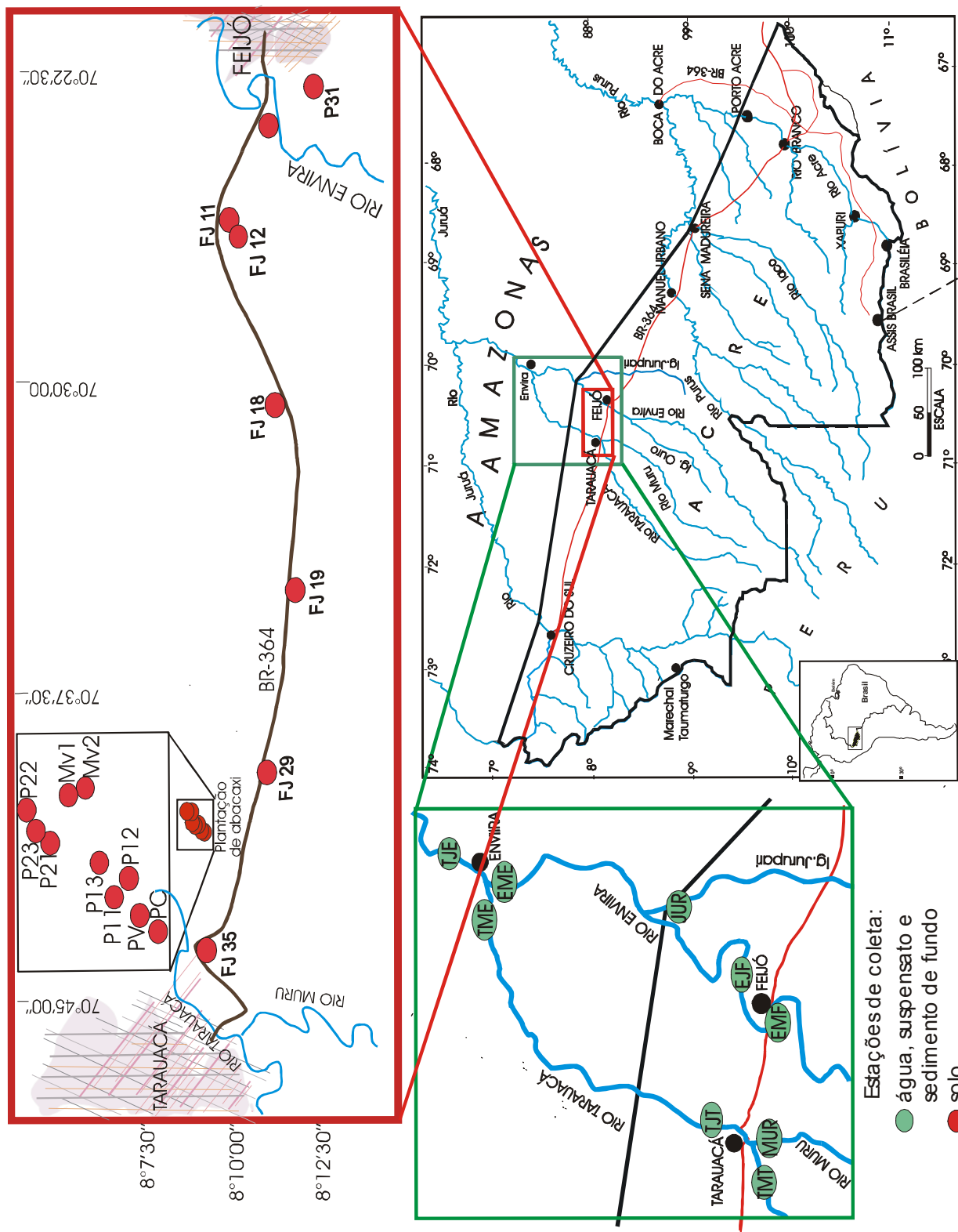


Figura 8 – Localização das estações de coleta de solo, abacaxi, água, sedimento de fundo e suspensão (suspensato).

4.1.1 Coleta de solo

As amostras de solo foram tomadas no roçado de cultivo de abacaxi; em áreas outrora cultivadas com abacaxi e na época abandonada e também solos de pasto; solos de mata virgem ao redor dos roçados; solos ao longo da BR-364 trecho Tarauacá-Feijó e ainda solos de Feijó cultivados com abacaxi roxo (Tabela 3).

Estas foram coletadas nos intervalos de 0-10cm e 10-20cm de profundidades com auxílio de trado manual. Cada amostra pesou aproximadamente 1kg, e foi armazenada em saco plástico. A cor do solo foi medida com auxílio de carta de Munsell.

Tabela 3 - Relação das amostras de solo coletadas.

Etapa	Amostras	Coordenadas geográficas das estações	Toponímia	Quantidade de amostras
Solos (etapa 2)	P11	08° 08' 53,2" 70° 40' 26,4"	Roçado do Sr João Cobra na Colônia Treze de Maio no Município de Tarauacá	14
	P12	08° 08' 54,1" 70° 40' 26,3"		
	P13	08° 08' 52,4" 70° 40' 26,1"		
	P21	08° 08' 51,5" 70° 40' 19,7"		
	P22	08° 08' 50,2" 70° 40' 19,3"		
	PV	8° 08' 54,4" 70° 40' 27,5"	Roçado do Sr. João Cobra outrora cultivado e no momento abandonado.	
	PC	08° 08' 56,8" 70° 40' 36,5"	Solo de pasto próximo ao roçado do Sr. João Cobra	
	FJ07	08° 09' 49,8" 70° 23' 25,1"	Ao longo da BR-364 no trecho Tarauacá-Feijó	14
	FJ11	08° 09' 33,5" 70° 26' 23,6"		
	FJ12	08° 09' 30,7" 70° 26' 23,6"		
	FJ18	08° 11' 02,8" 70° 30' 23,5"		
	FJ19	08° 11' 14,3" 70° 35' 24,6"		
	FJ29	08° 10' 23,8" 70° 40' 03,2"		
FJ35	08° 09' 49,8" 70° 23' 25,1"			
Solos (etapa 3)	P23	08° 08' 51,4" 70° 40' 19,5"	Roçado do Sr. João Cobra	2
	MV1	08° 8' 52,1" 70° 40' 18,5"	Mata virgem nas proximidades do roçado do Sr. João Cobra	4
	MV2	08° 8' 52,4" 70° 40' 18,3"		
	P31	08° 13' 52,3" 70° 22' 55,3"	Solo de roçado de abacaxi roxo no Sítio Coração de Jesus nos arredores da cidade de Feijó	2
Total de amostras				36

4.1.2 Coleta do exemplar de abacaxi “gigante de Tarauacá”

O exemplar de abacaxi “gigante de Tarauacá” (Figura 9a) coletado na 2ª etapa teve sua coroa descartada e então feitas as medidas de circunferência e massa. Em seguida foi lavado com água deionizada e descascado, sendo as cascas armazenadas. O exemplar foi então cortado e separado em polpa e miolo referentes à circunferência maior e menor do abacaxi, resultando em seis alíquotas distintas do “abacaxi gigante”, as quais foram armazenadas em sacos plásticos (Figura 9b, 9c e 9d) e mantidos sob refrigeração.



Figura 9 - Exemplar do abacaxi gigante de Tarauacá analisado neste trabalho: (a) visto no roçado; (b) distinção das circunferências maior (MA) e menor (ME) do abacaxi; (c) secção transversa mostrando polpa e miolo; (d): alíquotas de miolo (d.1), polpa (d.2) e casca (d.3) armazenados em sacos plásticos.

4.1.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE ÁGUA, SUSPENSATO E SEDIMENTO DE FUNDO

As amostras de água foram coletadas em garrafas de polietileno com volume total de 10 litros. Estas, previamente ambientalizadas, foram submersas a aproximadamente 15 centímetros da superfície da lâmina d'água e então completadas com água do ambiente amostrado. Em seguida foram levadas à base de apoio de cada localidade para tratamento e análise.

Na base de apoio um volume de aproximadamente 400 mL de cada amostra de água foi filtrado em membrana branca em éster de celulose, de 0,45 µm de poro e 47mm de diâmetro da marca Millipore. A filtração contou com o apoio de uma bomba de vácuo motorizada. Depois de filtradas as amostras de água foram acondicionadas em duplicadas em frascos de polietileno previamente acidificados com H₂SO₄ supra-puro, armazenadas sob resfriamento e transportadas aos laboratórios.

As membranas juntamente com o material retido (filtrado) foram acondicionados em frascos cônicos, armazenados sob resfriamento e transportadas aos laboratórios. A quantidade de membrana e de água utilizada na filtração foi registrada na caderneta de campo para análise química do material retido nas membranas.

Obteve-se também material em suspensão a partir de sua floculação. Para promover essa floculação foram adicionados 10mL de sulfato de alumínio em aproximadamente 4,5L de água coletada. O floculado (suspensato) foi obtido com a evacuação da água sobrenadante. Os suspensatos foram acondicionados em frascos cônicos (Figura 10).



Figura 10 - Sedimentos em suspensão (suspensatos) em frascos cônicos após floculação com sulfato de alumínio.

As amostras de sedimentos de fundo foram coletadas com auxílio de uma amostrador de van Veen (Figura 11), e acondicionadas em sacos plásticos.



Figura 11- Amostrador de van Veen com amostra de sedimento de fundo coletada no rio Envira.

As estações de coleta e quantidade de amostras de em cada estação para água, sedimento de fundo e material em suspensão estão indicadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Estações de coleta de água, sedimento de fundo e material em suspensão (suspensato).

Pontos de amostragem		Coordenadas geográficas		Toponímia	Quantidade de amostras por etapa (1ª/ 2ª)		
Etapa 1 Março/2004	Etapa 2 Julho /2004				Sedimento de fundo	Água	Material em suspensão
TJE		7° 25' 26"	70° 01' 18"	Rio Tarauacá à jusante da cidade de Envira	1/0	1/0	1/0
TME		7° 29' 47"	70° 04' 12"	Rio Tarauacá à montante da cidade de Envira	1/0	1/0	1/0
JUR		7° 51' 55"	70° 03' 20"	Desembocadura do rio Jurupari com rio Envira	1/0	1/0	1/0
EME		7° 30' 09"	70° 03' 49"	Desembocadura do rio Envira com o rio Tarauacá	1/0	1/0	1/0
EJF	EJF	8° 09' 15"	70° 21' 20"	Rio Envira à jusante da cidade de Feijó	1/0	1/1	1/1
EMF	EMF	8° 10' 06"	70° 23' 27"	Rio Envira à montante da cidade de Feijó	1/0	1/1	1/1
TJT	TJT	8° 09' 13"	70° 44' 59"	Rio Tarauacá à jusante da cidade de Tarauacá	1/0	1/1	1/1
TMT	TMT	8° 10' 16"	70° 46' 09"	Rio Tarauacá à montante da cidade de Tarauacá	1/0	1/1	1/1
MUR	MUR	8° 10' 19"	70° 45' 4"	Desembocadura do rio Muru com o rio Tarauacá	1/0	1/1	1/1

T: Tarauacá; J: jusante; E: Envira; M: montante; F: Feijó; MUR: Muru.

4.2 PARÂMETROS DETERMINADOS EM CAMPO

Os parâmetros como pH, condutividade elétrica, temperatura e sólidos totais dissolvidos (STD) foram medidos in situ utilizando potenciômetro portátil marca Hanna, modelo HI991300. Oxigênio dissolvido foi medido com potenciômetro portátil da marca Hanna modelo HI9142 (Figura 12).



Figura 12 - Potenciômetros portáteis utilizados in situ.

Na base de apoio pode-se determinar em espectrofotômetro portátil HACH DR 2000 (Figura 13) a cor, turbidez, sólidos totais solúveis (STS), fluoreto, cloreto, nitrito, nitrato, amônia, fosfato, sulfato e brometo (Tabela 5).



Figura 13 - Espectrofotômetro portátil HACH DR 2000 sendo usado na base de apoio.

Tabela 5 – Parâmetros analisados no HACH DR 2000 e seus respectivos métodos.

Parâmetros	Métodos
STS	Fotométrico
Turbidez	Absortividade
Cloreto	Mercúrio tiocianato
Sulfato	Sulfa Ver 4- USEPA
Fosfato	Phos Ver 3 (ácido ascórbico)- USEPA
Nitrato	Redução de cádmio
Nitrito	Diazonização USEPA
Amônia	Nessler - USEPA

USEPA, 2000 - United Environment Protection Agency

4.3 MÉTODOS ANALÍTICOS

4.3.1 Separação granulométrica em solos e sedimento de fundo

Consistiu na separação granulométrica das frações areia grossa, areia fina, silte e argila, onde utilizou-se um conjunto de peneiras com granulometria de 0,25 e 0,062 mm. Quanto a separação de silte e argila de granulometria $< 0,062\text{mm}$, foi utilizado o método de pipetagem e a quantidade de argila foi encontrada diminuindo do peso inicial da amostra o peso do material (silte) sedimentado no fundo do tubo da centrífuga.

4.3.2 Análises mineralógicas por difração de raios-x (DRX) em solos, sedimentos de fundo e suspensatos

Este método foi empregado para identificação mineralógica em solos, sedimentos de fundo e suspensatos (Tabela 6). Utilizou-se um difratômetro Philips PW 3710 com anodo de cobre ($\text{Cu}\alpha = 1,54060\text{Å}$), fendas de 1° , 40 mA de corrente e 45 kV de tensão do feixe. Os registros foram obtidos no intervalo de 5° a 65° com leituras de

2 θ para fração total, e no intervalo 3° a 36° para amostras de argilo-minerais. A identificação dos minerais foi feita com auxílio do software APD (PHILIPS) e o Minerva, com banco de dados do ICDD - International Center for Diffraction Data, e ainda comparação entre os difratogramas dos três tipos de lâminas com auxílio da literatura (MOORE; REYNOLDS, 1989).

Os minerais de argila foram caracterizadas através de lâminas orientadas e submetidas a ambiente de glicol e aquecidas e corridas em DRX. A determinação semiquantitativa dos argilominerais foi feita com base no método de Gomes (1988), onde o percentual de cada fase foi calculado pela área do pico da reflexão basal, dividido pelos respectivos poderes refletoras. Os quocientes obtidos foram convertidos em percentuais relativos considerando sua soma igual a 100 %.

As frações foram obtidas da separação granulométrica foram pesadas e em seguida construídos histogramas e respectivas curvas acumuladas, representando cada uma das 36 amostras.

Tabela 6 - Procedimentos analíticos empregados nas amostras de solo, sedimentos de fundo e suspensatos.

Procedimento Analítico	Material	Método	Instituição/Local
Análise granulométrica	Solo, sedimento de fundo	Peneiramento e método da Pipeta	MPEG/PA
Análise mineralógica: amostra total	Solo, sedimento de fundo e suspensato	Difração de raios x- Método do Pó	CG/UFPA
Caracterização dos argilominerais	Solo, sedimento de fundo e suspensato	Difração de raios x- Lâminas orientadas, glicoladas e aquecidas	CG/UFPA

MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi –Laboratório de Solos

UFPA – Universidade Federal do Pará – Laboratório do centro de Geociências

CG – Centro de Geociências

4.3.3 Composição química total

As análises químicas de “amostra total” de solo e sedimento de fundo, pulverizadas em gral de ágata, foi realizada no Actlabs Laboratories – Ltd, no Canadá (Tabela 6). A abertura total consistiu de fusão com metaborato/tetraborato de lítio e solubilização ácida. A determinação foi feita por espectrometria de massa, com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS).

4.3.4 Cálculo estequiométrico da abundância dos minerais

As concentrações semiquantitativas dos principais minerais identificados por difração de raios-x (DRX) foram construídas usando a composição química dos solos da região Feijó-Tarauacá. Com base nos difratogramas sete minerais foram considerados:

Nontronita: $Mg_{\leq 0,3}Fe_2(Si_{4-y}, Al_y)O_{10}(OH)_2.n(H_2O)$

Albita: $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$

Montmorilonita: $Ca_{\leq 0,3}(Al_{2-x}Mg_x)(Si_{4-y}, Al_y)O_{10}(OH)_2.n(H_2O)$

Illita: $K_{<1}(Mg_xAl_y)(Si_{4-z}, Al_z)O_{10}(OH)_2$

Microclínio: $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$

Caulinita: $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$

Quartzo: SiO_2

Para se obter uma ordem de determinação dos minerais e calcular suas relativas proporções foram estabelecidas as seguintes considerações:

-Como não foi possível identificar nenhum outro mineral de Fe em proporções consideráveis, admitiu-se que o total de Fe esteja contido nas esmectitas, admitindo a existência de montmorilonita e nontronita.

-Considerando que os teores de Ca e Na são pequenos, admitiu-se que os dois estejam nas estruturas das esmectitas, na posição lamelar.

- O resíduo de Ca e Na corresponderam respectivamente aos minerais calcita e albita.

-O Mg remanescente, após os cálculos da nontronita, montmorilonita e albita, foi usado para calcular a porcentagem de illita.

-A porcentagem de microclínio foi determinada com a sobra do K da illita, e a porcentagem de caulinita a partir da sobra de Al. Em seguida a sobra de Si correspondeu à porcentagem de quartzo.

4.3.5 Análise química das amostras de suspensato (filtrado)

As amostras de suspensato (filtrado) obtidas pela filtração das amostras de águas foram enviadas ao laboratório comercial Astratom Pesquisas e Análises Ltda./ Brasil (tabela 7), onde foram submetidas à análise através da técnica de espectrometria de massa por plasma acoplado induzido (ICP-MS), equipamento modelo UltraMass 700 – marca Varian, onde se utilizou metodologia de análise de acordo com EPA-3051.

4.3.6 Análise química de água

As amostras de água foram analisadas através de espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), em equipamento modelo UltraMass 700 – Marca Varian, na Astraton com metodologia de análise de acordo com “Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 20ª Edição” e os elementos analisados estão indicados na Tabela 7.

4.3.7 Análises químicas do abacaxi gigante de Tarauacá

Alíquotas de 5g de abacaxi (casca, polpa e miolo) foram pesadas em cadinho de platina previamente pesado, e incineradas a uma temperatura de 550°C durante 6 horas. As cinzas foram então pesadas e solubilizadas em solução de HNO₃/HCl (2/1). A solução foi então aquecida para uma melhor solubilização, filtrada para eliminação da sílica e transferida a balão de 50mL. Os teores dos elementos Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn foram determinados através de espectrometria de absorção atômica, utilizando-se de um espectrômetro marca Peckin Elmer, modelo 3300, e os do fósforo foram determinados através do método colorimétrico, usando como complexante o azul de molibdênio em espectrofotômetro marca Beckman, modelo DU-6 (Tabela 7).

4.3.8 Determinação dos índices de fertilidade dos solos e sedimentos de fundo

Os valores de pH foram determinados potenciométricamente em suspensões de terra fina seca ao ar (TFSA) em água (pH_{água}) e em solução de KCl 1N (pH_{KCl}) na proporção solo-água e solo-solução 1:25 (EMBRAPA, 1997). Os valores de pH foram utilizados para estimar o balanço de cargas (Δ pH), conforme a equação:

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$$

Os elementos disponíveis P, K, Na, Fe, Mn, Cu e Zn foram extraídos mediante a adição de 100mL de solução extratora Mehlich 1 (HCl 0,05M + H₂SO₄ 0,0125M) em 10g de TFSA, agitação por 5 minutos em agitador horizontal circular e decantação durante uma noite. Fe, Mn, Cu e Zn foram determinados por absorção atômica; K⁺ e Na⁺, por fotometria de emissão de chama e o P foi determinado em espectrofotômetro pelo método do azul de molibdênio (Tabela 7).

Ca, Mg e Al foram extraídos mediante a adição de 100mL de solução de KCl 1M em 10g de amostra, agitação por 5 minutos e decantação durante uma noite. Após obtenção do extrato Ca e Mg foram determinados por espectrometria de absorção

atômica e o alumínio foi determinado por titulação com solução de NaOH 0,025 M, usando fenolftaleína como indicador em 25ml do extrato. Para a determinação de acidez potencial (Al+ H) foi adicionado 75ml de solução de acetato de cálcio 0,5 M no pH 7,1-7,2, em 5g de solo, com agitação por 15 minutos, decantação durante uma noite e posterior titulação de solução de NaOH 0,025 M, usando fenolftaleína como indicador em 25ml do extrato.

Com as determinações de K, Na, Ca, Mg, Al, (Al + H) outros índices de fertilidade puderam ser calculados para as amostras de solos:

Soma de bases (SB= $K^+ + Na^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}$)

Capacidade de troca de cátion (CTC= SB+ Al)

Saturação por base (V%= (SBx100)/CTC)

Para a determinação de carbono orgânico foi pesado em erlenmeyer de 250mL 1g de solo com posterior adição de 10mL de dicromato de potássio 1N e 10mL de ácido sulfúrico concentrado. Após o resfriamento foi adicionado 3mL de ácido fosfórico concentrado e 50mL de água, em seguida foi titulado com sulfato ferroso amoniacal até o aparecimento da cor verde brilhante.

Depois de calculado o teor de carbono orgânico (CO) em porcentagem calculou-se a % de matéria orgânica (MO) de acordo com a equação:

M.O.= 1,721%C.O.

4.4 DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL

4.4.1 Para solos, sedimento de fundo e abacaxi gigante

As amostras de solo foram secas e passadas em peneira de 62 μ m para obtenção da fração fina. As alíquotas de abacaxi foram liofilizadas no Laboratório de Química do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e transportadas para Laboratório de Toxicologia do Instituto Evandro Chagas em Belém (Tabela 7).

Alíquotas de 0,5g das amostras foram digeridas em balão volumétrico de 50 mL com uma mistura de HNO₃ e HClO₄ (1:1), H₂SO₄ concentrado e H₂O, em chapa aquecedora e a uma temperatura de 220 °C, por 20 minutos. Após o resfriamento os balões foram aferidos com água Milli-Q.

O mercúrio foi determinado segundo o método de Akagi e Nishimura (1990) em espectrofotômetro de absorção atômica com geração de vapor a frio (EAA-VF/G), modelo *Automatic Mercury Analyze* Hg-3500, fabricante K.K. SANSO S.L.K. (Tabela 7). Utilizou-se uma solução redutora de cloreto de estanho (10%) em meio básico (NaOH 5N) para promover a oxidação do mercúrio para Hg²⁺. O limite de detecção foi de 1 ng/g de Hg (massa absoluta).

Todas as amostras foram analisadas em duplicatas em comparação com uma curva de calibração de soluções padrões de 0,0; 0,2; 0,4; 0,8; ng/mL.

Tabela 7 - Sumário dos métodos analíticos químicos utilizados neste estudo.

Matriz	Elementos analisados	Método	Laboratórios
Solo e sedimento de fundo	Química total: SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO, Na ₂ O, MgO, K ₂ O, TiO ₂ , P ₂ O ₅ , MnO, Ba, Mo, Sr, Zr, Cr, V, Rb, Zn, Ni, Cu, Co, Y, Nb, Sc, Ga, Sn, Ag, Cs, As, Ge, Be, W, Bi, Pb, Sb, In, e Terras Raras.	ICP-MS (Fusão alcalina com tetraborato de lítio e digestão ácida)	Actlabs/ Canadá
Solo e abacaxi	Hg	EAA-VF	IEC/PA
Solo e sedimento de fundo	Biodisponibilidade de elementos: Ca ²⁺ , Mg ²⁺ P Fe, Mn, Cu, Zn K ⁺ , Na ⁺	KCl / EAA; Melich I/ Espectrofotometria Melich I/ EAA Melich I/fotometria de chama	MPEG/PA
Solo	Al ³⁺ (Al + H)	Melich 1/volumetria Acetato de cálcio/ volumetria	MPEG/PA
Abacaxi	Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu, Zn, P	EAA (fusão ácida com HCl e HNO ₃)	CG/UFGA
Filtrado	Química parcial: Al, Fe, Mg, Na, K, Mn, Ti, Ba, B, Sr, Sn, Zn, Sb, Cu, Cd, Ce, Cs, Li, Pb, Rb, U, As, Se, Hg	ICP-MS (água régia) EPA-3051	Astratom/ São Paulo
Água	Al, Fe, Mg, K, Na, Mn, Ba, Sr, Rb, Zn, Cu, Cs, As, U, Sb, Se, Hg, Cd, Pb, B, Ce, I, Li.	ICP-MS	Astratom/ São Paulo

Actlabs – Activation Laboratórios Ltd/Canadá.

Astratom Pesquisas e Análises Ltda./ Brasil.

UFGA – Universidade Federal do Pará – Laboratório do centro de Geociências.

IEC- Instituto Evandro Chagas - Laboratório de Toxicologia do Setor de Meio Ambiente - SAMAM/IEC -Belém - PA.

5 RESULTADOS

5.1 SOLOS

5.1.1 Descrição

Os solos da região Feijó-Tarauacá normalmente são pouco desenvolvidos, rasos com no máximo 20cm de espessura. Em geral o horizonte A alcança de 10 a 15cm de profundidade (Figuras 14 e 15) e a distinção dos horizontes B e C e rocha não é tão nítida. Os solos de roçado tanto em Tarauacá como em Feijó e os solos de mata virgem são mais desenvolvidos que os solos ao longo da BR-364, que estão sob efeito de intensa atividade pecuária, relacionada com uma possível perda da camada mais superficial desses solos, por lixiviação quando da retirada da mata virgem para formação de pasto e seu uso contínuo.

Na profundidade de 0-10cm é freqüente a presença de raízes finas na maioria dos solos, que se tornam mais raras na profundidade de 10-20cm. Apenas os solos de mata virgem apresentam raízes mais grossas nos dois intervalos de profundidade.

A textura silto-argilosa é dominante em todas as amostras com exceção da amostra FJ-35 (ao longo da BR-364) que apresenta textura mais arenosa.

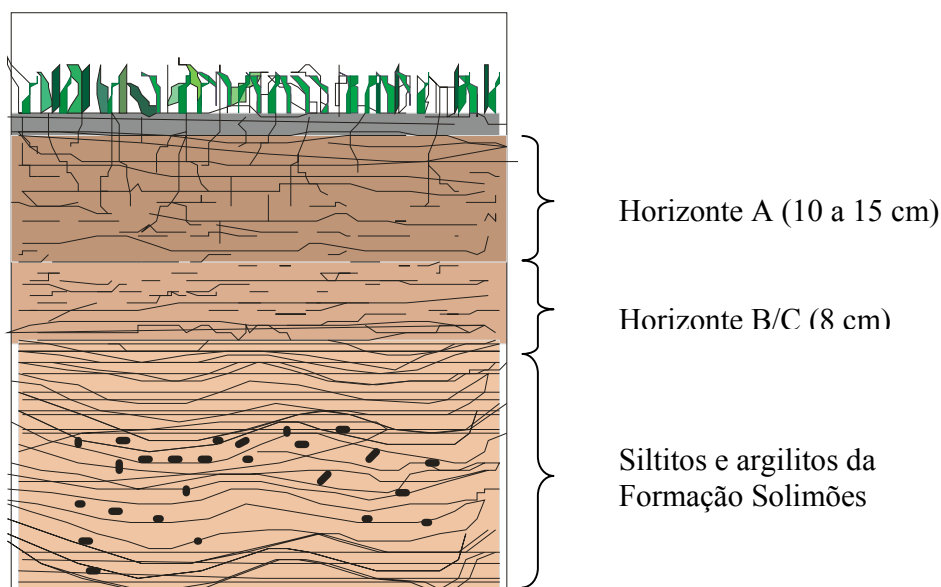


Figura 14 – representação do perfil dos solos de roçado da região Feijó-Tarauacá.

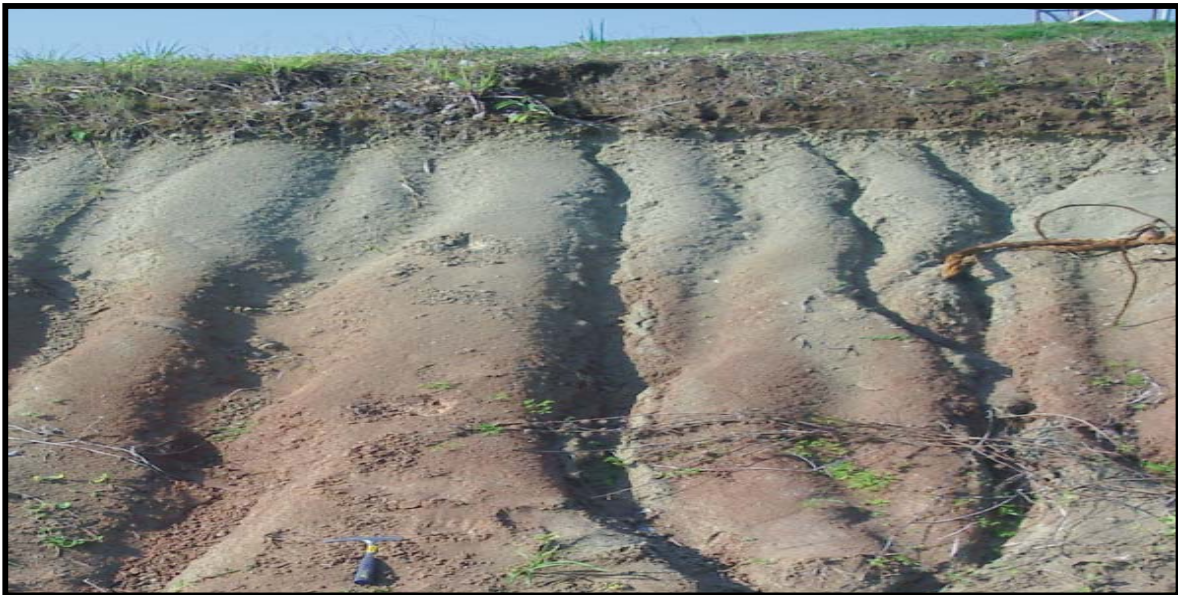


Figura 15 - Porção de sedimentos argilosos marrons a cinza sobrepostos por siltitos estratificados, plano paralelos, sub-horizontais sobre os quais desenvolveram-se solos incipientes, em grande parte lixiviados pelo uso intensivo como pastagem. Rodovia BR-364, trecho Feijó-Tarauacá.

A cor das amostras de solo, tanto na profundidade de 0-10cm como na de 10-20cm, variou nas tonalidades claras de marrom, sendo dominante a 2,5YR (Tabela 8).

Tabela 8 - Coloração dos solos medida com auxílio de carta de Munsell em amostras úmidas.

Solo 0-10cm	Cor (carta de Munsell)		Solo 10-20cm	Cor (carta de Munsell)	
	Dominante	Variação		Dominante	Variação
F35	2,5Y 3/1		F35	5Y 6/1	
PC	2,5Y 5/3	2,5Y 4/1	PC	2,5Y 6/4	
PV	10YR 4/2	10YR 2/1	PV	10YR 5/4	10YR 3/1
P11	2,5Y 5/3		P11	2,5Y 6/4	
P21	7,5YR 5/4		P21	7,5YR 5/4	
F29	2,5YR 4/4		F29	7,5 YR 4/6	
F18	2,5YR 7/1		F18	2,5YR 4/4	
F12	2,5YR 4/4		F12	2,5YR 4/3	
F11	5YR 4/2		F11	5YR 3/2	
F7	2,5YR 5/6		F7	2,5YR 5/8	

5.1.2 Aspectos granulométricos

Os solos da região Feijó-Tarauacá nos intervalos de profundidade de 0-10cm e 10-20cm são constituídos predominantemente de silte e argila. O conteúdo de silte varia em média de 24 a 64% e o de argila de 18 a 57%. Areia fina domina em apenas 3 amostras, em geral seu conteúdo varia desde 1,40 na amostra FJ-19 até 52% na FJ-35 (Figuras 16 e 17).

Segundo as variações das proporções granulométricas no intervalo de 0-10cm pode se distinguir 3 agrupamentos principais (Tabela 9 e Figuras 18 a 20):

1. Solos silto-argilosos com areia - A porcentagem de areia fina varia de 4 a 20%; esses solos correspondem às áreas onde se desenvolvem os cultivos de abacaxi gigante em Tarauacá, o pasto próximo a esses cultivos e a amostra FJ18 ao longo da BR-364.
2. Solos areno-silto-argilosos - Contêm de 21 a 53% de areia fina e estão situados na mata virgem, no roçado de abacaxi roxo em Feijó e na maioria dos solos ao longo da BR-364.
3. Solos silto-argilosos pobres em areia – Com no máximo de 4 % de areia finas são solos (amostras FJ-7 e FJ-19) situados ao longo da BR-364 e sobre os quais não se cultiva abacaxi.

Tabela 9 - Distribuição das amostras segundo os três agrupamentos de solos (0-10cm) da região Feijó-Tarauacá com base nas variações granulométricas.

Variação das frações granulométricas (%)	1					2				3	
	Silto-argiloso com areia					Areno-silto-argiloso				silto-argiloso	
	PC	PV	P11	P12	P13	MV1	MV2	FJ29	P3	FJ19	FJ07
	P21	P22	P23	FJ18	FJ35	FJ12	FJ11				
Areia grossa	0,3 - 3,0					0,45 - 12,0				0,63 - 4,0	
Areia fina	4,0 - 20,0					21,0 - 60,0				1,43 - 4,0	
Silte	39,0 - 52,0					20,0 - 50,0				34,5 - 64,0	
Argila	35,0 - 52,0					15,0 - 40,0				34,1 - 57,0	

Segundo as mesmas variações das proporções granulométricas utilizadas para agrupar os solos no intervalo de 0-10cm de profundidade, foram agrupados os solos no intervalo de 10-20cm, sendo que as amostras permaneceram em seus respectivos agrupamentos em relação ao intervalo de 0-10cm, com exceção da amostra FJ-18 que passa a fazer parte do agrupamento 2 (Tabela 10 e figura 21 a 23):

Tabela 10 - Distribuição das amostras segundo os três agrupamentos de solos (10-20cm) da região Feijó-Tarauacá com base nas variações granulométricas.

Variação das frações granulométricas (%)	1				2				3	
	Silto-argiloso com areia				Areno-silto-argiloso				silto-argiloso	
	PC P13	PV P21	P11 P22	P12 P23	MV1 FJ35	MV2 FJ12	FJ29 FJ11	P3 FJ18	FJ19	FJ07
Areia grossa	0,3 - 3,0				0,45 - 12,0				0,63 - 4,0	
Areia fina	4,0 - 20,0				21,0 - 60,0				1,43 - 4,0	
Silte	39,0 - 52,0				20,0 - 50,0				34,5 - 64,0	
Argila	35,0 - 52,0				15,0 - 40,0				34,1 - 57,0	

O conteúdo de argila (35 a 60%) presente nos solos de cultivo de abacaxi gigante de Tarauacá em Tarauacá (amostras P11, P12, P13, P21, P22 e P23), solo de pasto próximo a esses cultivos (amostra PC), de roçados abandonados de cultivo de abacaxi gigante de Tarauacá (amostra PV) e ainda nos solos ao longo da BR-364 (amostras FJ-29 e FJ18), no intervalo de 0-10 e 10-20cm, permite que esses sejam classificados como solos argilosos de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (1999). Pode ainda ser inserido nessa categoria o solo FJ07 no intervalo de 0-10cm, que se localiza ao longo da BR-364.

De 0-10 e 10-20cm de profundidade os solos de mata virgem (amostras MV1 e MV2) e o solo onde se cultiva abacaxi roxo em Feijó, assim como o solo da ao longo da Br-364 (amostra FJ-35) no intervalo de 0-10cm contêm porcentagens de argila menor que 35 e de areia maior que 15, portanto, se enquadram na classificação de solos de textura média, também de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (1999).

Avaliando apenas a granulometria, os solos cultivados com abacaxi em Tarauacá não seriam os mais indicados para o cultivo dessa fruta, visto que solos de textura média ou arenosa são os mais apropriados para tal (CUNHA; CABRAL; SOUZA, 1999). Apesar da composição silto-argilosa esses solos se encontram em áreas elevadas, o que contribui para melhorar a drenagem, que é fator que favorece o bom desenvolvimento do cultivo de abacaxi.

A granulometria siltosa da amostra FJ19 e muito argilosa da amostra FJ7 tendem a conferir aos solos facilidade de compactação e baixa estabilidade de agregados, portanto devem ser evitados para o cultivo de abacaxi.

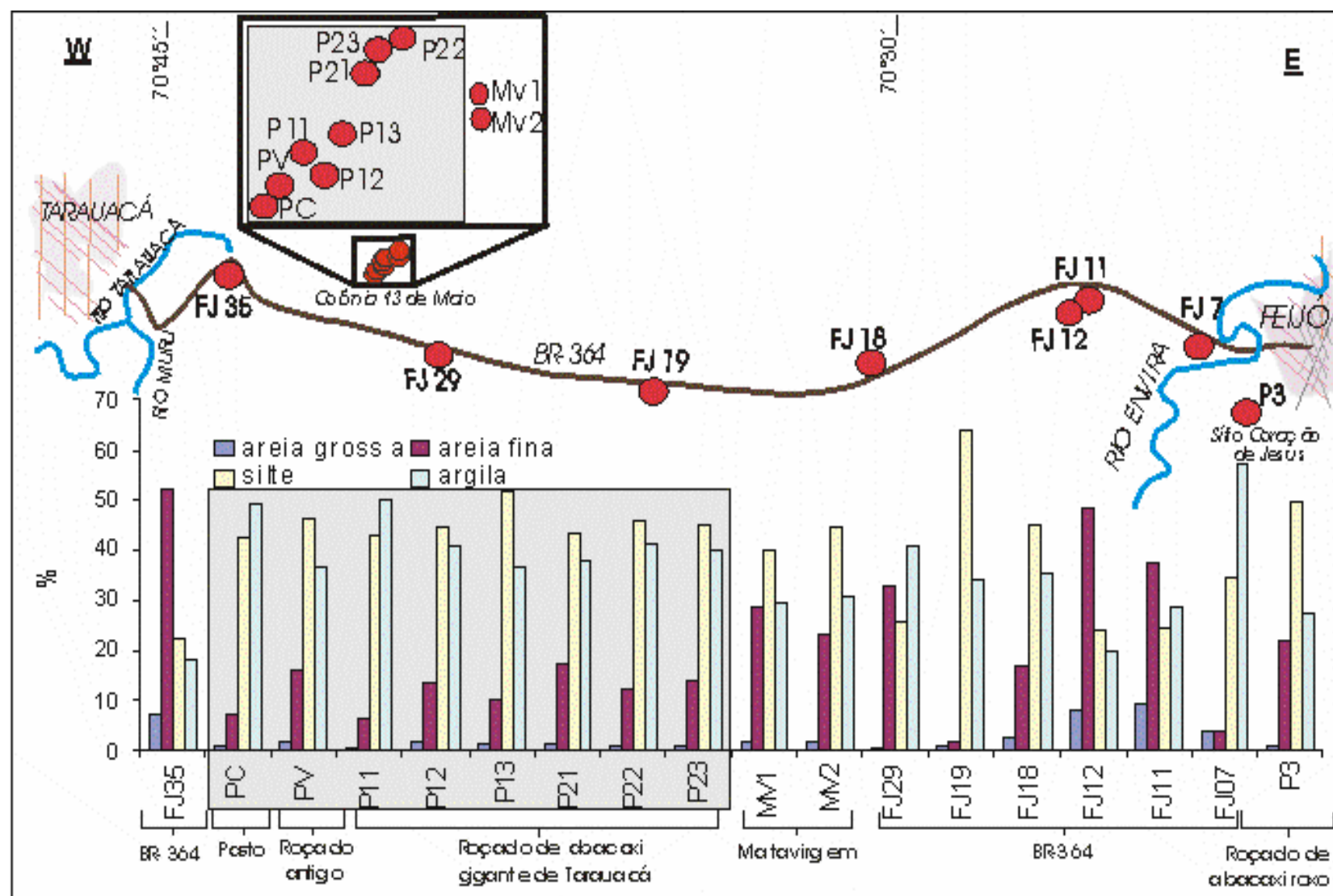


Figura 16 - Distribuição granulométrica dos solos a longo da BR-364 trecho Feijó-Tarauacá; solos de roçada de abacaxi "Gigante de Tarauacá" (em destaque); solos de pasto e de mata virgem em Tarauacá; e solos de roçada de abacaxi roxo em Feijó. Profundidade de 0-10cm.

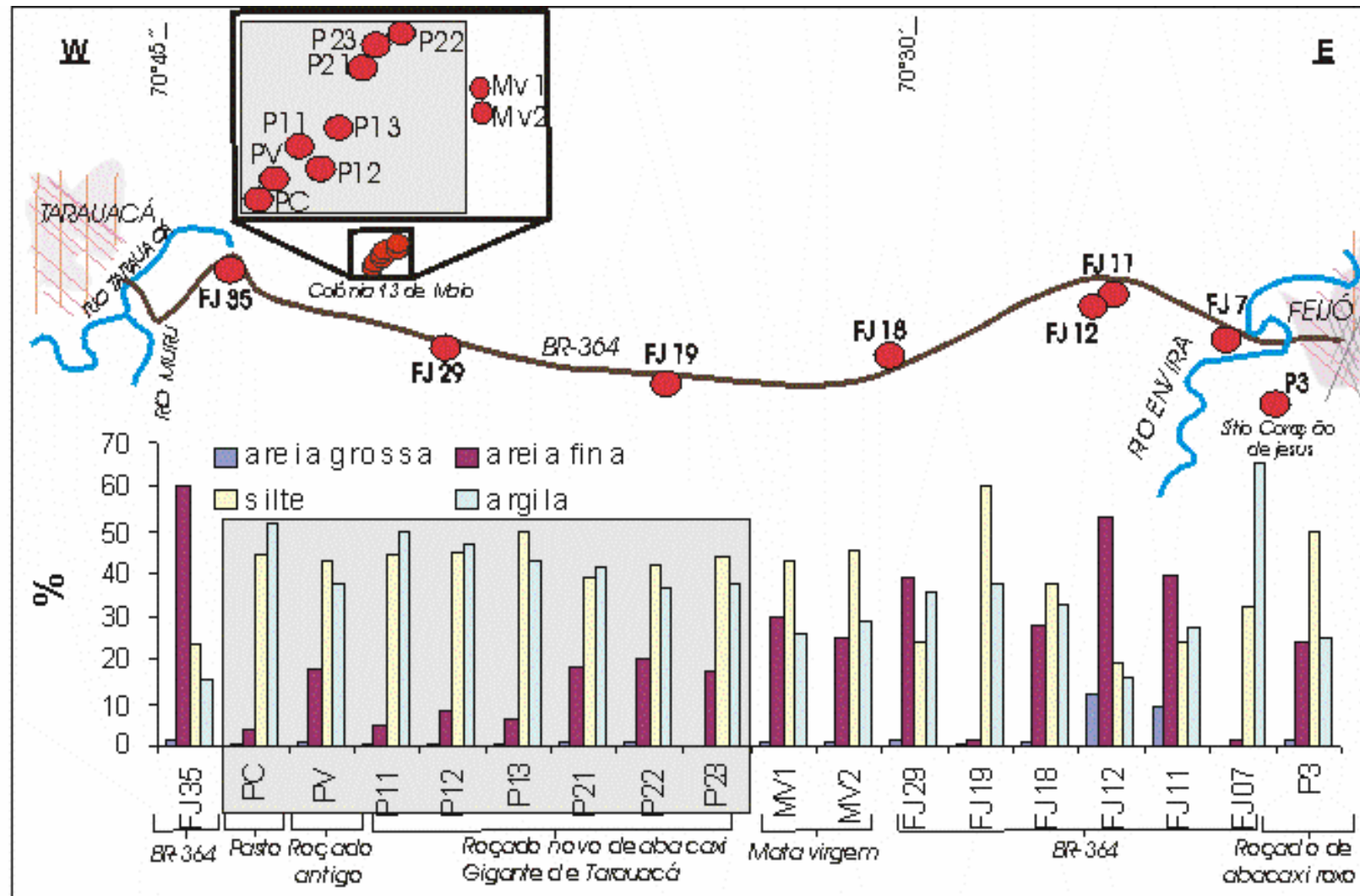


Figura 17 - Distribuição granulométrica dos solos ao longo da BR-364, trecho Feijó-Tarauacá; solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá" (em destaque); solos de pasto e de mata virgem em Tarauacá; e solos de roçado de abacaxi roxo em Feijó. Profundidade de 10-20cm.

As porcentagens acumulativas granulométricas das 18 amostras de solo da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm estão representadas na Figura 18, e demonstra uma tendência à distribuição apenas unimodal em todas as amostras, com predominância de silte e argila sobre areia fina.

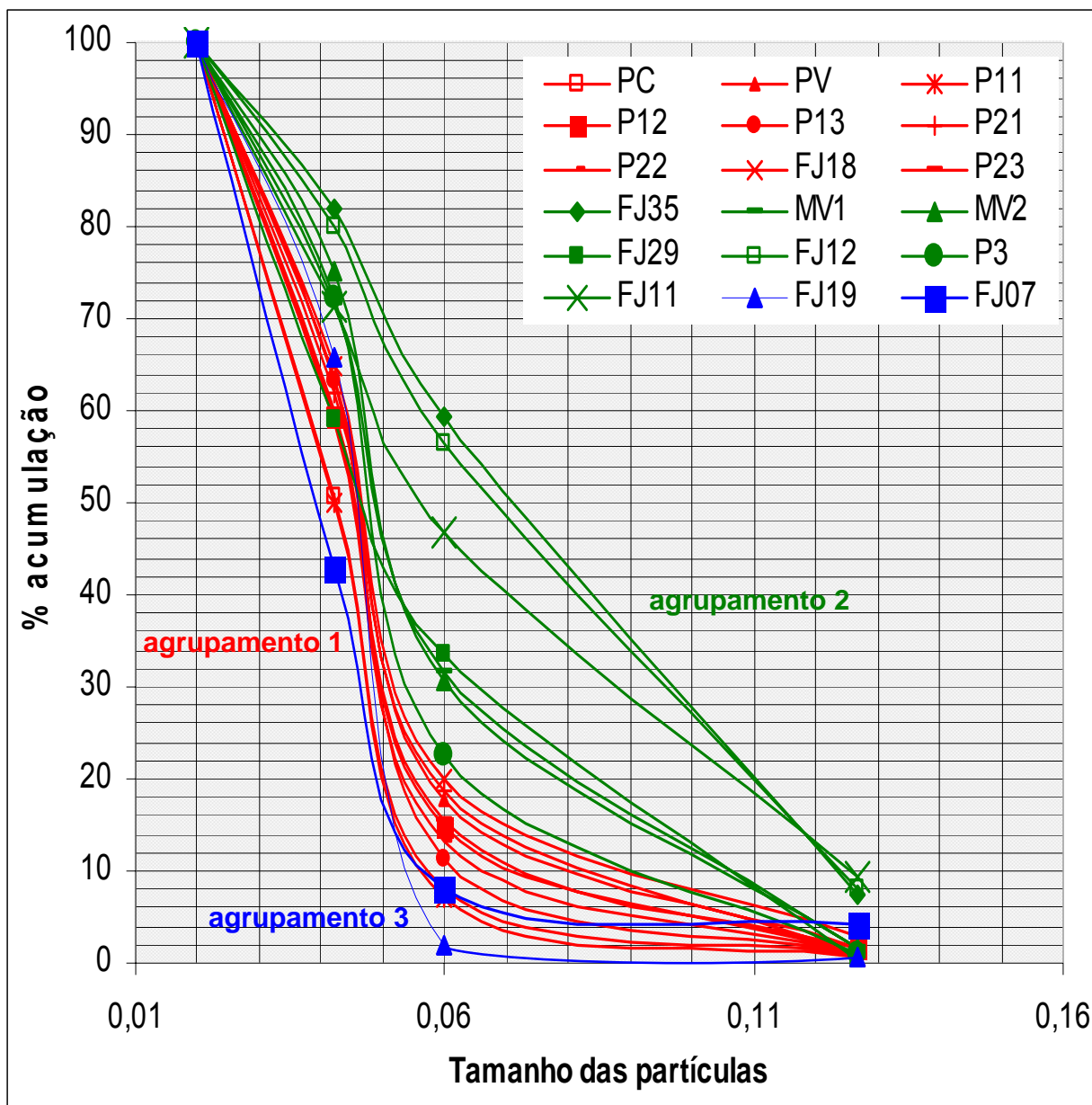


Figura 18 - Curvas de frequência acumulada das 18 amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo da 0-10cm de profundidade.

Para melhor visualização, as Figuras 19 e 20 demonstram as porcentagens acumulativas de acordo com os agrupamentos 1, 2 e 3 já descritos.

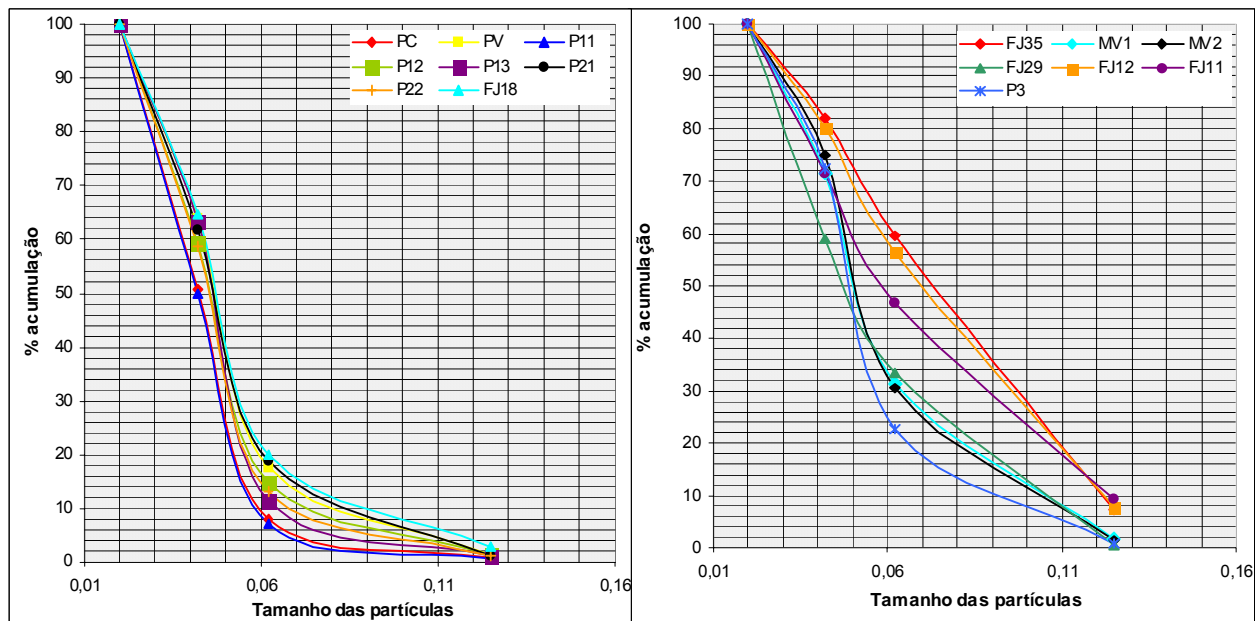


Figura 19 - Curva de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo da 0-10cm de profundidade. Agrupamentos 1 e 2

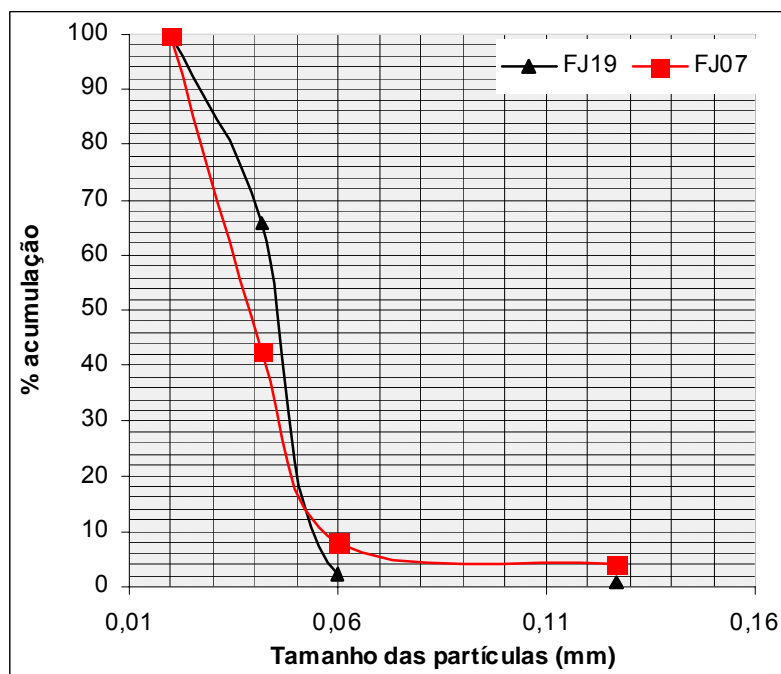


Figura 20 - Curva de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo da 0-10cm de profundidade. Agrupamento 3.

As porcentagens acumulativas granulométricas das 18 amostras de solo da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm estão representadas na Figura 21, demonstrando, assim como na profundidade de 0-10cm, uma tendência à distribuição apenas unimodal em todas as amostras, com predominância de silte e argila sobre areia fina.

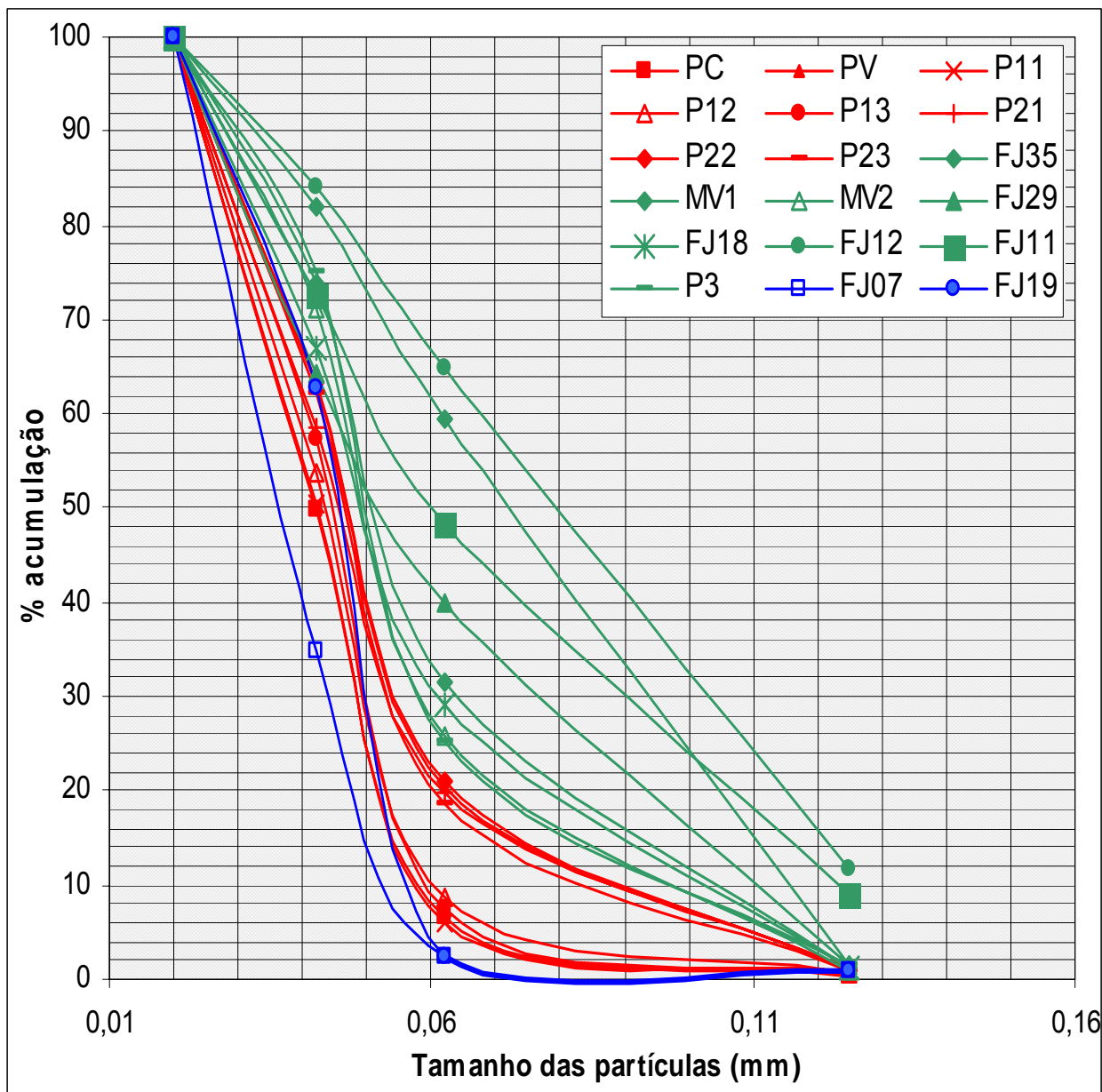


Figura 21 - Curvas de frequência acumulada das 18 amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo da 10-20cm de profundidade.

As Figuras 22 e 23 demonstram as porcentagens acumulativas de acordo com os agrupamentos 1, 2 e 3 já descritos para o intervalo de 10-20cm.

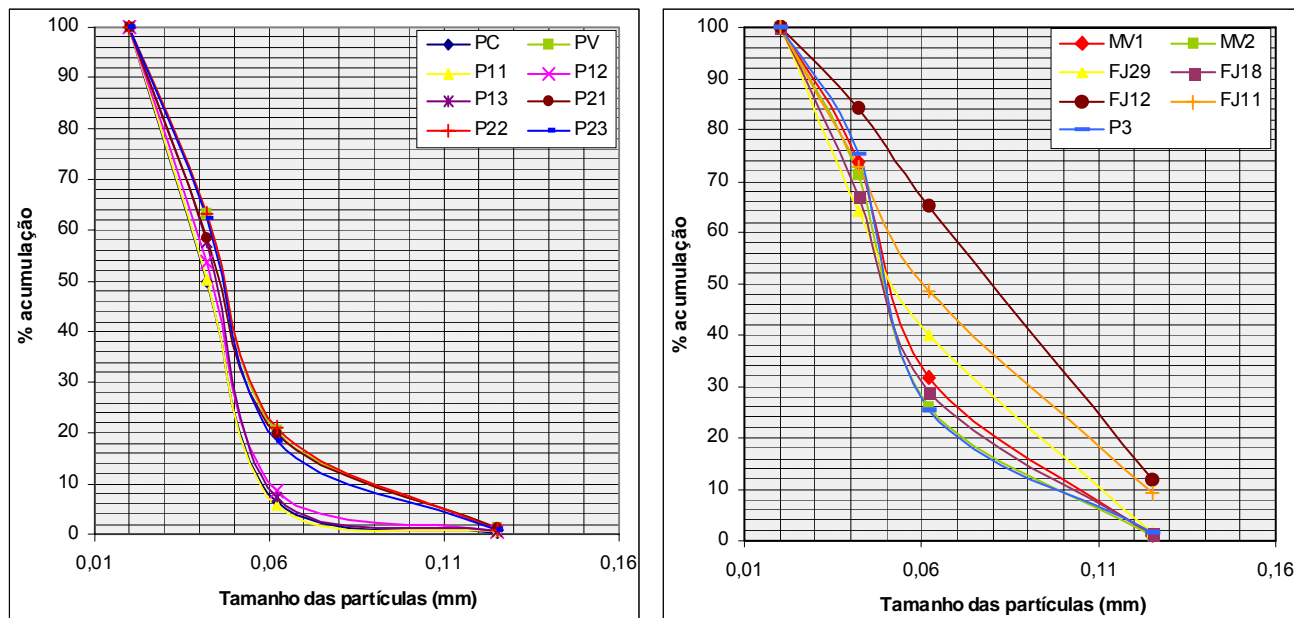


Figura 22 - Curva de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo da 10-20cm de profundidade. Agrupamentos 1 e 2.

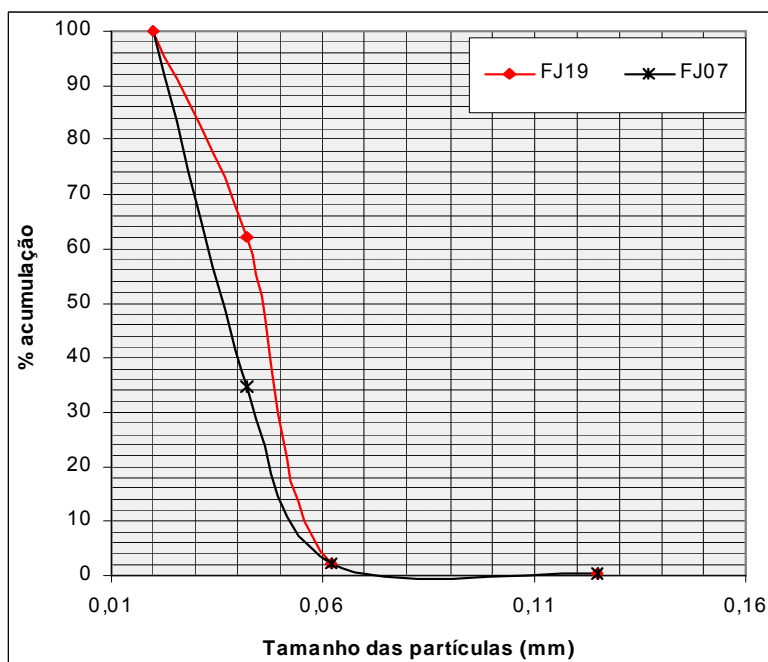


Figura 23 - Curva de freqüência acumulada das amostras de solo da região Feijó-Tarauacá no intervalo da 10-20cm de profundidade. Agrupamentos 3.

5.1.3 Mineralogia

Os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá são mineralogicamente dominados por esmectita seguido de quartzo, caulinita e illita, com proporções menores de microclínio e albita, e às vezes calcita (Figura 24). Os minerais de argila (esmectita, caulinita e illita) foram confirmados através de análises em lâminas orientadas (figuras 25 a 29). A mineralogia encontrada nesses solos-sedimentos é a mesma que constitui a própria Formação Solimões, descrita por Almeida (2005), Martins (2005), Rego (2005) e Viana (2004), mostrando a forte relação desses solos com essa Formação.

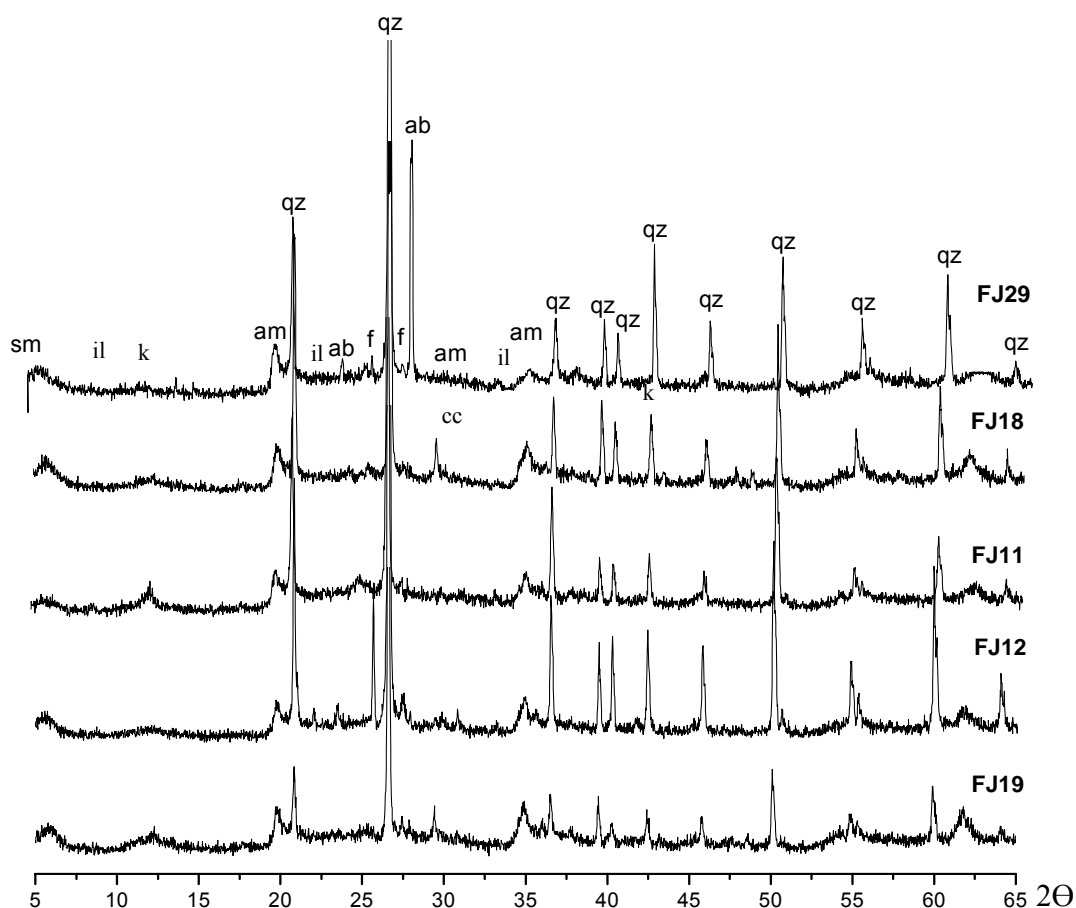


Figura 24 – Difratoograma de raio-X de amostras de solo (0-10cm de profundidade) da região Feijó-Tarauacá, mostrando seus principais minerais: quartzo (qz), feldspato (f), albita (ab), calcita (cc), e minerais de argila: esmectita (sm), illita (il) e caulinita (k).

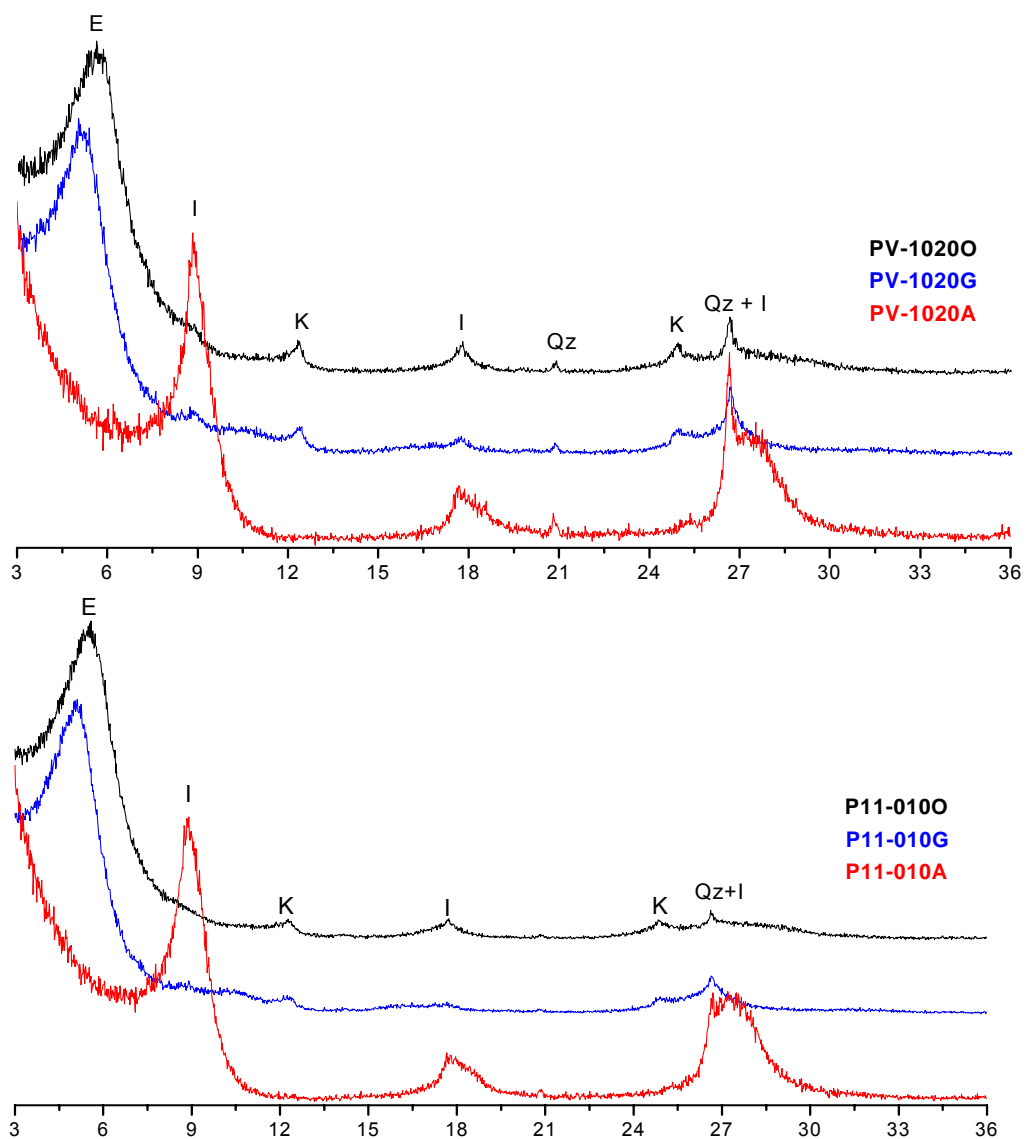


Figura 25 - Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida; PV e P11- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argila.

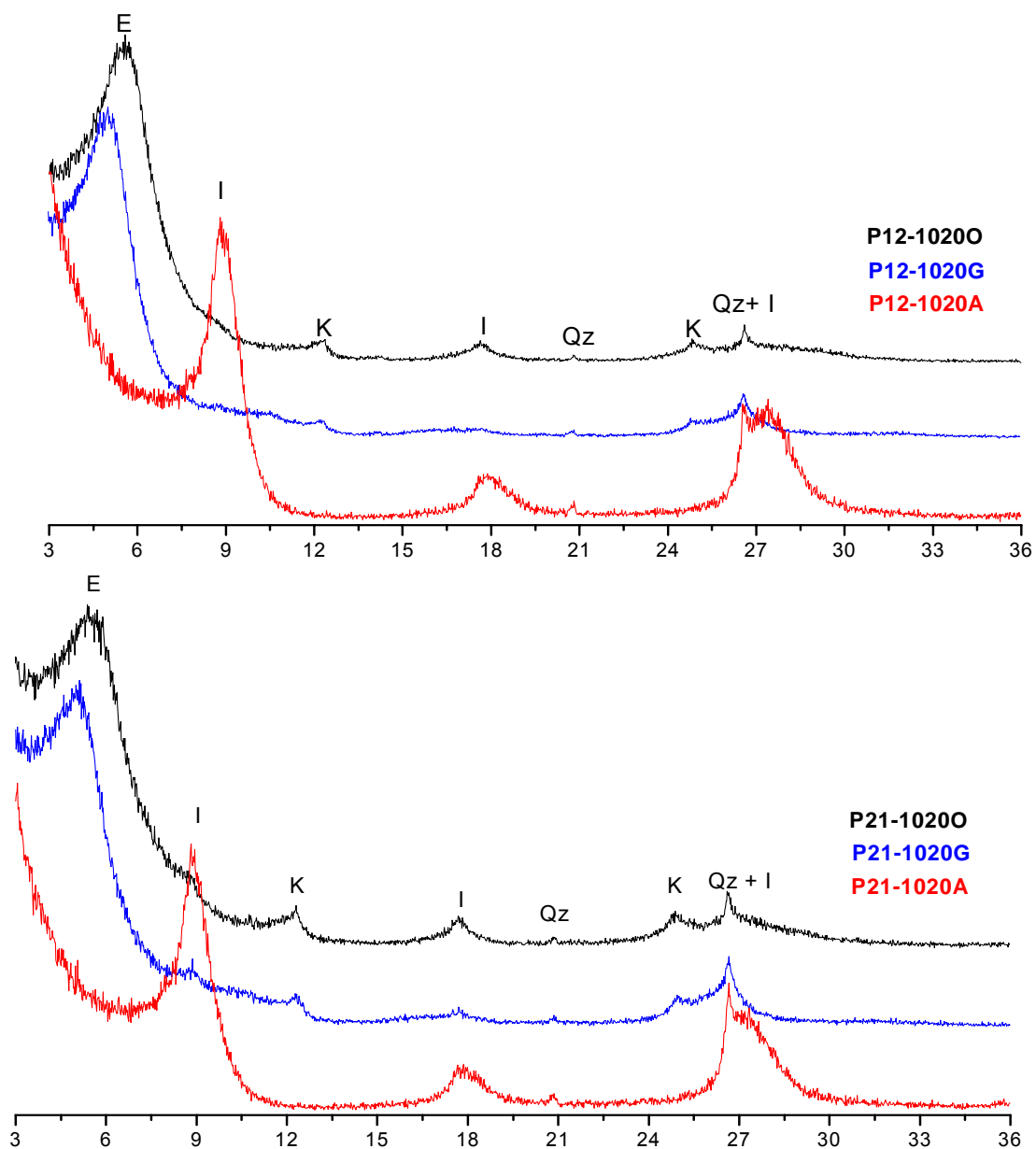


Figura 26 - Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 10-20cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O - orientada, G - glicolada, A-aquecida, P12 e P21- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argilas.

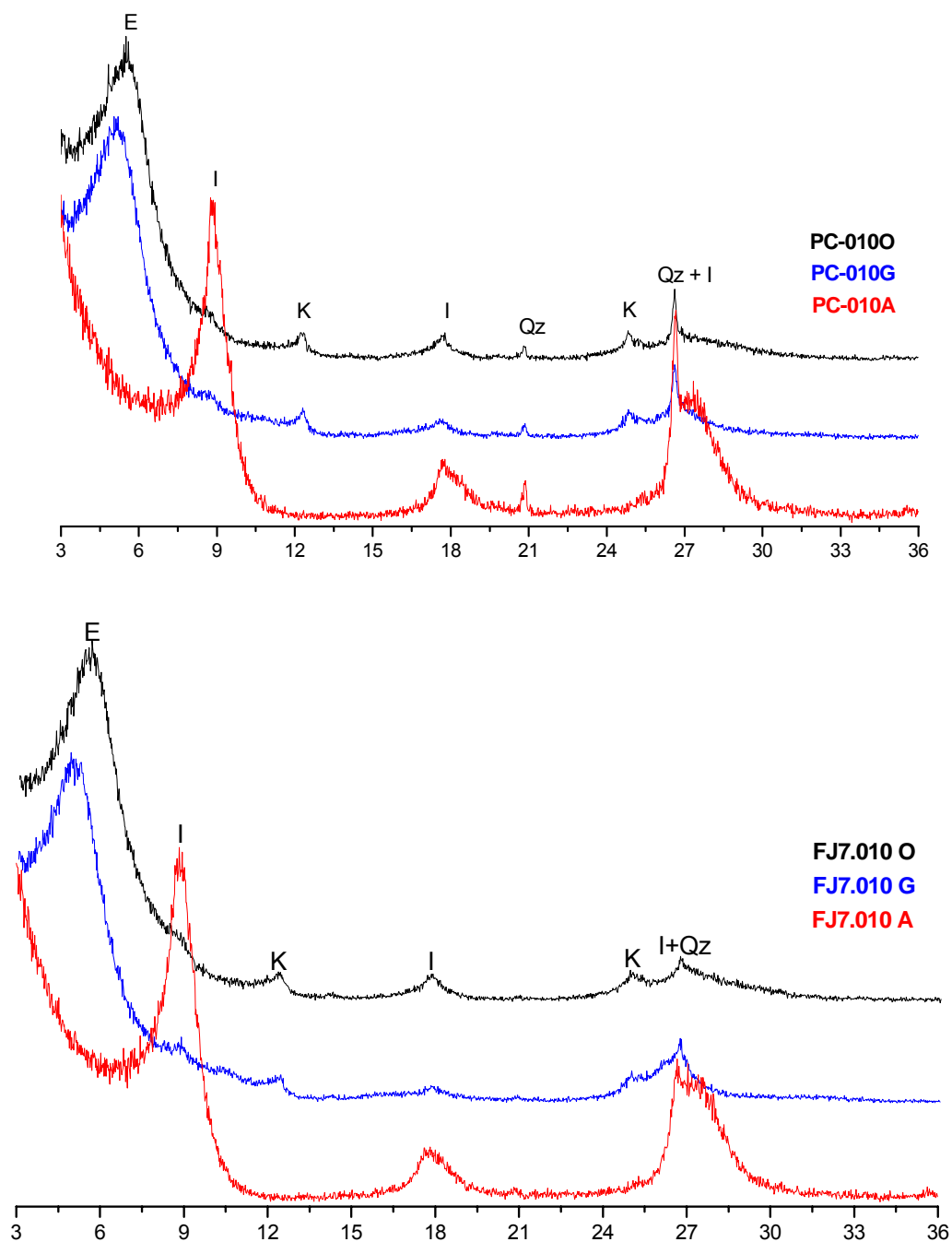


Figura 27 - Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 0-10cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida, PC e FJ7- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argilas.

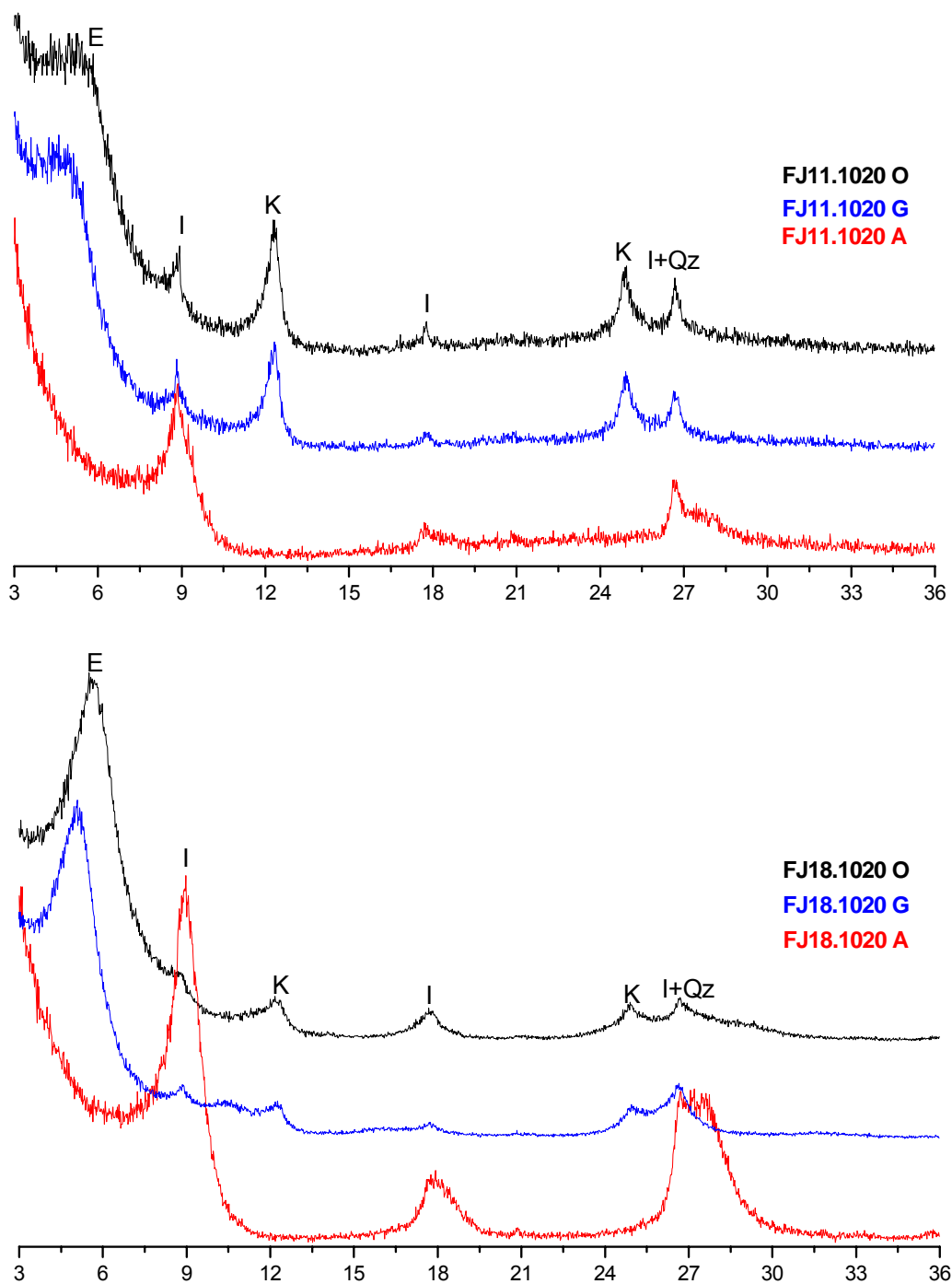


Figura 28 - Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 10-20cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida, FJ11 e FJ18 - estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argilas.

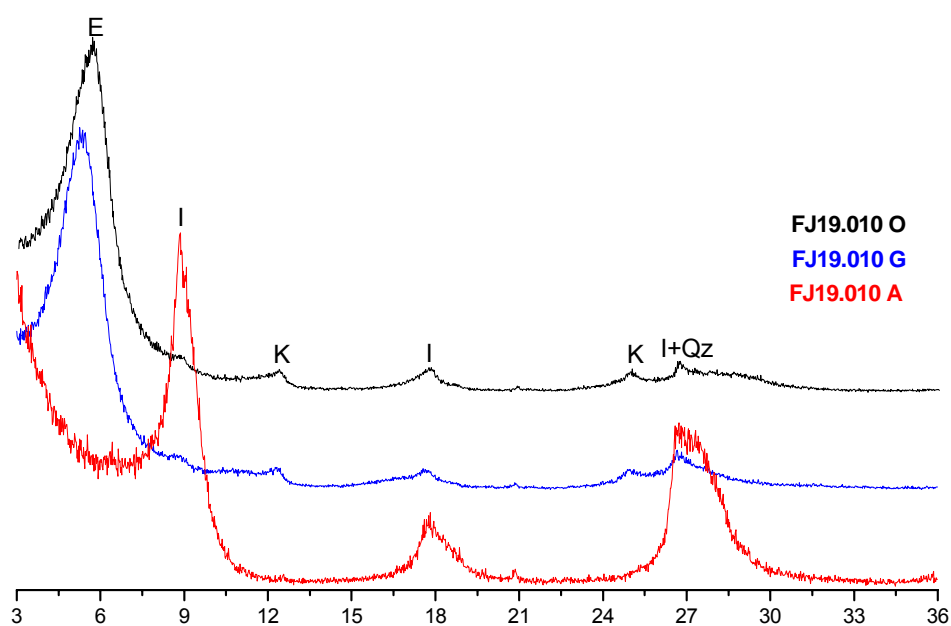
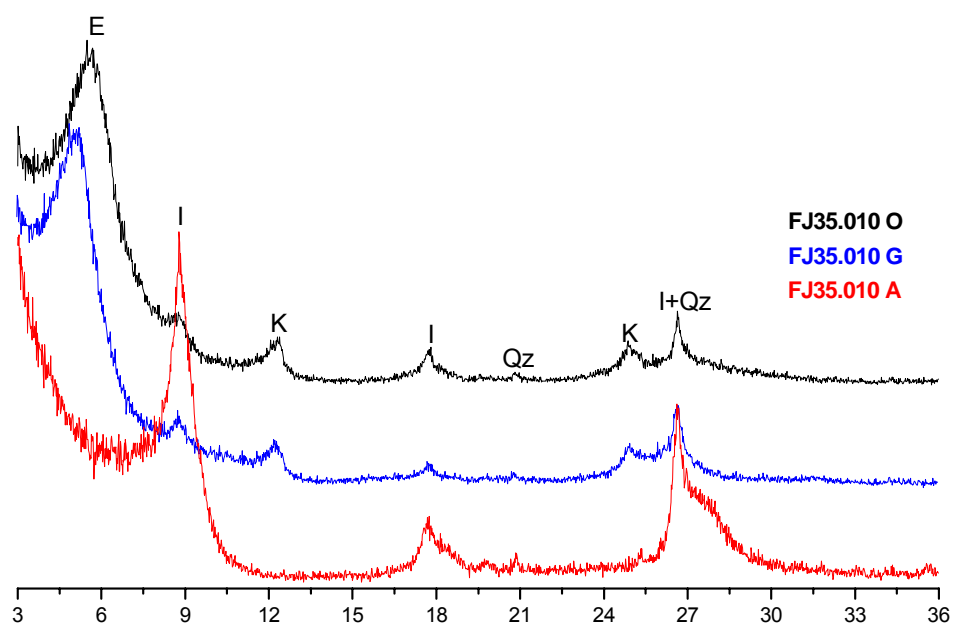


Figura 29 - Minerais identificados na fração granulométrica argila dos solos (intervalo de 0-10cm) da região Feijó-Tarauacá: esmectita (E), caulinita (K), illita (I), quartzo (Qz), O- orientada, G- glicolada, A- aquecida, FJ19 e FJ35- estações amostradas. O quartzo encontra-se agregado às partículas de argilas.

5.1.3.1 Abundância dos minerais na fração rocha-solo total

Esmectita e quartzo são de fato os minerais dominantes dos solos-sedimentos da região de Feijó-Tarauacá. Juntos perfazem mais de 65% do material total. Em seguida destacam-se caulinita e illita (11,7 e 7,7%, respectivamente). Microclínio é o feldspato mais comum com 2,8%, enquanto que albita e calcita encontram-se abaixo de 0,7 e 0,8%, respectivamente.

Esmectita, quartzo e calcita estão mais elevados nos solos da Colônia 13 de Maio, enquanto que caulinita, microclínio e albita são mais elevados nos solos ao longo da BR-364 (Tabela 11).

A maior concentração de esmectita foi encontrada na amostra FJ-7 no intervalo de 10-20cm (61,13%), correspondendo ao seu aspecto granulométrico, já que esta foi a única classificada como muito argilosa. O inverso ocorre com as amostras FJ29 e FJ18 no intervalo de 10-20cm, possuindo os menores teores de esmectitas (34,89 e 33,32%) e granulométricamente são as que possuem os maiores teores de areia dentre as amostras da Tabela 11.

Tabela 11 - Concentração semi-quantitativa dos minerais (% em peso) nos solos da região Feijó-Tarauacá comparados com os sedimentos de planície de inundação de alguns tributários do rio Amazonas (Martinelli et al., 1993).

Localidade	intervalo	Amostra	Esmectita	Illita	Caulinita	Quartzo	Albita	Microclínio	Calcita	Total
Solos de plantação de abacaxi gigante em Tarauacá, Colônia 13 de Maio. (este trabalho)	0-10cm	PC	48,41	6,86	8,9	31,8	0,1	2,6	0,83	99,54
		P12	49,88	5,76	5,2	34,4	0,2	2,7	0,89	99,09
		P13	53,74	7,94	5,1	27,0	1,3	2,6	1,33	99,05
		Média	50,68	6,85	6,43	31,08	0,52	2,65	1,01	
	10-20cm	PC	44,99	8,42	16,4	27,0	0,1	2,1	0,98	99,95
		P12	43,45	7,35	12,6	32,3	0,1	2,7	1,01	99,52
		P13	47,11	9,24	11,9	27,2	0,5	2,5	1,22	99,67
		Média	45,18	8,33	13,60	28,84	0,24	2,44	1,07	
Solos ao longo da BR-364, região Feijó-Tarauacá (este trabalho)	0-10cm	FJ29	41,23	7,91	14,3	30,3	1,9	3,0	0,38	99,07
		FJ18	49,25	6,79	5,0	32,5	1,0	2,7	1,86	99,07
		FJ07	50,44	9,22	15,8	20,8	0,7	2,2	0,00	99,14
		Média	46,97	7,97	11,69	27,87	1,18	2,66	0,75	
	10-20cm	FJ29	34,89	7,68	17,3	34,7	1,1	3,9	0,22	99,78
		FJ18	33,32	7,33	19,5	32,9	0,9	4,4	0,80	99,13
		FJ7	61,13	8,28	8,7	18,4	0,6	1,9	0,00	99,04
		Média	43,11	7,76	15,19	28,67	0,83	3,41	0,34	
Média geral			46,48	7,72	11,72	29,11	0,69	2,79	0,8	
Sedimentos de planície de inundação de alguns tributários do rio Amazonas (Martinelli et al, 1993)	Iça	5,50*	25,10	22,10	29,40	11,80	6,10	-	100,0	
	Juruá	9,80*	18,50	8,70	14,40	34,70	14,00	-	100,1	
	Purus	3,20*	15,30	3,90	58,10	15,00	4,50	-	100,0	
	Negro	0,20*	1,30	3,00	94,10	1,30	0,20	-	100,1	
	Madeira	4,50*	22,00	5,00	52,60	10,80	5,00	-	99,90	
	Média	4,64*	16,44	8,54	49,72	14,72	5,96	-		

* esmectita-vermiculita

5.1.3.2 Abundância dos minerais na fração argila

Na fração argila dos solos da região Feijó-Tarauacá a esmectita é o mineral mais abundante, com média geral de 87%, seguida de caulinita com 9% em média e illita com 4,5%. A porcentagem média de esmectita é mais elevada nos roçados de abacaxi gigante (90%), enquanto que illita e caulinita são mais elevados ao longo da BR-364 (10% de caulinita e 6,5% de illita) (Tabela 12). Esses mesmos minerais foram encontrados por Almeida (2005) e Viana (2004) em sedimentos de praia (barra em pontal) dos rios do Acre, nos quais a esmectita também é o mineral de argila mais abundante.

Tabela 12 - Porcentagens dos minerais de argila na fração argila dos solos da região Feijó-Tarauacá, com base nos cálculos das áreas das principais reflexões desses minerais em lâminas orientadas.

Localidade	Amostra	Esmectita	Illita	Caulinita
Solos de plantação de abacaxi gigante de Tarauacá	PV	95,65	1,87	2,48
	PC	75,44	5,33	19,23
	P11	95,82	1,57	2,61
	P12	86,19	5,33	8,48
	P13	89,02	4,99	5,99
	P21	98,52	0,74	0,74
	P22	87,75	0,85	11,40
	Média	89,77	2,95	7,28
Solos ao longo da BR-364 da região Feijó-Tarauacá	FJ35	71,92	11,23	16,85
	FJ29	87,70	9,35	2,95
	FJ19	91,16	1,62	7,22
	FJ18	96,15	1,92	1,93
	FJ12	82,6	7,49	9,91
	FJ11	65,83	8,32	25,85
	F7	89,7	5,15	5,15
	Média	83,58	6,44	9,98
Média geral	86,675	4,695	8,63	

A grande abundância de esmectitas nos solos da região Feijó-Tarauacá os distingue da maioria dos solos da Amazônia. Konhauser, Fyfe e Kronberg (1994) encontraram esmectita como constituinte menor em solos de várzea da Amazônia e como constituinte traço em solos próximos a região de Carajás, não encontrando esmectita em solos próximo à região Manaus, onde dominou quartzo e caulinita nas duas últimas regiões e também goethita na região de Carajás.

Apesar dos sedimentos de planície de inundação de rios (Martinelli et al., 1993), não serem dominados por esmectitas, são esses os que possuem maior concentração de esmectitas e que mais se aproximam mineralogicamente aos solos da região Feijó-Tarauacá, principalmente os do rio Juruá, que por sua vez tem como afluentes os rios Envira e Tarauacá que drenam a região de estudo Feijó-Tarauacá.

A abundância de esmectita na fração argila dos solos não é comum na Amazônia, que em geral são ricos em caulinita e pobres em esmectitas (SILVA, 1988). As esmectitas geralmente são mais comuns em áreas de várzea de rios de águas brancas da Amazônia (KONHAUSER; FYFE; KRONBERG, 1994; MARTINELLI et al., 1993).

Essa composição mineralógica dos solos da região Central do estado do Acre, que embora esteja atualmente sob clima tropical quente e úmido, mostra que são solos mineralogicamente pouco desenvolvidos e imaturos em forte contraste com os solos amazônicos, profundos e maduros e muito lixiviados.

5.1.4 Composição química total

5.1.4.1 Elementos maiores

Os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm (Tabela 13) são constituídos principalmente de SiO_2 (57,10 a 63,20% em peso) com média de 61,09%, Al_2O_3 , variando de 12 a 16%, com média de 13,37%, Fe_2O_3 (4,51 a 5,99%) com média de 4,95%. Com teores menores, porém relativamente altos em relação aos solos da Amazônia, destacam-se K_2O (1,53 a 1,81%) com média de 1,69%, CaO (0,34 a 1,42%) com média de 0,85%, MgO (0,95 a 1,30%) com média de 1,11%, Na_2O (0,11 a 0,20%) com média de 0,16%, TiO_2 (0,69 a 0,89%) com média de 0,78%, e ainda MnO (0,02 a 0,27%) com média de 0,12%. Esses teores médios são similares aos encontrados nos mesmos solos a profundidade de 10-20cm (Tabela 14). Essa composição química reflete claramente a mineralogia a base de argilominerais como esmectita, caulinita e illita, microclínio, pouca albita, as vezes calcita, além de quartzo, como demonstrado anteriormente.

Comparando os solos da colônia Treze de Maio, onde são cultivados os abacaxis gigantes de Tarauacá, com os solos ao longo da BR-364, observa-se que, no intervalo de 0-10cm (Tabela 13 e Figuras 30 a 32) as médias dos teores de SiO_2 , CaO , TiO_2 e P_2O_5 são ligeiramente mais elevados nos solos da Colônia Treze de maio, e o teor médio de MnO desses mesmos solos é de 3 a 5 vezes maior que os solos ao longo da BR-364, enquanto os demais óxidos são ligeiramente maiores nos solos ao longo da BR-364.

Em geral a composição química no intervalo de 10-20cm (Tabela 14 e Figuras 33 a 35) é comparável com a do intervalo 0-10cm. No entanto os teores de SiO_2 , que no intervalo de profundidade 0-10cm é maior nos solos da Colônia 13 de maio, no intervalo de 10-20cm está ligeiramente mais elevado nos solos ao longo da BR-364, enquanto a média dos teores de Fe_2O_3 e MgO passam a ser mais elevadas nos solos da Colônia 13 de maio (Figura 34). A média dos teores de P_2O_5 nos solos da Colônia Treze de Maio, no intervalo de 10-20cm é 4 vezes maior que os da BR-364 (Figura 35). Isto demonstra que de fato não houve uma formação pedogenética, sendo os materiais mais representativos dos sedimentos.

Tabela 13 - Composição química total dos solos-sedimentos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 0-10cm comparados com a crosta terrestre superior, com os folhelhos australianos- PAAS e com solos da Amazônia.

Amostras no intervalo de 0-10cm		% em peso												
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	P.F.	Total	
Este trabalho	Solos da Colônia treze de maio	PC	62,28	13,16	4,68	0,12	1,05	0,83	0,11	1,62	0,89	0,04	14,41	99,19
		P12	63,20	12,00	4,61	0,27	0,95	0,88	0,11	1,53	0,80	0,04	14,50	98,90
		P13	59,34	13,20	4,83	0,18	1,20	1,16	0,16	1,80	0,74	0,05	16,25	98,92
		Média	61,61	12,79	4,71	0,19	1,07	0,96	0,13	1,65	0,81	0,04	15,05	
	Solos ao longo da BR-364	FJ29	62,58	13,94	5,06	0,02	1,10	0,49	0,21	1,73	0,69	0,03	13,31	99,14
		FJ18	62,06	12,10	4,51	0,07	1,05	1,42	0,20	1,65	0,70	0,03	16,06	99,85
		FJ 07	57,10	15,83	5,99	0,04	1,30	0,34	0,17	1,81	0,85	0,04	16,53	100,0
		Média	60,58	13,96	5,19	0,04	1,15	0,75	0,19	1,73	0,75	0,03	15,30	
		Média geral	61,09	13,37	4,95	0,12	1,11	0,85	0,16	1,69	0,78	0,04	15,18	
	CTS		64,92	14,63	4,42	0,07	2,24	4,12	3,46	3,45	0,52	0,15	n. d.	
PAAS		62,80	18,90	6,50	0,11	2,20	1,30	1,20	3,70	1,00	0,16	n. d.		
Solos da Amazônia *	Região Central ⁽¹⁾	70,22	16,66	2,79	0,02	0,18	0,00	0,00	0,04	0,62	0,04	7,53		
	Região de Carajás ⁽²⁾	51,78	17,15	18,91	0,14	0,26	0,06	0,02	0,22	1,17	0,10	9,26		
	Áreas de várzea da região central ⁽³⁾	63,05	15,47	1,25	0,10	1,75	1,38	2,21	1,38	0,88	0,18	7,7		

CTS- crosta terrestre superior (WEDEPOHL, 1995)

PAAS- folhelhos pós Arqueanos da Austrália (TAYLOR; MCLENNAN, 1985)

P.F.- perda ao fogo

n.d.- não determinado

- Konhauer, Fyfe e Kronberg (1994). ⁽¹⁾ -Valores médios de quatro amostras coletadas na profundidade de 0-10cm e a 50 metros do rio Solimões próximo a sua confluência com o rio Negro.

⁽²⁾ -Valores médios de quatro amostras coletadas a diferentes distâncias da margem de rio na região de Carajás. ⁽³⁾ -solos de várzea próximos a confluência dos rios Solimões e Negro.

Valores "0,00" correspondem a valores abaixo do limite de detecção, de acordo com o autor.

Tabela 14 - Composição química total dos solos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 10-20cm comparadas com a da crosta terrestre superior e com a dos folhelhos australianos- PAAS

Amostras no intervalo de 10-20cm		% em peso											
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	P.F.	Total
Solos da Colônia treze de maio	PC	60,25	15,09	5,18	0,06	1,18	0,86	0,10	1,67	0,89	0,04	14,70	100,0
	P12	62,90	13,34	4,97	0,16	1,06	0,87	0,11	1,63	0,82	0,04	14,04	99,9
	P13	60,25	14,14	5,07	0,14	1,28	1,02	0,17	1,86	0,75	0,03	14,98	99,7
	Média	61,13	14,19	5,07	0,12	1,17	0,92	0,13	1,72	0,82	0,04	14,57	
Solos ao longo da BR-364	FJ29	65,56	14,04	4,40	0,02	1,03	0,35	0,28	1,80	0,63	0,00	11,14	99,3
	FJ18	64,24	14,12	5,05	0,04	0,98	0,64	0,11	1,81	0,74	0,02	11,46	99,2
	FJ 07	54,75	15,87	5,20	0,02	1,29	0,21	0,20	1,79	0,81	0,02	18,51	98,7
	Média	61,52	14,68	4,88	0,03	1,10	0,40	0,20	1,80	0,73	0,01	13,70	
Média geral (10-20cm)		61,33	14,43	4,98	0,07	1,14	0,66	0,16	1,76	0,77	0,03	14,14	
Média geral (0-10cm)		61,09	13,37	4,95	0,12	1,11	0,85	0,16	1,69	0,78	0,04	15,18	
CTS		64,92	14,63	4,42	0,07	2,24	4,12	3,46	3,45	0,52	0,15	n. d.	
PAAS		62,80	18,90	6,50	0,11	2,20	1,30	1,20	3,70	1,00	0,16	n. d.	

CTS- crosta terrestre superior (WEDEPOHL, 1995)

PAAS- folhelhos pós Arqueanos da Austrália (TAYLOR; MCLENNAN, 1985)

P.F.- perda ao fogo

n.d.- não determinado

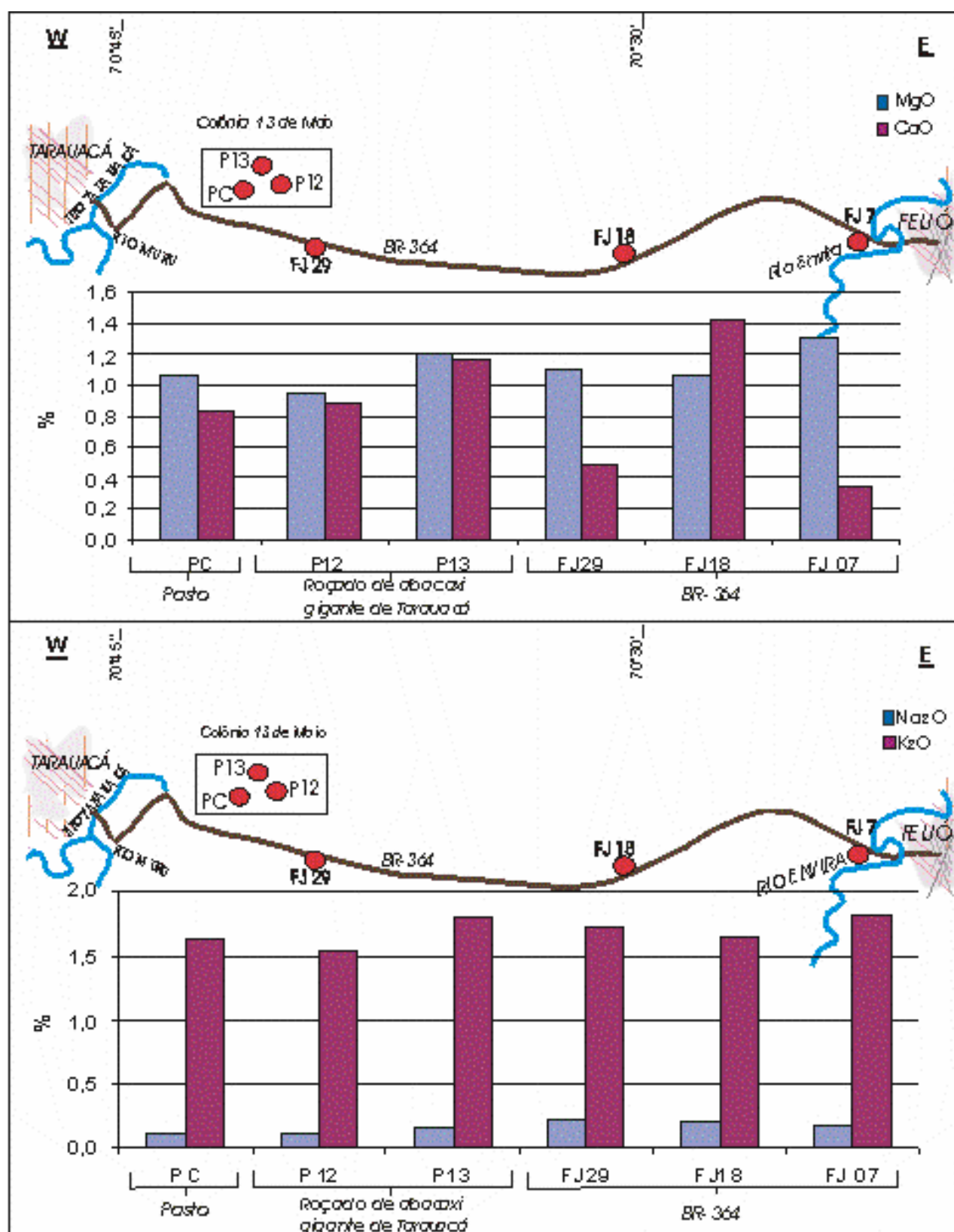


Figura 30 - Distribuição das porcentagens de CaO, MgO, Na₂O e K₂O dos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm.

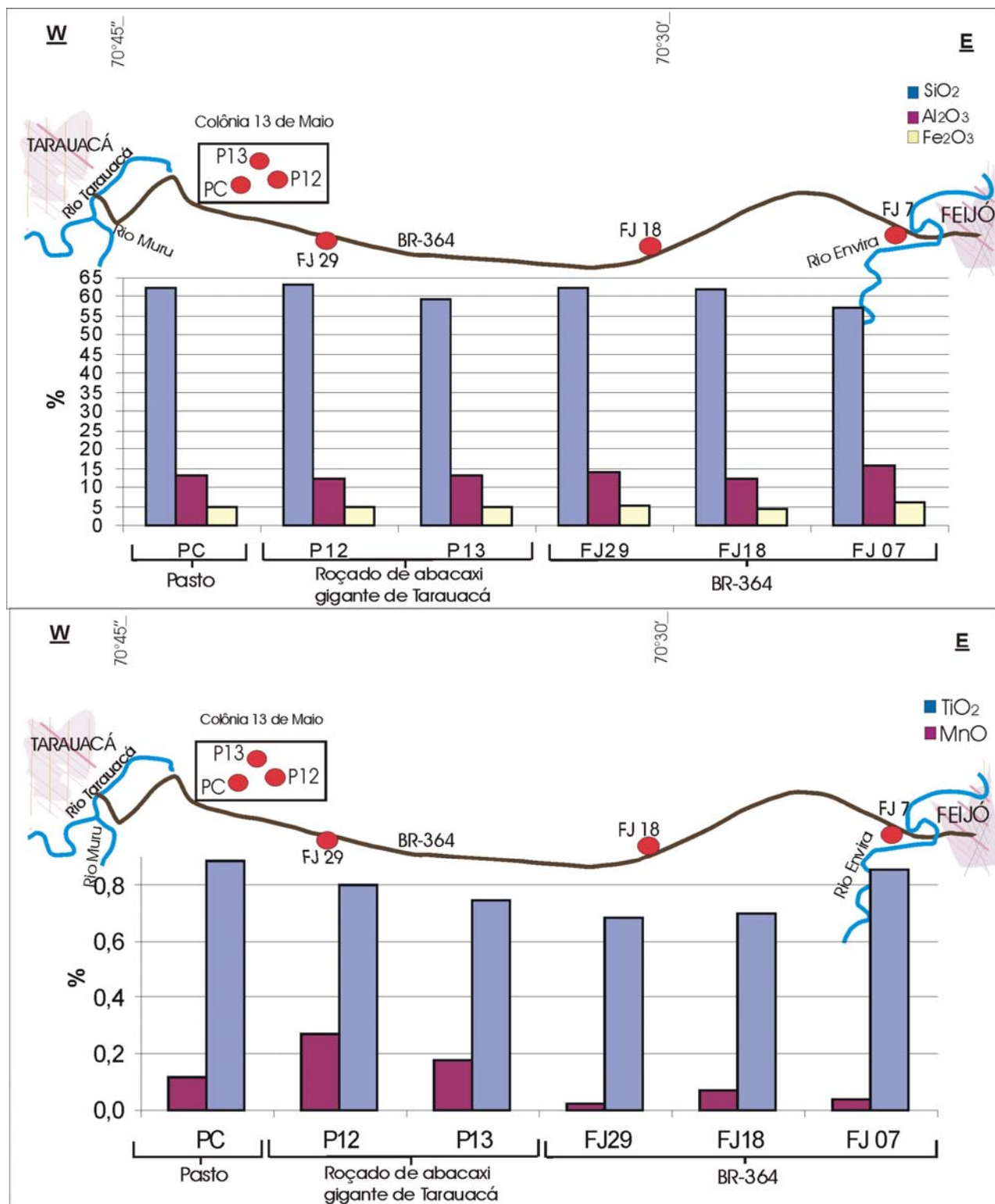


Figura 31 -Distribuição das porcentagens de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃,TiO₂ e MnO nos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm de profundidade.

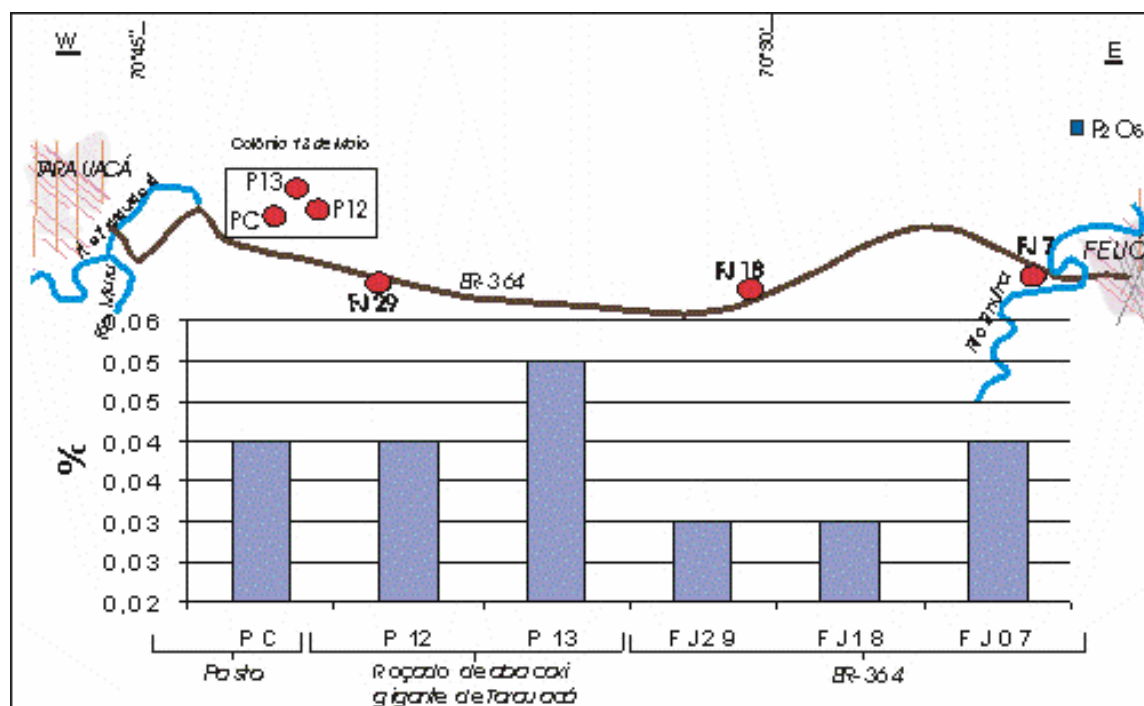


Figura 32 - Distribuição das porcentagens de P₂O₅ nos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm de profundidade.

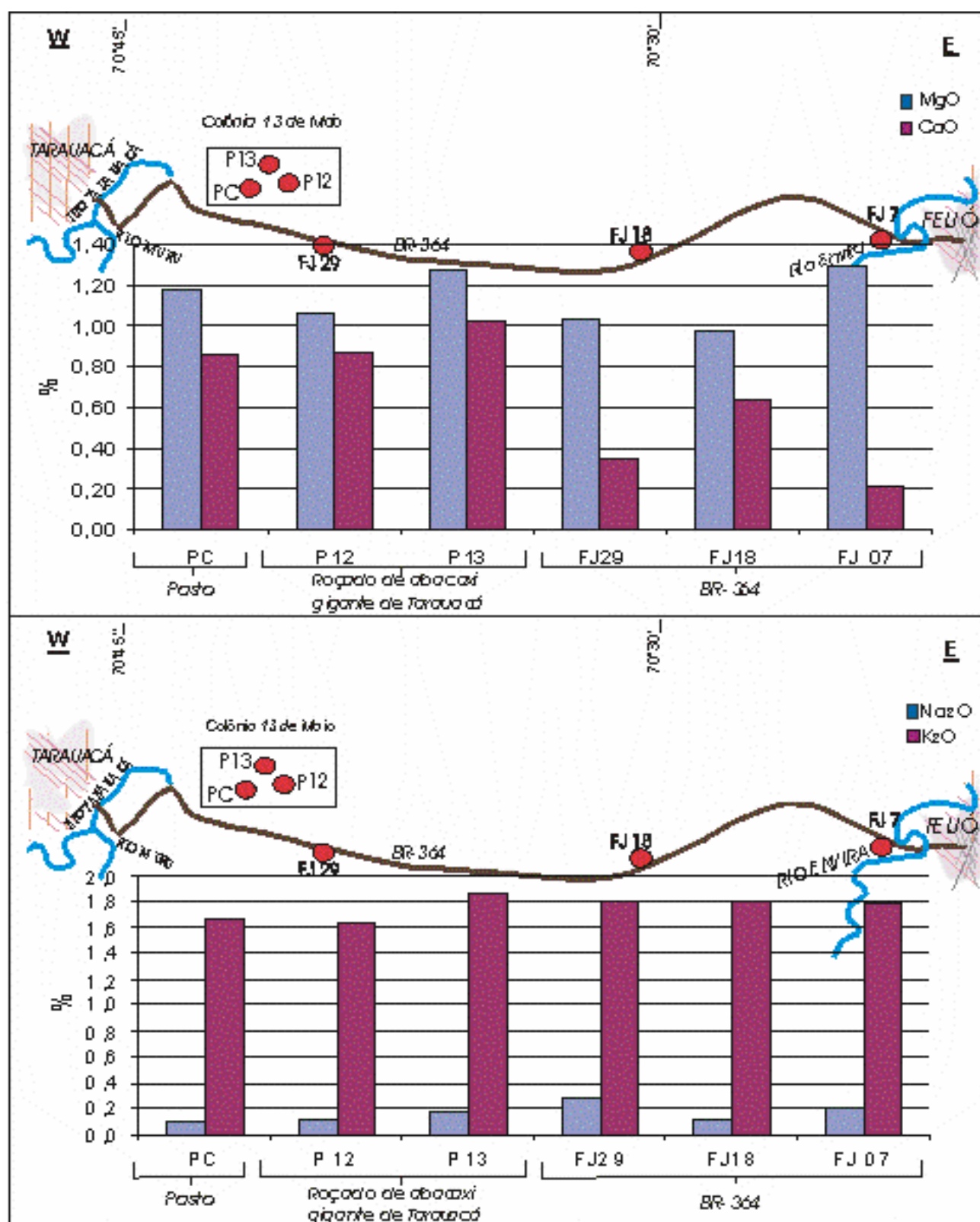


Figura 33- Distribuição das porcentagens de CaO, MgO, Na₂O e K₂O dos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm.

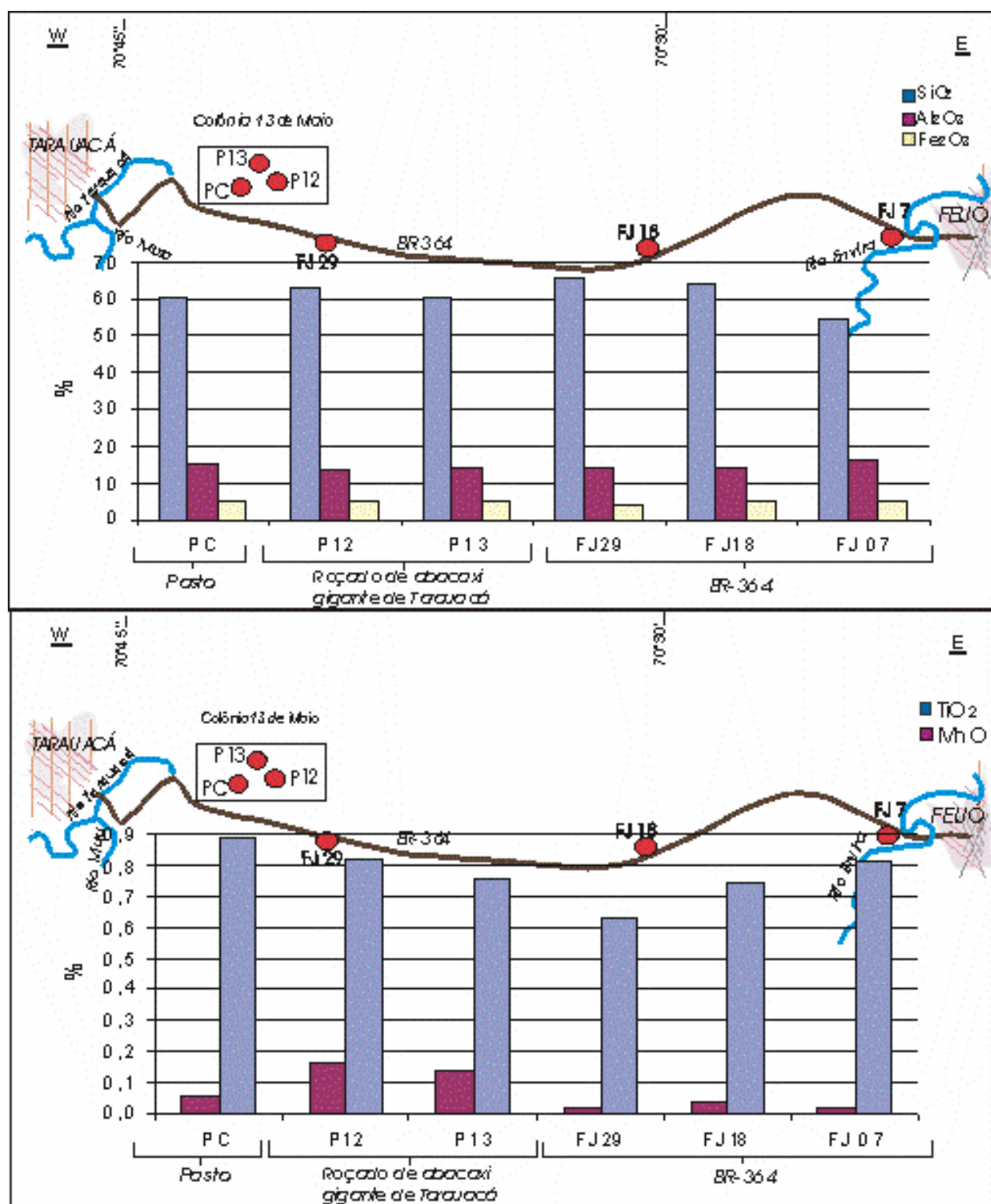


Figura 34 - Distribuição das porcentagens de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ e MnO nos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm de profundidade.

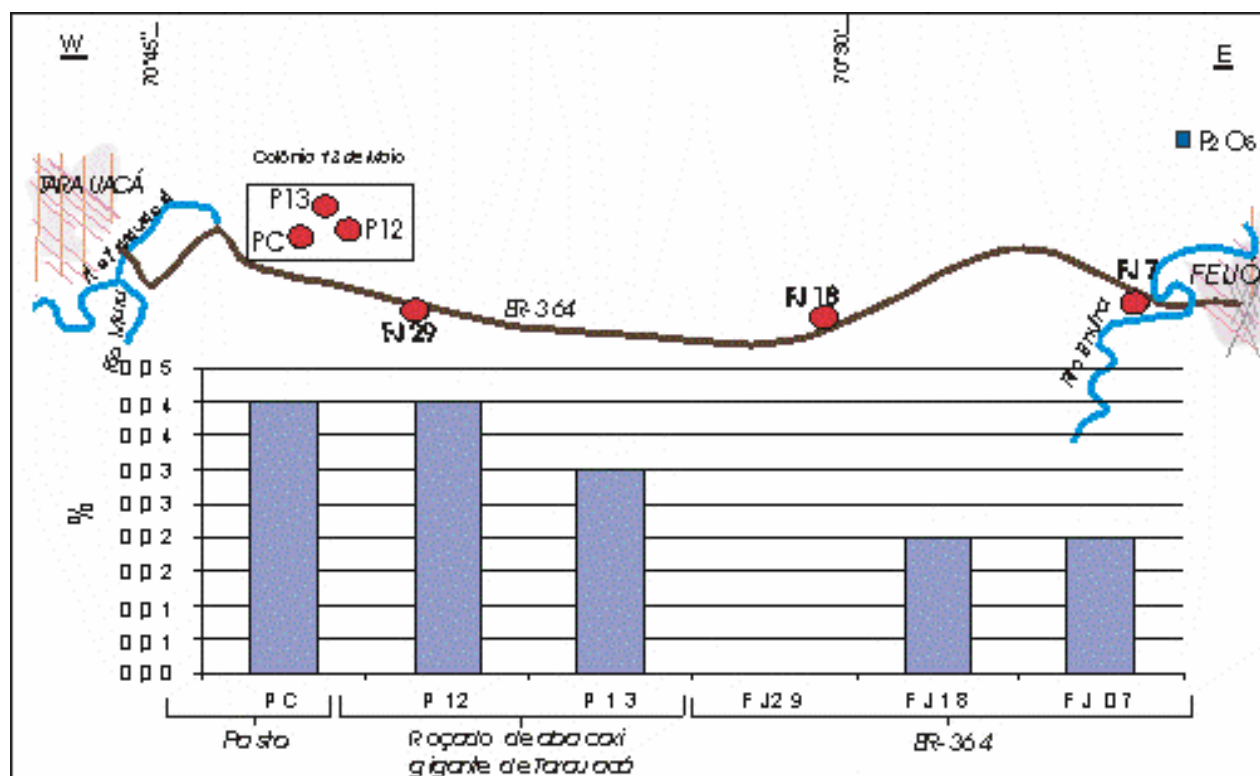


Figura 35 - Distribuição das porcentagens de P₂O₅ nos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm de profundidade.

Quando comparados com a composição química média da crosta terrestre superior (Figuras 36 e 37) os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá nas profundidades de 0-10 e 10-20cm mostram-se empobrecidos em MgO, CaO, Na₂O, K₂O e P₂O₅; e se equivalem em SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ e estão enriquecidos em TiO₂. Os solos estudados mostram-se ainda, em relação a crosta superior, enriquecido em MnO nas amostras P12, P13 e PC na profundidade de 0-10cm e amostras P12 e P13 na profundidade de 10-20cm, sendo essas amostras as que representam os solos da Colônia 13 de Maio, onde P12 e P13 representam solos cultivados com abacaxis gigantes e PC representa solo de pasto próximo aos cultivos.

Quando normalizados com os folhelhos australianos pós-arqueanos-PAAS (Figura 38 e 39) os solos-sedimentos também se mostram empobrecidos em MgO, CaO, Na₂O, K₂O e P₂O₅, e ainda em TiO₂, com exceção da amostra FJ18 na profundidade de 0-10cm se equiparando em CaO com PAAS; mostram-se ainda empobrecidos em Al₂O₃ e Fe₂O₃; equivalem-se em SiO₂ e se mantêm enriquecidos em MnO nas amostras P12 e P13.

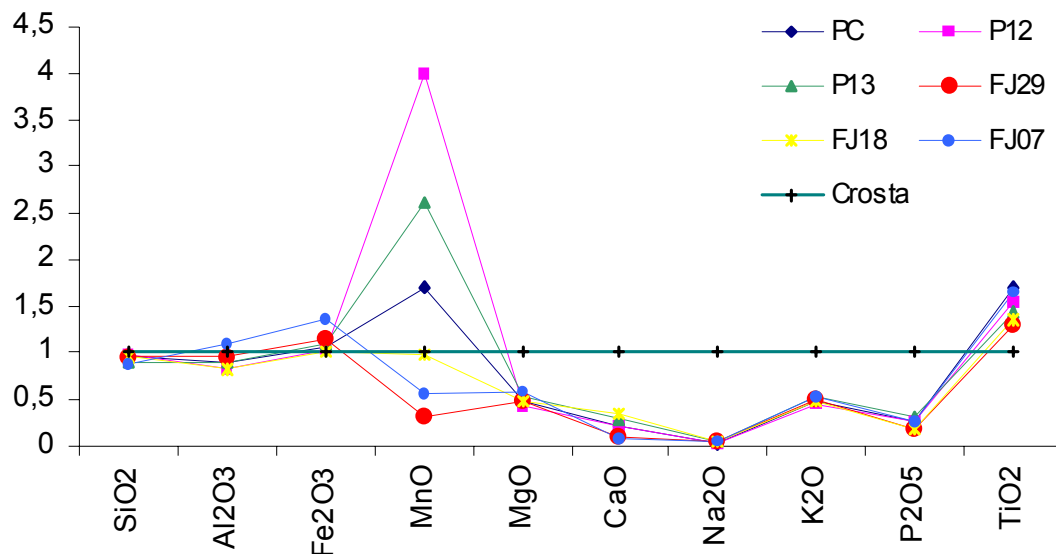


Figura 36 - Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm com as da crosta superior continental. Dados da crosta: Wedepohl (1995).

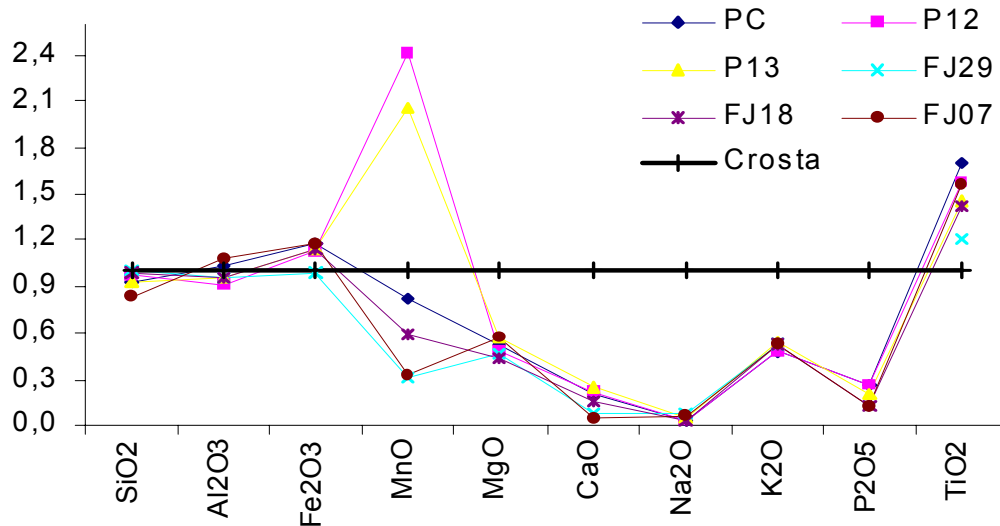


Figura 37 - Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm com as da crosta superior continental. Dados da crosta: Wedepohl (1995).

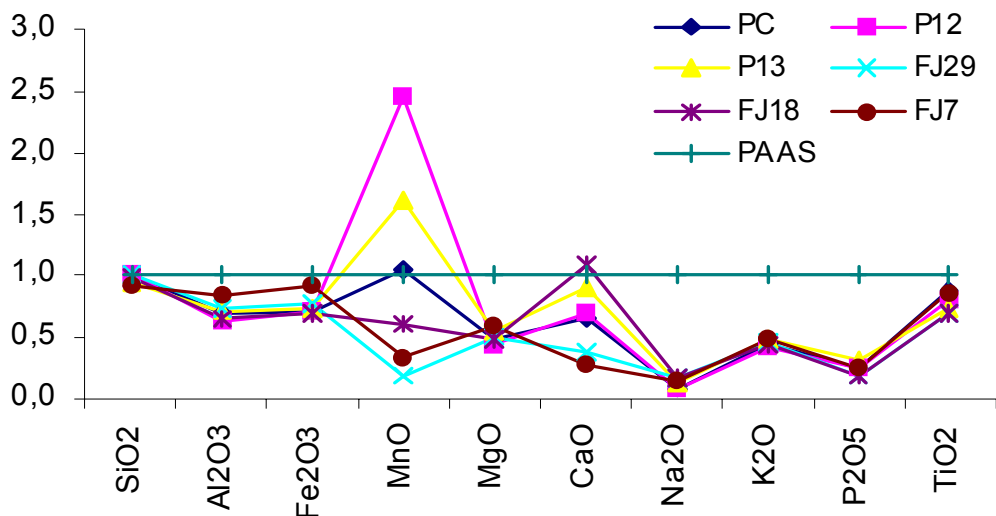


Figura 38 - Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm com a dos folhelhos australianos pós-arqueanos-PAAS. Os dados para PAAS são de Taylor e McLennam (1985).

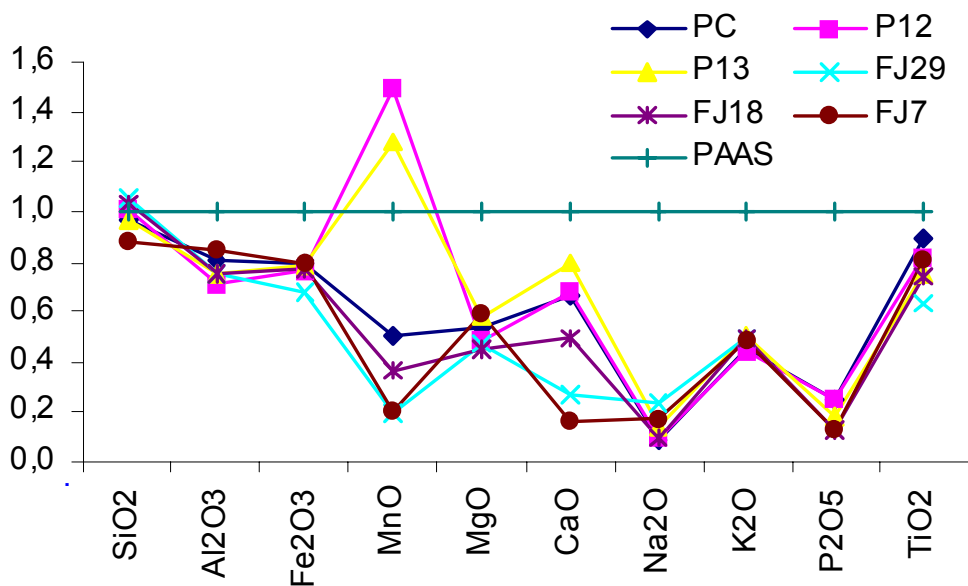


Figura 39 - Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm com a dos folhelhos australianos pós-arqueanos-PAAS. Os dados para PAAS são de Taylor e McLennam (1985).

Quando os teores dos elementos maiores encontrados nos solos da região Feijó-Tarauacá são comparados com os dos solos região central da Amazônia (Figura 40); é possível observar que os mesmos se encontram enriquecidos em Fe_2O_3 , MnO e principalmente em MgO , CaO , Na_2O , K_2O . Os valores de CaO , Na_2O não puderam ser inseridos na Figura 40 devido os mesmos estarem abaixo do limite de detecção nos solos da Amazônia Central, sendo indicados como “zero” por Konhauser, Fyfe e Kronberg (1994), de acordo com a Tabela 13.

Quando os mesmos solos são comparados com os solos da região de Carajás (Tabela 13 e Figura 41), eles se mostram mais uma vez enriquecidos em MgO , CaO , Na_2O , K_2O , e empobrecidos em Fe_2O_3 , TiO_2 e P_2O_5 . Em relação ao MnO apenas as amostras P13 e P12 estão ligeiramente enriquecidas. Para SiO_2 , Al_2O_3 e TiO_2 os solos são equiparáveis com ligeiros enriquecimentos ou empobrecimentos.

Os solos da região Feijó-Tarauacá também foram comparados com solos de várzea da região central da Amazônia (Tabela 13 e Figura 42), revelando que são equiparáveis em SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 e K_2O para todas as amostras e equiparáveis em CaO apenas nos solos da colônia Treze de Maio (amostras PC, P12 e P13), com os demais estando empobrecidos. São ainda enriquecidos em Fe_2O_3 , empobrecidos em Na_2O e P_2O_5 , ligeiramente empobrecidos em MgO e ainda enriquecidos em MnO apenas nos solos da Colônia Treze de maio.

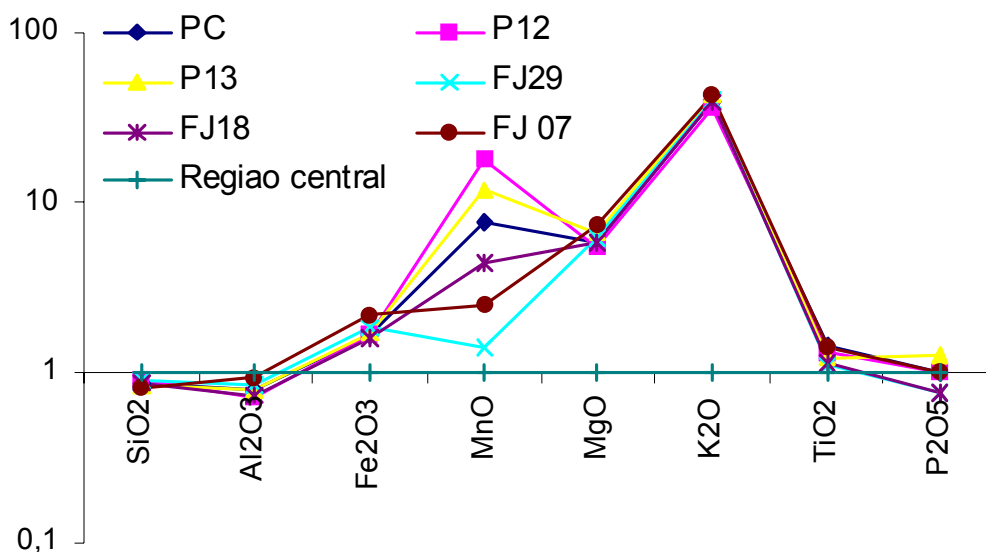


Figura 40 - Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm, com a dos solos da região central da Amazônia, próximo a Manaus. Dados dos solos da região central: Konhauser, Fyfe e Kronberg (1994).

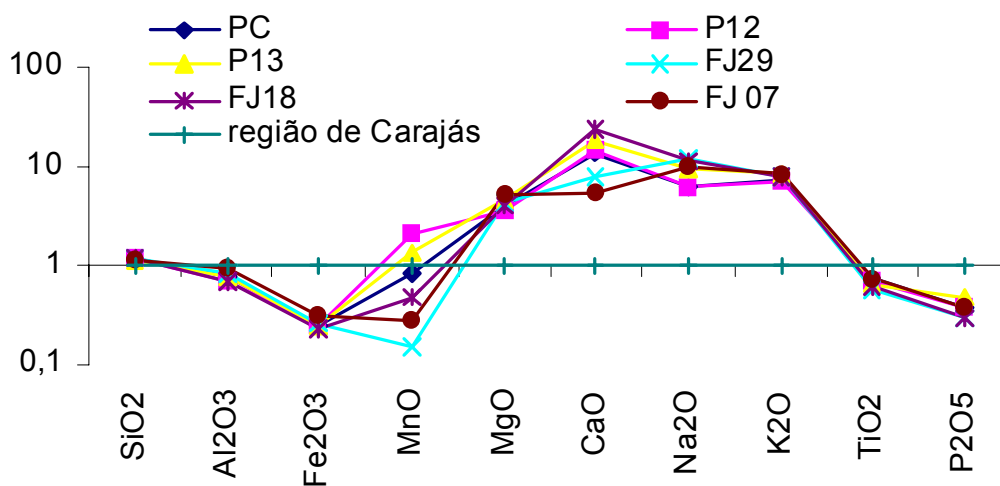


Figura 41 - Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá com média dos solos da região de Carajás, estado do Pará. Dados da região de Carajás: Konhauser, Fyfe e Kronberg (1994).

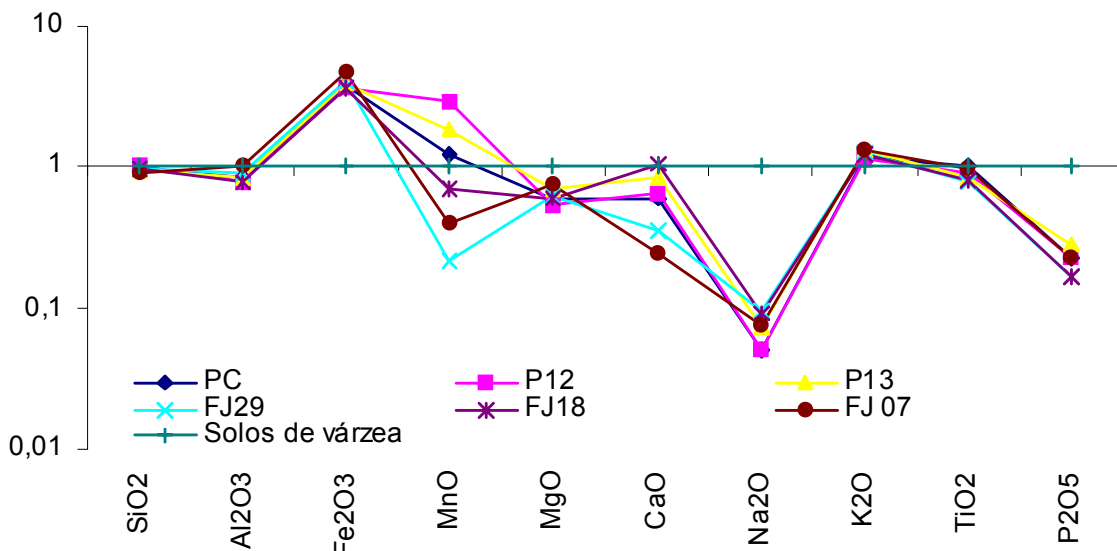


Figura 42 - Normalização das concentrações dos elementos analisados nos solos da região Feijó-Tarauacá com média dos solos de Várzea da região central da Amazônia. Dados dos solos de várzea: Konhauser, Fyfe e Kronberg (1994).

Apesar dos teores de MgO, CaO, Na₂O, K₂O se encontrarem abaixo dos valores médios para a crosta terrestre superior, esses valores são considerados elevados quando comparados com outros solos da Amazônia. Na figura 43 é possível observar a imaturidade dos solos da região Feijó-Tarauacá em relação aos outros solos da Amazônia através do diagrama Si-cátions-Al, mostrando que os solos da região Feijó-Tarauacá se aproximam mais dos solos de várzea.

A composição química dos solos da região Feijó-Tarauacá com teores relativamente altos em metais alcalinos e alcalinos terrosos, baixos teores de sílica juntamente com a mineralogia dominada por esmectitas e granulometria silto-argilosa demonstram que esses ainda guardam de forma marcante a assinatura da rocha fonte, provavelmente devido à atuação do intemperismo físico ter sido mais intenso que o intemperismo químico nessa região.

- Solos da região Feijó-Tarauacá (este estudo)
- PAAS (Taylor & McLennan, 1985)
- Crosta continental superior (Wedepohl, 1995)
- Solos região Central da Amazônia (Konhauser *et al*, 1994)
- Solos região Carajás (Konhauser *et al*, 1994)
- Solos de várzea da região central da Amazônia (Konhauser *et al*, 1994)

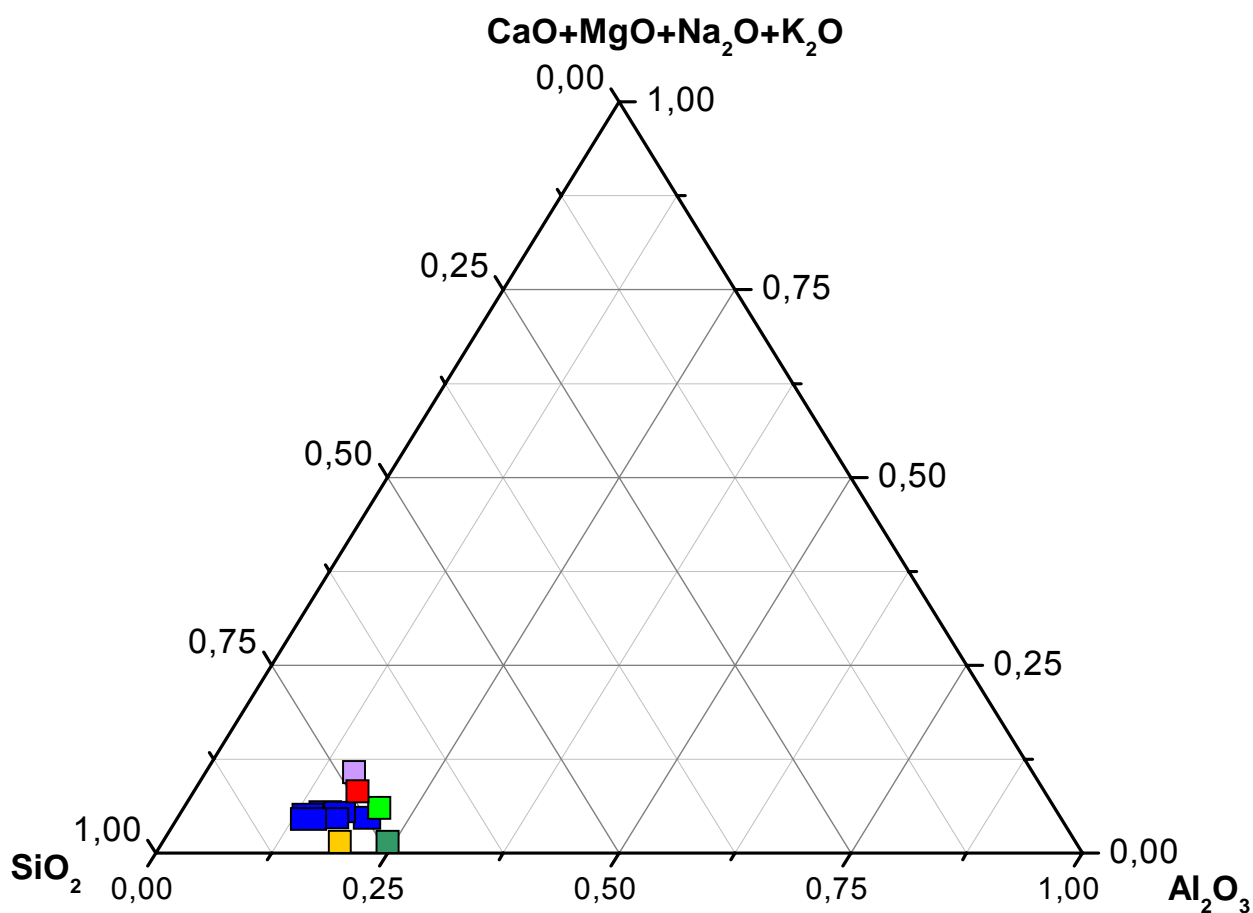


Figura 43 - Comparação entre a composição química dos solos da região Feijó-Tarauacá com solos de outras regiões ressaltando a relação Si-cátions-Al

5.1.4.2 Intensidade do intemperismo

Embora se esteja estudando solos-sedimentos que de alguma forma já estão sofrendo a ação do intemperismo químico, mesmo que em pequeno grau, a julgar pela pouca profundidade, esses ainda apresentam forte similaridade com os sedimentos da Formação Solimões, guardando a assinatura da rocha fonte, sem grandes modificações, tornando pertinente avaliar a intensidade do intemperismo sofrido pelos mesmos, ou na sua área fonte. Essa intensidade de intemperismo pode ser calculada a partir do IAQ (Índice de Alteração Química) que permite avaliar o grau de intemperismo químico sofrido na área fonte ou verificar a proporção relativa de alteração química sofrida pelo material presente nas amostras (SAWYER, 1986). O cálculo do IAQ é definido como $Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O) \times 100$ (conteúdo molar), sendo teor de CaO pertencente a silicatos (NESBITT; YOUNG, 1982).

Como de fato foi identificada calcita na maioria das amostras estudadas, para o cálculo do IAQ foram considerados apenas os teores de CaO pertencentes aos silicatos, com subtração dos teores de CaO pertencentes a calcita com base nos cálculos semi-quantitativos das porcentagens dos minerais dos solos estudados mostrados anteriormente.

O valor médio do IAQ encontrado nos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá foi de 83, com variação de 81 a 86. (Figura 44). Esses valores são maiores que a média de 65 encontrada por Almeida (2005) nos sedimentos de praia do Acre, assim como a média de 67 para os solos de várzea da região central da Amazônia; porém são menores que a média do IAQ de solos inférteis como aqueles da região de Carajás (98) e da região central da Amazônia (99), sendo esses três últimos IAQ calculados com base na composição química encontrada por Konhauser et al. (1994). Entretanto os valores do IAQ do presente estudo se encontram dentro do intervalo do IAQ dos sedimentos fluviais recentes de rios da Amazônia peruana (70 – 93) encontrados por Kalliola et al. (1993) bem como das esmectitas (montmorilonitas) (75-85) encontrado por Taylor e McLennan (1985). Provavelmente os IAQ para os solos-sedimentos estudados estão relacionados com

o grande conteúdo de esmectitas presentes no material. A Figura 45 mostra a média dos índices de alteração química (IAQ) para os solos-sedimentos estudados na região Feijó-Tarauacá comparados a outros sedimentos e minerais.

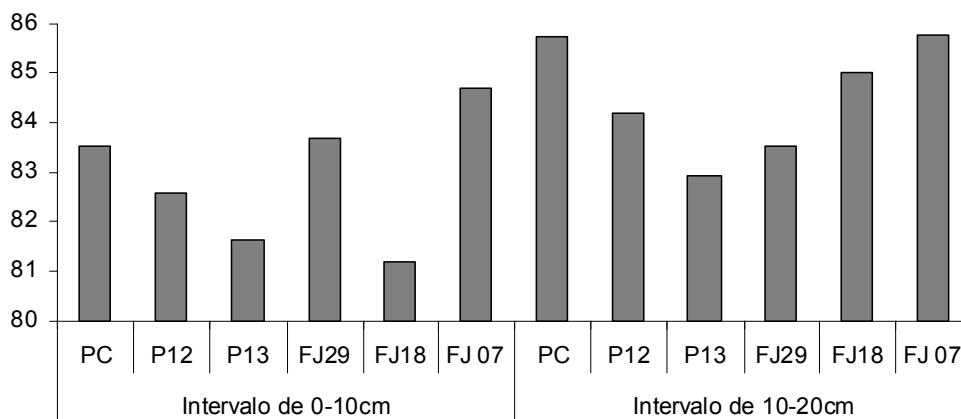


Figura 44 - Índice de alteração química (IAQ) dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá nos dois intervalos de profundidade (0-10 e 10-20cm)

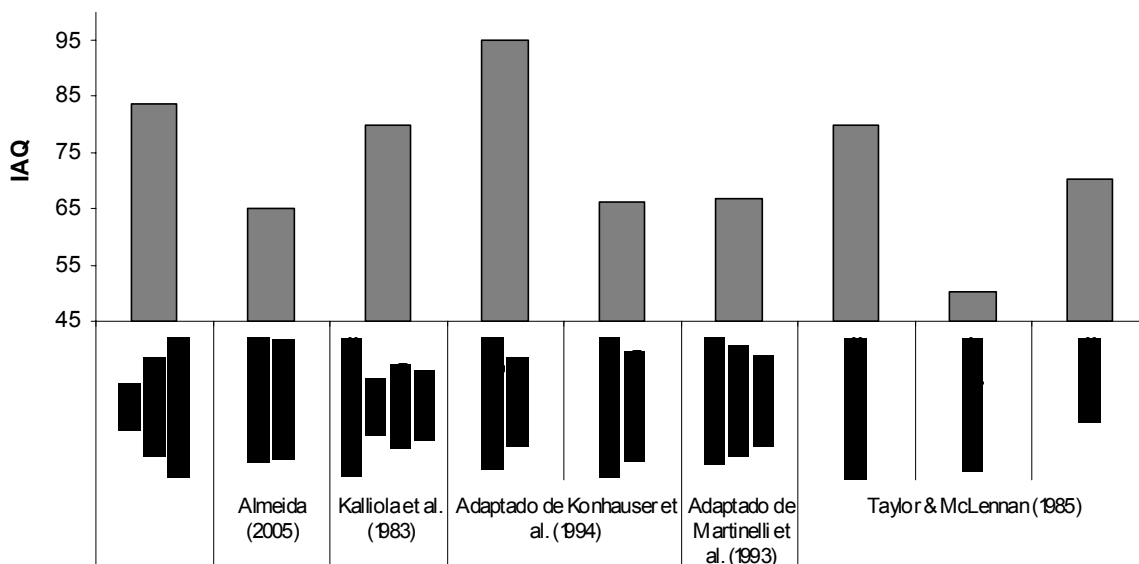


Figura 45 - Índice de alteração química (IAQ) para a média dos solos-sedimentos estudados na região Feijó-Tarauacá comparados a outros materiais de referência.

Outra forma de avaliar a imaturidade de sedimentos e rochas sedimentares é utilizando a razão de alguns óxidos, como $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (FRANZINELLI; POTTER, 1985) bem como $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ e $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$ (SAWYE, 1986; YANG; JUNG; LI, 2003), sendo que, maior será a maturidade dos sedimentos quanto maior forem estas razões.

A Tabela 15 apresenta os valores médios das razões citadas acima para os solos-sedimentos estudados comparados com os dados de Franzinelli e Potter (1985) para os sedimentos dos rios que nascem nos Andes na divisa Brasil-Peru-Colômbia, dados de Konhauser, Fyfe e Kronberg (1994) para as planícies de inundação do rio Solimões próximo a Manaus, assim como dados de Almeida (2005) para sedimentos praianos do Acre e de Kalliola et al. (1993) para os sedimentos fluviais da Amazônia peruana. Os solos-sedimentos estudados apresentam os valores mais baixos para as razões $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$, o que lhes confere elevado grau de imaturidade, contudo a razão $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ apresentada o maior valor, sugerindo que o intemperismo químico na fonte tenha liberado mais Na, ou ainda que este esteja em estrutura mineral fraca, fazendo com que os solos-sedimentos sofra uma maior lixiviação desse elemento, concentrando mais K.

Tabela 15 - Razões médias para os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá comparados com sedimentos de outras regiões.

	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$
Solos da região Feijó-Tarauacá estudados	4,45	11,78	0,32
Planície de inundação do rio Solimões (Konhauser et al., 1994)	4,08	1,76	0,9
Sedimentos dos rios do Acre (Almeida, 2005)	11,64	2,08	1,41
Rio dos Andes (Franzinelli & Potter, 1985)	8	0,9	0,9
Sedimentos recentes dos rios da Amazônia peruana (Kalliola et al., 1993)	-	3,5	-

5.1.4.3 Elementos traços

As concentrações dos elementos traços para os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10 e 10-20cm estão apresentados nas Tabelas 16 e 17. Os teores de Ba, Sr, Co e Pb estão mais elevados nos solos-sedimentos da Colônia Treze de Maio, os demais elementos não sofrem grandes variações.

Quando normalizados com a crosta terrestre superior (Figura 46 e 47) os solos-sedimentos se mostram enriquecidos em V, Cr, Ga, Sc, Cs, Sb e Cu para todas as amostras nos dois intervalos de profundidade, com exceção do Cu na amostra FJ-29 (ao longo da BR-364) que se mostra empobrecida nas duas profundidade. Equivalem-se em Zr, Hf, Rb, Ta, Th, U, Sn e Be nos dois intervalos de profundidade. Mostram-se ainda enriquecidos em Ni apenas nas amostras FJ7 (0-10cm) e PC (10-20cm) e empobrecidos nos demais elementos em todas as amostras com exceção da amostra R12 (Colônia Treze de Maio) que se mostra enriquecido em Zn e Co na nos dois intervalos de profundidade e ainda Co no intervalo de 10-20cm. O Sr é o elemento mais empobrecido principalmente nas amostras ao longo da BR-364, que contém maior conteúdo de areia.

Em relação ao PAAS se equivalem apenas nos elementos Hf, Nb, Sc, Zr, Th e U enquanto para os demais se mostram empobrecidos (Figura 48 e 49). Essas normalizações mostram que a concentração de elementos traços nos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá se estabelece entre aquelas dos sedimentos PAAS e crosta terrestre superior, confirmando uma fonte constituída de quartzo além de feldspato e argilas 2:1 de acordo com a mineralogia encontrada para os sedimentos da Formação Solimões.

Tabela 16 - Concentração em ppm dos elementos traços nos solos-sedimentos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 0-10cm comparados com a Crosta Terrestre Superior e com os folhelhos australianos- PAAS.

Solos na profundidade de 0-10cm		Elementos traços em ppm																						
		Ba	Zr	Rb	V	Sr	Cr	Zn	Co	Ni	Cu	Ga	Nb	Sc	Cs	Hf	Ta	Pb	Th	Sn	U	Be	Ge	Sb
Solos da Colônia Treze de Maio (Tarauacá)	PC	471	232	105	106	95	50	40	12	< 20	20	18	18	13	8,2	6,4	1,5	11	13	2	2,8	2	< 1	< 0,5
	R12	461	243	101	104	74	40	30	18	20	20	15	15	11	7,2	6,7	1,3	11	12	2	2,6	2	1	0,7
	R13	453	192	108	91	77	40	< 30	12	20	20	16	15	12	7,6	5,7	1,3	< 5	12	2	2,6	2	1	0,6
	Média	462	222	105	100	82	43	33	14	20	20	16	16	12	7,7	6,3	1,4	9	13	2	2,7	2	1	0,6
Solos ao longo da BR-364 (trecho Feijó-Tarauacá)	FJ 29	264	228	93	92	54	40	40	7	20	10	18	13	12	7,9	6,4	1,1	8,0	11	2	2,6	2	1	0,5
	FJ 18	352	251	92	87	70	40	< 30	9	< 20	30	15	14	11	6,8	6,7	1,1	5,0	11	2	2,4	2	1	0,5
	FJ 07	302	198	120	105	69	50	40	11	30	20	20	17	15	11	5,4	1,3	6,0	12	3	2,6	2	2	0,7
	Média	306	226	102	95	64	43	36	9	25	20	18	15	13	8,5	6,2	1,2	6,3	11	2	2,5	2	1,3	0,6
Média geral	384	224	103	98	73	43	35	12	23	20	17	15	12	8,1	6,2	1,3	7,7	12	2	2,6	2	1,2	0,6	
CTS	668	237	110	53	316	35	52	12	19	14	14	26	7	5,8	5,8	1,5	17	10	2,5	2,5	3,1	1,4	0,3	
PAAS	650	210	160	150	200	110	-	23	55	50	-	19	16	15	5,0	-	-	15	-	3,1	-	-	-	

CTS- crosta terrestre superior (WEDEPOHL, 1995)

PAAS- folhelhos pós Arqueanos da Austrália (TAYLOR; MCLENNAN, 1985)

(-) não determinado

Tabela 17 - Concentração em ppm dos elementos traços nos solos-sedimentos da região Tarauacá-Feijó na profundidade de 10-20cm comparados com a Crosta Terrestre Superior e com os folhelhos australianos- PAAS.

Solos na profundidade de 10-20cm	Elementos traços em ppm																							
	Ba	Zr	Rb	V	Sr	Cr	Zn	Co	Ni	Cu	Ga	Nb	Sc	Cs	Hf	Ta	Pb	Th	Sn	U	Be	Ge	Sb	
Solos da Colônia Treze de Maio de Tarauacá	PC	388	213	110	113	96	50	40	9	50	20	18	18	14	9,6	5,8	1,4	10	13	2	2,7	2	1	0,6
	R12	413	239	113	107	78	40	60	14	< 20	20	18	17	13	8,5	6,5	1,3	20	13	3	2,6	2	1	0,8
	R13	443	212	114	99	76	50	30	12	< 20	20	17	16	14	8,5	6,0	1,3	8	12	2	2,6	2	1	0,7
Média	415	221	112	106	83	47	43	12	30	20	18	17	14	8,9	6,1	1,3	13	13	2,3	2,6	2	1,0	0,7	
Solos ao longo da BR-364 (trecho Feijó-Tarauacá)	FJ 29	272	179	90	86	51	40	< 30	7	< 20	10	16	12	11	6,6	4,9	1,0	< 5	10	2	2,3	2	< 1	< 0,5
	FJ 18	389	261	96	96	69	40	40	8	< 20	20	18	14	13	7,4	7,0	1,2	12	13	2	2,9	2	1	0,6
	FJ 07	267	181	114	101	62	50	< 30	7	< 20	20	19	16	15	11	5,1	1,3	< 5	12	2	2,5	2	< 1	0,6
Média	309	207	100	94	61	43	33	7,3	20	17	18	14	13	8,3	5,7	1,2	7	11	2	2,6	2	1	0,6	
Média geral	362	214	106	100	72	45	38	9,5	25	18	18	16	13	9	6	1	10	12	2,2	2,6	2,0	1,0	0,7	
CTS	668	237	110	53	316	35	52	12	19	14	14	26	7	5,8	5,8	1,5	17	10	2,5	2,5	3,1	1,4	0,3	
PAAS	650	210	160	150	200	110	-	23	55	50	-	19	16	15	5,0	-	-	15	-	3,1	-	-	-	

CTS- crosta terrestre superior (WEDEPOHL, 1995)

PAAS- folhelhos pós Arqueanos da Austrália (TAYLOR; MCLENNAN, 1985)

(-) não determinado

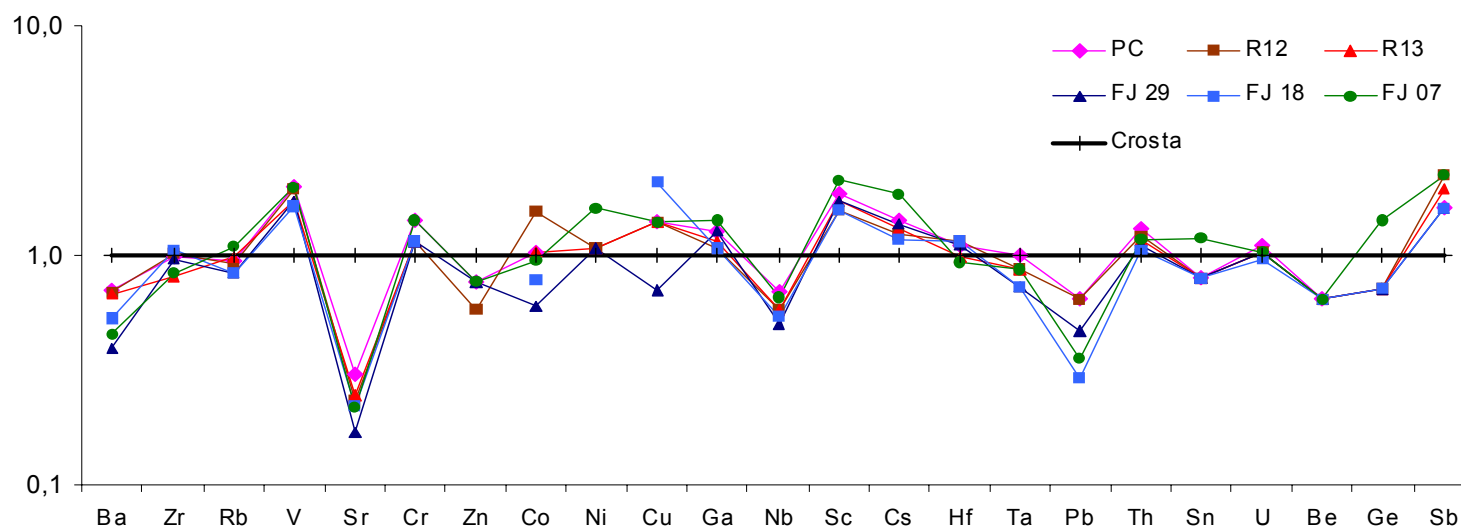


Figura 46 - Normalização das concentrações dos elementos traço dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm com as da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995)

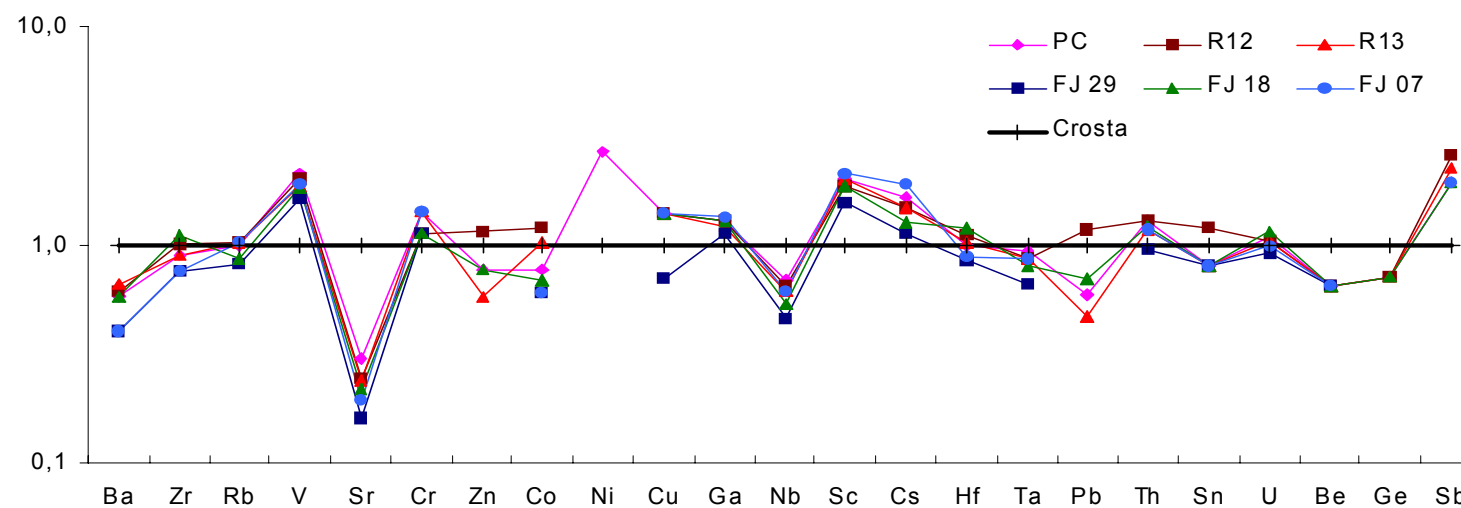


Figura 47 - Normalização das concentrações dos elementos traço dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm com as da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995)

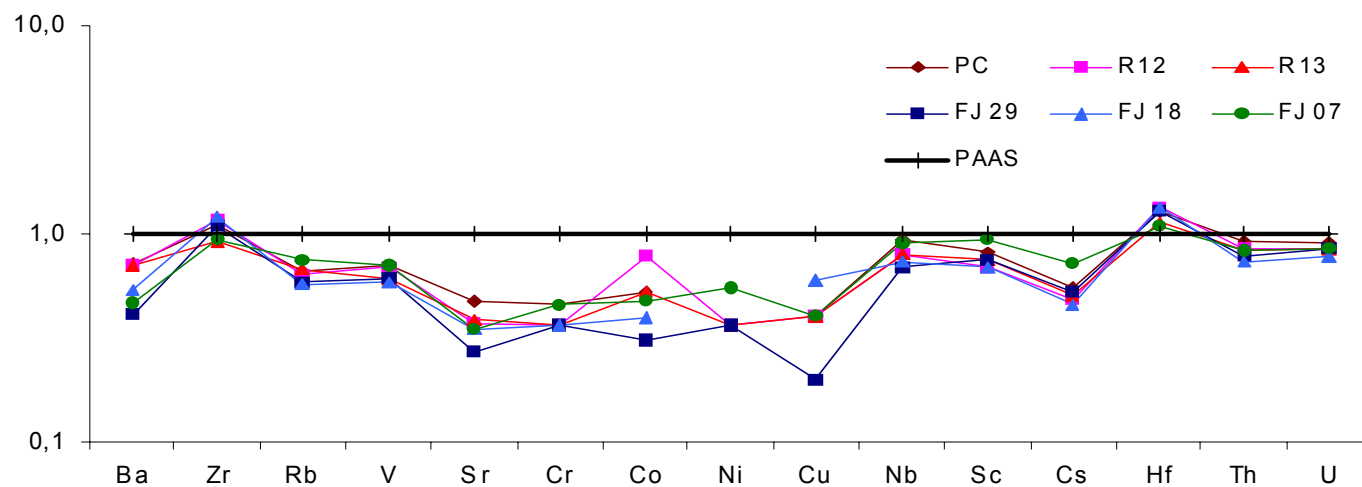


Figura 48 - Normalização das concentrações dos elementos traço dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm com os folhelhos pós-arqueanos australianos (PAAS). Dados do PAAS: Taylor e McLennan (1985)

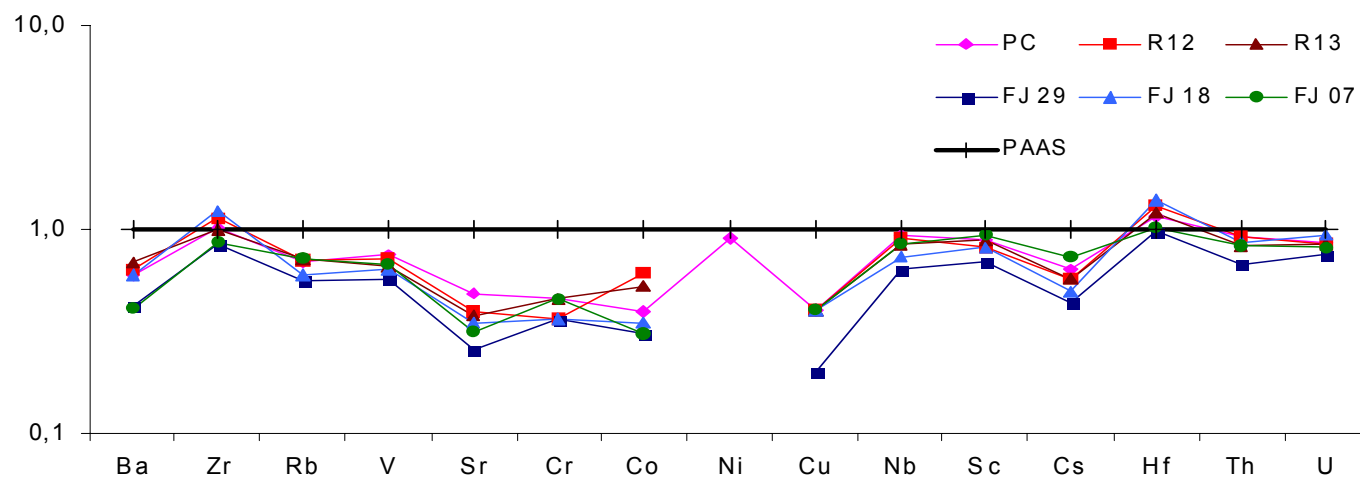


Figura 49 - Normalização das concentrações dos elementos traço dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm com os folhelhos pós-arqueanos australianos (PAAS). Dados do PAAS: Taylor e McLennan (1985)

5.1.4.4 Elementos terras raras

Os teores dos elementos terras raras nos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá estão demonstrados na Tabela 18 e revelam que as suas maiores concentrações foram encontradas na amostra FJ18 para o intervalo de 0-10cm e na amostra FJ-7 para o intervalo de 10-20cm de profundidade, com exceção do Ce que se mostra maior na amostra P12 no intervalo de 0-10cm.

Quando esses solos-sedimentos são normalizados à crosta terrestre superior (Wedepohl, 1995) (Figura 50 e 51), mostram-se enriquecidos nos terras pesados e equiparáveis em terras raras leves, com exceção do Ce na amostra P12 que se mostra enriquecido nesse elemento no intervalo de 0-10cm. A normalização com PAAS mostra que os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá se equivalem para todas as amostras e todos os elementos, com exceção mais uma vez para a mostra P12 que se mostra enriquecido em Ce no intervalo 0-10cm de profundidade (Figura 52 e 53). Isto reforça a contribuição de rochas de composição química próximas à composição tonalítica, de Wedepohl (1995) como sendo uma das fontes dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá, assim como vem demonstrar que esses solos-sedimentos experimentam evolução semelhante aos sedimentos formadores das rochas do PAAS.

A normalização dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá (Figura 54 e 55) aos condritos com dados de Evensen, Hamilton e O'nions (1978), mostra claramente um enriquecimento em todos os elementos terras raras com enriquecimento maior dos elementos terras raras leves (ETRL), e horizontalização dos elementos terras raras pesados (ETRP).

Tabela 18 - Concentração em ppm dos elementos terras raras nos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá comparadas com a da Crosta Terrestre Superior, com os folhelhos australianos - PAAS e com os condritos.

Localidade	Intervalo de 0-10cm	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Solos de plantação de abacaxi "gigante de Tarauacá", na Colônia 13 de Maio	PC	31,3	66,5	6,8	23,1	4,1	0,9	3,6	0,6	4,0	0,9	2,8	0,5	3,0	0,4
	P12	28,0	107	6,3	21,5	4,3	0,9	3,8	0,7	4,3	0,9	2,8	0,5	2,9	0,4
	P13	30,7	73,6	7,3	25,4	5,0	1,1	4,2	0,8	4,6	1,0	2,9	0,5	3,0	0,4
	Média	30,0	82,4	6,8	23,3	4,5	0,9	3,9	0,7	4,3	0,9	2,8	0,5	3,0	0,4
Solos ao longo da BR-364, trecho Feijó - Tarauacá	FJ 29	30,5	56,1	6,6	22,7	4,2	0,9	3,8	0,6	3,8	0,8	2,6	0,4	2,5	0,4
	FJ 18	32,6	70,1	8,4	30,7	6,2	1,4	5,9	1,0	5,4	1,1	3,3	0,5	3,2	0,5
	FJ 07	36,2	66,4	7,8	26,6	4,7	1,0	4,4	0,8	4,4	0,9	2,8	0,5	2,9	0,4
	Média	33,1	64,2	7,6	26,7	5,0	1,1	4,7	0,8	4,5	0,9	2,9	0,5	2,9	0,4
Média Geral		31,6	73,3	7,2	25,0	4,8	1,0	4,3	0,8	4,4	0,9	2,9	0,5	2,9	0,4
CTS		32	66	6,3	26,0	4,7	1,0	2,8	0,5	2,9	0,6	n.d.	n.d.	1,5	0,27
PAAS		38	80	8,9	32,0	5,6	1,1	4,7	0,77	4,4	1,0	2,9	0,4	2,8	0,43
Condritos		0,2	0,6	0,1	0,5	0,15	0,058	0,204	0,04	0,3	0,1	0,17	0,03	0,2	0,03
Localidade	Intervalo de 10-20cm	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Solos de plantação de abacaxi "gigante de Tarauacá", na Colônia 13 de Maio	PC	31,2	61,1	6,7	22,5	4,0	0,8	3,4	0,7	4,0	0,8	2,6	0,4	2,8	0,4
	P12	28,6	72,7	6,2	20,8	3,9	0,8	3,4	0,6	3,8	0,8	2,6	0,4	2,8	0,4
	P13	33,9	77,3	7,3	26,7	5,2	1,1	4,3	0,8	4,7	1,0	3,0	0,5	2,9	0,4
	Média	31,2	70,4	6,7	23,3	4,4	0,9	3,7	0,7	4,2	0,9	2,7	0,4	2,8	0,4
Solos ao longo da BR-364, trecho Feijó - Tarauacá	FJ 29	28,7	51,3	6,8	24,0	4,6	1,1	4,3	0,7	4,1	0,9	2,6	0,4	2,7	0,4
	FJ 18	35,1	68,7	8,4	30,0	6,0	1,3	5,4	0,9	4,9	1,0	3,0	0,5	3,0	0,4
	FJ 07	38,1	72,0	9,0	31,9	6,1	1,3	5,7	0,9	5,2	1,0	3,1	0,5	3,0	0,4
	Média	34,0	64,0	8,1	28,6	5,6	1,2	5,1	0,8	4,7	1,0	2,9	0,5	2,9	0,4
Média Geral		32,6	67,2	7,4	26,0	5,0	1,1	4,4	0,8	4,5	0,9	2,8	0,4	2,9	0,4

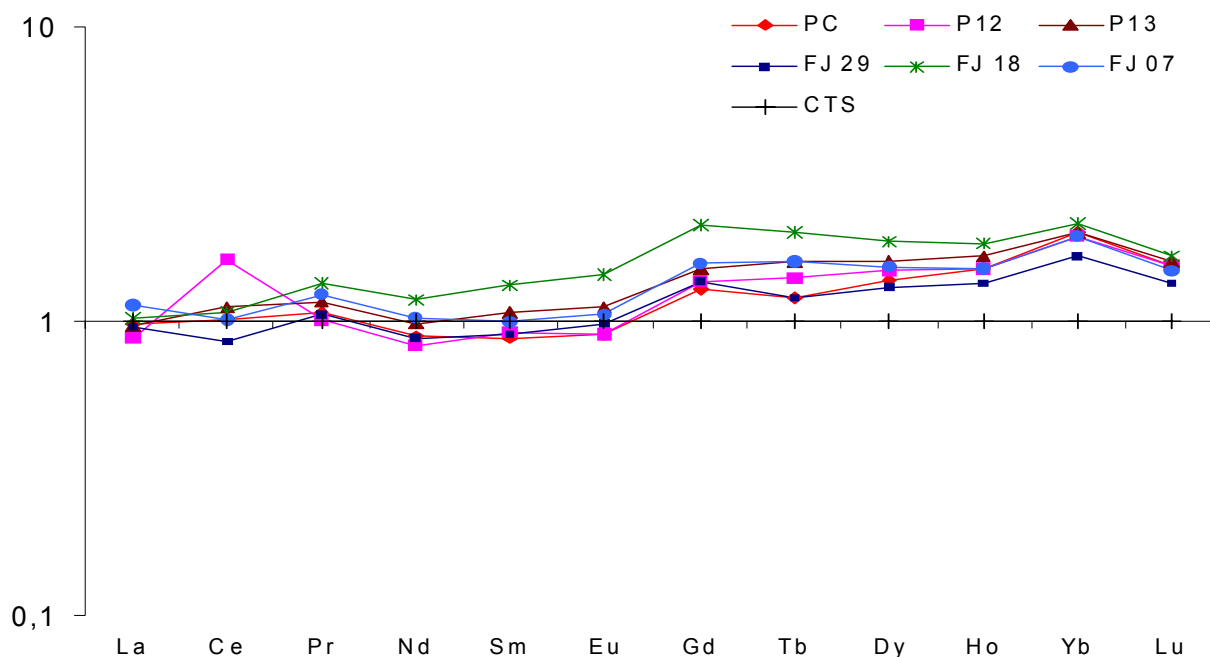


Figura 50 - Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm com os da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995).

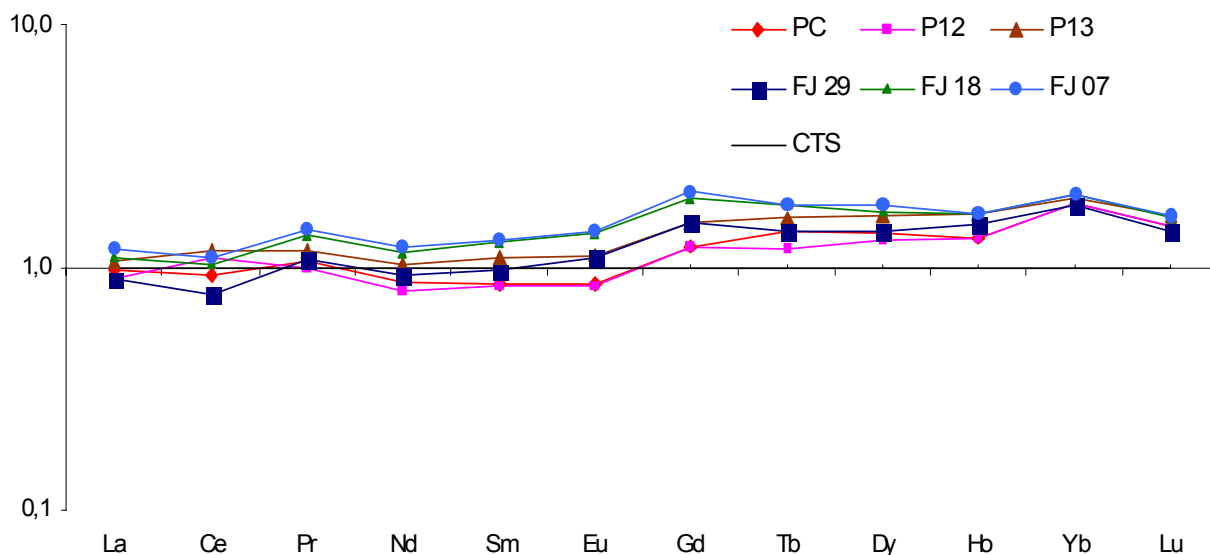


Figura 51 - Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm com os da crosta terrestre superior. Dados da crosta: Wedepohl (1995).

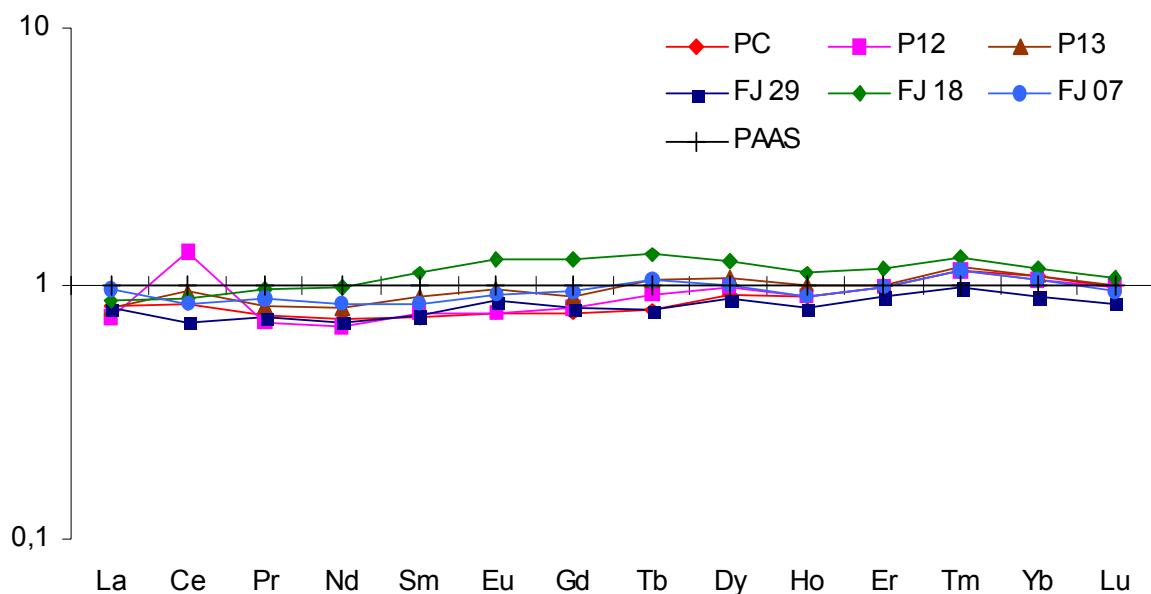


Figura 52 - Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm com os do PAAS. Dados do PAAS: Taylor e McLennan (1985).

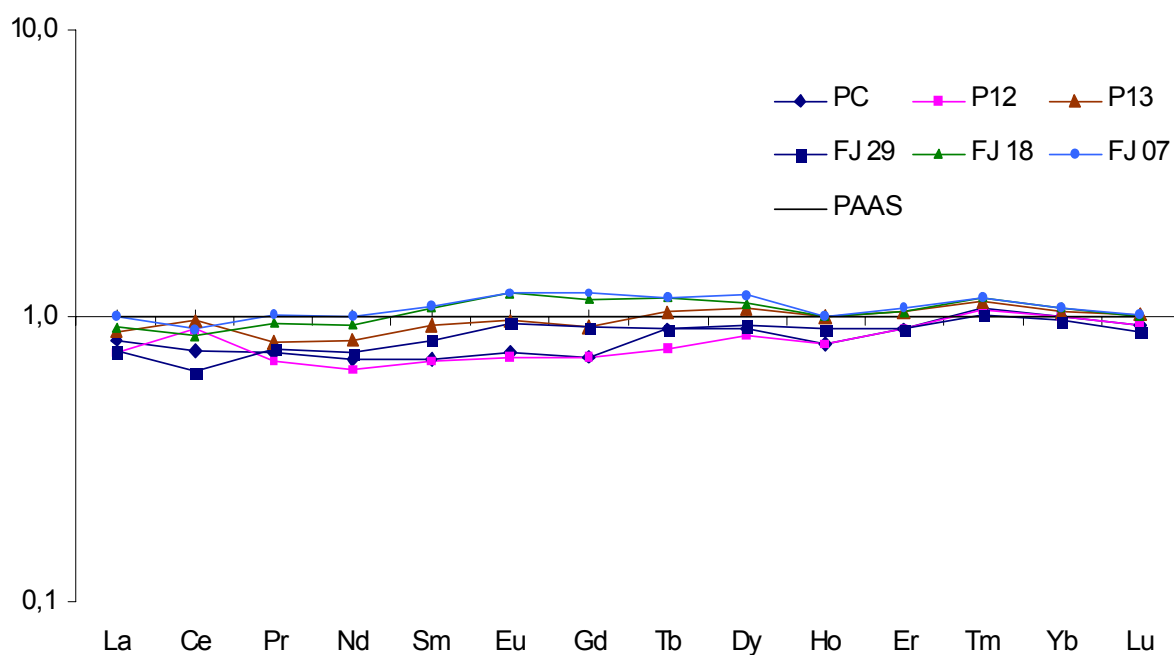


Figura 53 - Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm com os do PAAS. Dados do PAAS: Taylor e McLennan (1985).

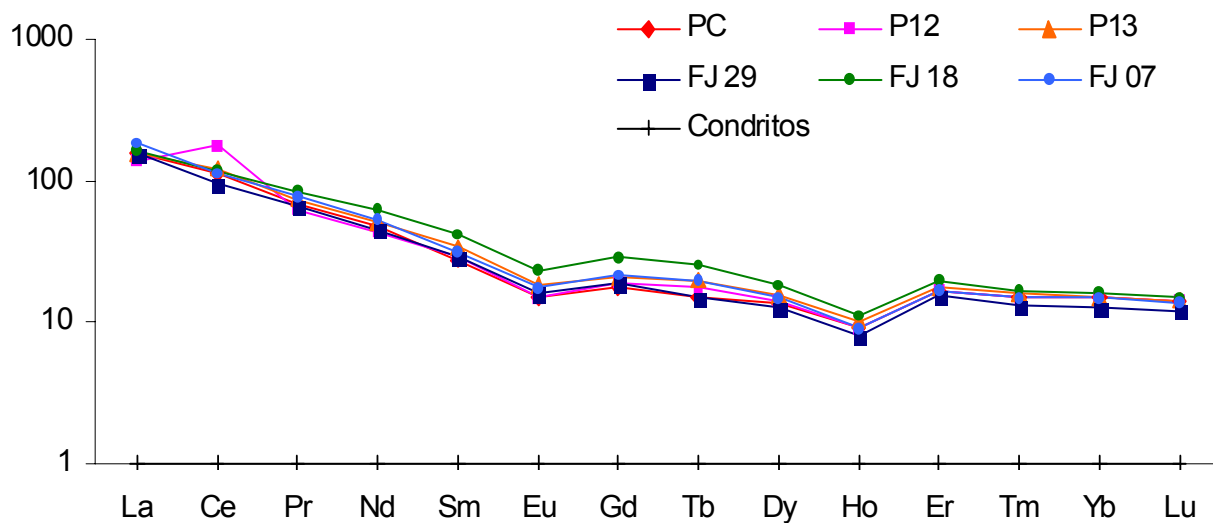


Figura 54 - Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-10cm aos condritos. Dados para condritos: Evensen, Hamilton e O'nions (1978).

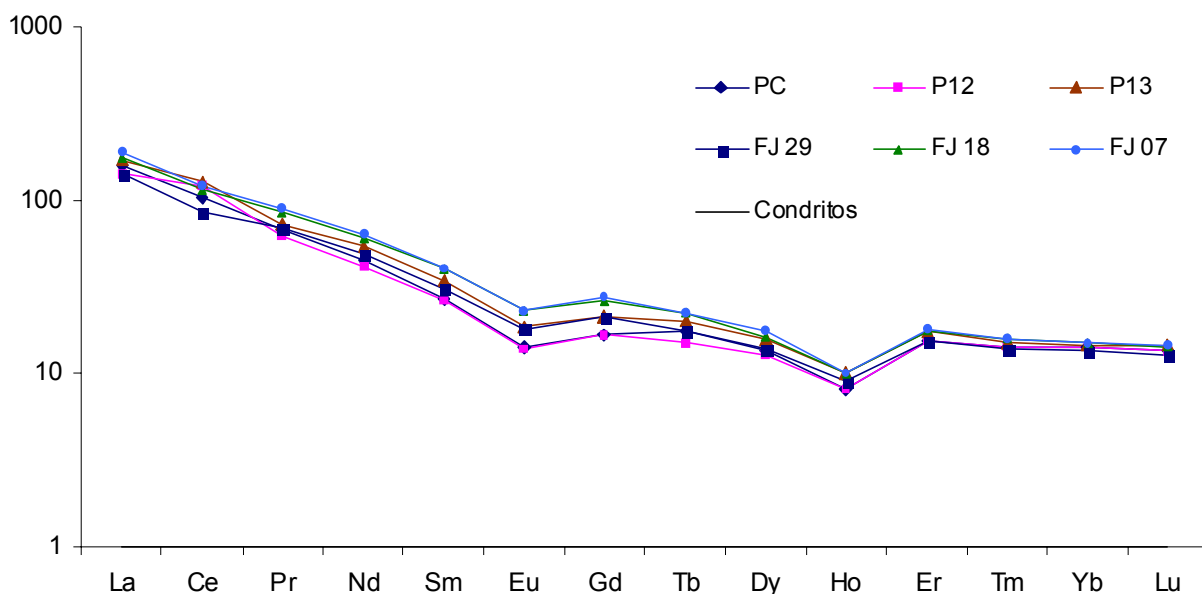


Figura 55 - Normalização dos teores dos elementos terras raras dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 10-20cm aos condritos. Dados para condritos: Evensen, Hamilton e O'nions (1978).

5.1.5 A fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá

Os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá de granulometria silto-argilosa, com pouca fração areia, mineralogia quartzo-esmectítica, e com teores relativamente elevados de metais alcalinos e alcalinos terrosos, permitem que pequenos agricultores da região se beneficiem dos mesmos, sem uso de fertilizantes ou adubos, para o cultivo em pequena escala de abacaxi (Figura 56), banana, mamão, milho, feijão e outros, porém o que se destaca é o do abacaxi gigante de Tarauacá. Tudo isto indica que esses solos possuem boa fertilidade, o que contrasta com a maioria dos solos da Amazônia que em geral são caulíníficos, textura mais arenosa, com baixos teores de metais alcalinos e alcalinos terrosos e elevados teores de acidez, onde se faz necessárias adições de corretivos no solo para a prática agrícola.

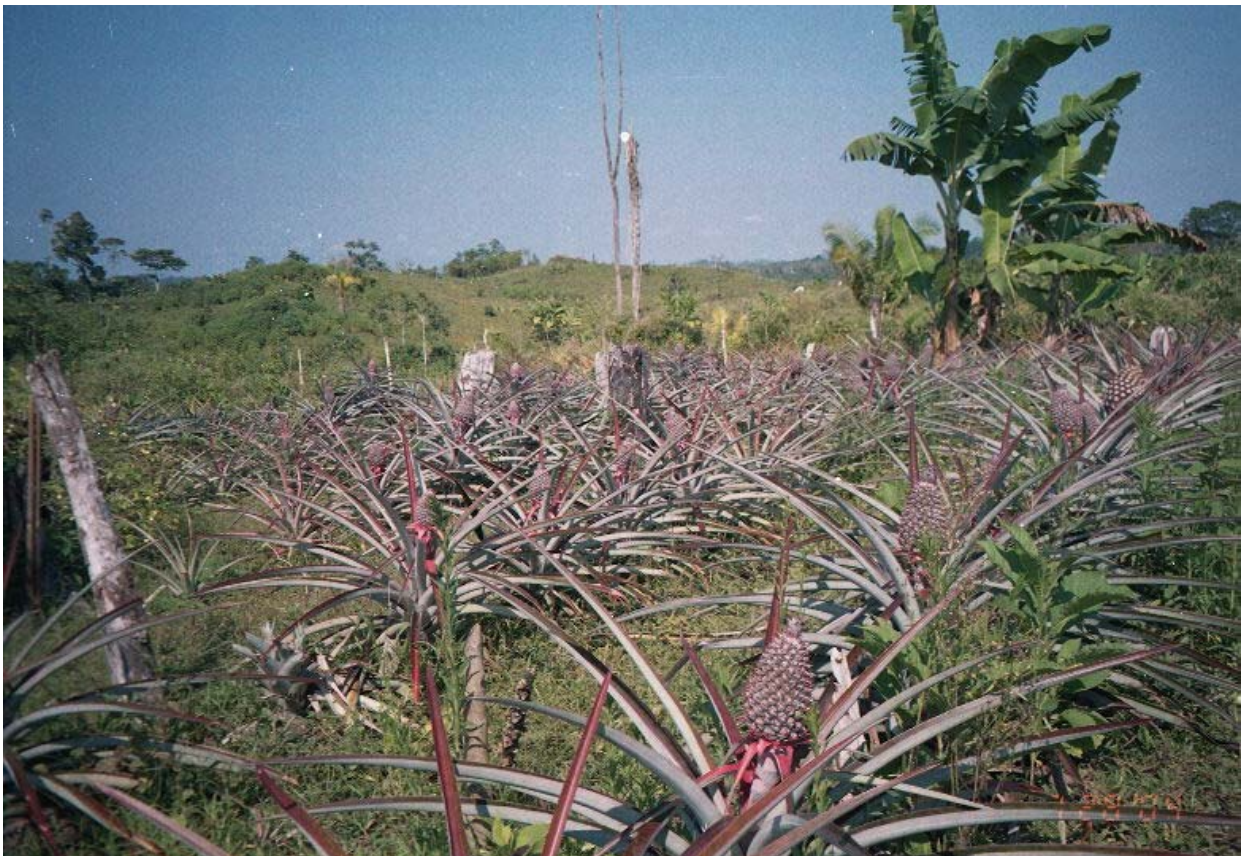


Figura 56 - Plantação de abacaxi “gigante de Tarauacá” na Colônia Treze de Maio em Tarauacá. Julho de 2004. Plantação do Sr. João Cobra.

Os resultados das análises de fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá indicaram concentrações elevadas de macronutrientes como K, Ca, Mg e micronutrientes como Fe, Mn e Zn, valores médios a altos de P e ainda valores baixos de matéria orgânica e Al (Tabela 19 e 20).

As Tabelas 19 e 20 mostram os resultados das análises de fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm, onde deve ser levado em consideração na sua interpretação o fato de que os solos (amostras PV, P11, P12, P13, P21 e P22) da plantação de abacaxi Gigante de Tarauacá na Colônia Treze de Maio já sofreram perdas nas concentrações de macro e micro nutrientes, visto que suas coletas foram realizadas com o a abacaxi em estágio de maturidade e também devido às plantações sucessivas de milho e arroz, que são realizadas antes de se iniciar a de abacaxi, mantendo assim o costume e a tradição de seus cultivadores.

O valor médio (Tabela 19) encontrado para o $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ nos solos de plantação de abacaxi gigante no intervalo de 0-10cm de profundidade foi 6,8, enquanto que a média do $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ nos solos de mata virgem, solos ao longo da estrada e na Colônia Coração de Jesus, foi em ambas 6,2. No intervalo de 10-20cm a maior média do $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ (Tabela 20) foi encontrada nos solos ao longo da BR-364, com 6,31, seguida dos solos da plantação de abacaxi com 6,20, solos da Colônia três de Maio com 6,16 e por último os solos de mata virgem com 5,9. Esses valores médios estão acima do valor ideal recomendado para o cultivo de abacaxi tradicional, que é de 5,5. Todas as amostras de solos apresentaram valores de $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ maiores que os valores de $\text{pH}(\text{KCl})$ (Figura 57), indicando que esses solos possuem predominância de cargas negativas, adsorvendo maior quantidade de cátions que de ânions.

Tabela 19 - Índices de fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm

Solos no intervalo de 0-10cm			cmol _c /dm ³								%					mg/dm ³					pH	
			Ca	Mg	K	Na	Al	H + Al	SB	CTC	V	C.O	M.O.	S. Na	m	Fe	Mn	Zn	Cu	P	(H ₂ O)	(KCl)
Colônia 13 de Maio (Tarauacá)	pasto	PC	14,3	4,7	0,82	2,4	0,0	1,4	22,3	23,3	94,3	2,4	4,2	10,1	0,0	134	238	2,4	3,0	4,6	6,6	5,3
		PV	13,2	2,0	0,29	0,6	0,1	1,4	16,1	17,5	92,0	3,4	5,8	3,7	0,6	107	307	4,5	1,4	3,4	7,2	6,2
		P11	14,0	2,9	0,35	1,0	0,0	1,6	18,2	19,7	92,1	2,0	3,4	4,9	0,0	104	180	3,7	3,7	4,0	6,3	4,7
		P12	13,6	2,6	0,31	1,0	0,0	1,4	17,6	19,0	92,6	2,6	4,5	5,5	0,0	129	293	8,3	4,2	3,7	7,1	6,0
		P13	12,0	2,5	0,31	0,9	0,0	1,1	15,8	16,8	93,8	3,2	5,5	5,6	0,0	99	294	4,6	2,5	9,8	7,5	6,5
		P21	9,1	2,0	0,25	0,6	0,0	1,8	12,0	13,7	87,3	2,3	4,0	4,4	0,0	149	361	5,0	4,1	3,2	5,3	4,4
		P22	15,1	3,6	0,33	1,0	0,1	1,2	20,0	21,1	94,6	3,0	5,1	4,6	0,5	60	314	23,7	2,8	3,9	7,4	6,4
		Média	13,1	2,9	0,4	1,1	0,0	1,4	17,4	18,8	92,4	2,7	4,6	5,5	0,2	112	284	7,5	3,1	4,7	6,8	5,6
Mata virgem (próximo a Colônia 13 de Maio)	MV1	5,9	3,0	0,28	0,4	0,1	1,1	9,5	10,6	89,7	2,5	4,3	3,8	1,0	77	333	14,9	1,9	3,9	6,3	4,8	
	MV2	4,0	2,0	0,31	0,5	0,2	1,1	6,8	7,9	86,7	2,7	4,7	6,3	2,8	168	414	9,3	3,3	3,2	6,0	4,7	
	Média	5,0	2,5	0,3	0,5	0,2	1,1	8,2	9,3	88,2	2,6	4,5	5,0	1,8	122	374	12,1	2,6	3,6	6,2	4,8	
Ao longo da BR-364 (trecho Feijó-Tarauacá)	FJ35	2,7	1,6	0,24	0,6	0,6	2,7	5,1	7,8	66,0	4,4	7,6	7,6	10,4	721	339	10,2	2,9	30,8	4,9	3,9	
	FJ29	5,7	3,1	0,32	0,8	1,8	3,0	9,9	12,6	78,2	1,3	2,2	6,2	15,4	182	16	1,7	2,5	7,7	5,5	3,8	
	FJ19	11,9	5,1	0,19	0,3	0,0	0,6	17,6	18,1	97,0	0,5	0,9	1,8	0,0	32	56	1,0	1,8	16,8	8,5	7,1	
	FJ18	10,1	2,6	0,31	0,7	0,0	0,5	13,8	14,2	96,8	1,8	3,1	5,1	0,0	102	235	2,6	5,0	29,6	7,8	6,7	
	FJ12	2,6	2,7	0,21	0,6	0,1	1,7	6,1	7,8	78,8	1,9	3,3	7,1	1,6	819	398	8,5	3,1	16,1	5,6	4,3	
	FJ11	3,2	1,6	0,22	0,6	0,0	2,3	5,7	7,9	71,5	0,9	1,5	7,4	0,0	925	77	16,0	4,0	10,0	5,5	4,4	
	FJ07	4,3	4,8	0,41	1,3	6,3	7,5	10,8	18,3	58,9	1,8	3,0	7,2	36,9	162	90	3,2	5,9	2,5	5,3	3,6	
	Média	5,8	3,1	0,27	0,7	1,3	2,5	9,8	12,4	78,2	1,8	3,1	6,1	11,3	420	173	6,2	3,6	16,2	6,2	4,8	
Sítio Coração de Jesus (Feijó)	P3	6,0	2,8	0,27	0,3	0,1	1,2	9,4	10,6	88,6	2,5	4,3	2,7	1,1	371	117	5,19	1,4	2,68	6,2	5,0	
Média geral		8,7	2,9	0,32	0,8	0,6	1,8	12,7	14,5	85,8	2,3	4,0	5,5	4,2	255	239	7,3	3,1	9,2	6,4	5,2	

Tabela 20 - Índices de fertilidade dos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm.

Solos no intervalo de 10-20cm			cmolc/dm ³								%				m	mg/dm ³					pH	
			Ca	Mg	K	Na	Al	H + Al	SB	CTC	V	C.O	M.O.	S. Na		Fe	Mn	Zn	Cu	P	(H ₂ O)	(KCl)
Colônia 13 de Maio (Tarauacá)	pasto	PC	13,9	5,0	0,84	2,43	0,0	1,25	22,1	23,4	94,7	1,50	2,58	10,41	0,00	135	84	1,7	4,5	2,9	7,05	4,84
	Plantação de abacaxi "gigante de Tarauacá"	PV	12,7	2,0	0,24	0,63	0,0	1,30	15,6	16,9	92,3	1,62	2,79	3,72	0,00	126	209	2,9	2,5	2,7	6,37	5,83
		P11	14,6	3,0	0,25	0,70	0,0	1,25	18,6	19,8	93,7	1,52	2,62	3,54	0,00	86	108	1,8	2,6	2,9	6,65	4,86
		P12	12,7	2,8	0,27	0,82	0,0	1,80	16,6	18,4	90,2	1,52	2,62	4,48	0,00	159	170	3,6	4,0	2,1	6,65	5,15
		P13	13,3	2,7	0,25	0,70	0,0	1,05	16,9	18,0	94,2	1,60	2,75	3,90	0,00	108	137	2,3	3,4	2,6	5,36	5,19
		P21	9,20	2,4	0,23	0,60	0,1	1,60	12,4	14,0	88,6	1,52	2,62	4,30	0,80	113	255	2,7	4,2	1,9	6,32	4,12
		P22	10,4	2,4	0,26	0,71	0,2	1,55	13,7	15,3	90,0	1,14	1,97	4,66	1,44	98	213	5,1	4,1	2,1	5,69	5,07
		Média	12,4	1,45	0,33	0,94	0,04	1,40	16,56	18,0	92,0	1,49	2,56	5,00	0,32	115	182	3,1	3,5	2,4	6,17	5,03
Mata virgem (próximo a Colônia 13 de Maio)	MV1	5,0	1,6	0,08	0,10	0,1	1,50	6,8	8,3	81,9	2,37	4,09	1,22	1,46	169	111	5,1	1,9	1,7	6,00	4,50	
	MV2	3,0	1,1	0,09	0,10	0,2	1,60	4,2	5,8	72,4	2,55	4,39	1,64	4,54	217	176	6,0	1,5	1,6	5,80	4,30	
	Média	4,0	1,34	0,08	0,10	0,15	1,55	5,49	7,04	77,2	2,46	4,24	1,43	2,66	193	143	5,5	1,7	1,7	5,90	4,40	
Ao longo da BR-364 (trecho Feijó-Tarauacá)	FJ35	2,6	1,3	0,29	0,71	0,5	1,50	4,9	6,4	76,7	1,57	2,70	11,05	8,34	416	224	3,5	1,9	12,0	6,26	3,96	
	FJ29	4,0	2,4	0,25	0,56	2,0	2,8	7,2	10,4	69,1	0,23	0,39	5,43	30,0	112	12	1,2	2,9	17,3	5,58	3,64	
	FJ19	12,3	7,3	0,21	0,32	0,0	0,60	20,1	20,7	97,1	0,20	0,34	1,53	0,00	39	91	1,1	1,3	82,9	8,32	7,01	
	FJ18	7,4	3,0	0,23	0,44	0,0	0,75	11,0	11,8	93,6	0,30	0,52	3,71	0,00	153	104	1,4	3,4	25,8	7,67	6,11	
	FJ12	1,8	1,4	0,12	0,23	0,3	1,60	3,6	5,2	69,1	1,22	2,10	4,46	7,75	795	241	8,1	3,4	3,7	5,56	4,08	
	FJ11	2,9	1,4	0,16	0,39	0,1	1,25	4,9	6,1	79,6	0,10	0,17	6,39	2,01	665	50	9,0	4,0	9,3	5,49	4,00	
	FJ07	2,9	3,9	0,35	1,02	2,5	4,10	8,2	12,3	66,7	0,84	1,44	8,25	23,34	153	41	2,5	8,2	2,1	5,33	3,47	
	Média	4,84	3,0	0,23	0,52	0,77	1,80	8,6	10,4	78,8	0,63	1,10	5,83	9,58	333	109	3,8	3,6	21,9	6,31	4,61	
Sítio Coração de Jesus (Feijó)	P3	3,0	0,68	0,20	0,22	0,2	1,15	4,1	5,3	78,1	1,97	3,39	4,26	4,64	837	180	7,1	1,4	3,6	6,16	4,62	
	Média geral (10-20cm)	7,7	2,6	0,25	0,6	0,4	1,6	11,2	12,8	84,0	1,2	2,1	4,9	3,61	258	142	3,8	3,2	10,4	6,2	4,7	
	Média geral (0-10cm)	8,7	3,0	0,32	0,8	0,6	1,8	6,9	14,5	85,8	2,3	4,0	5,5	4,2	255	239	7,3	3,1	9,2	6,4	5,2	

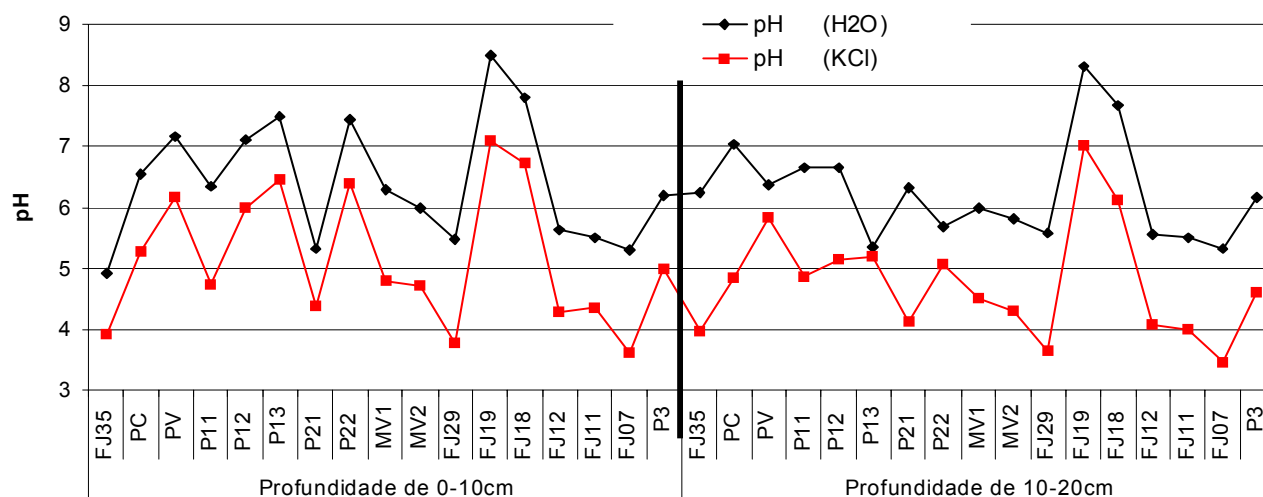


Figura 57 - Distribuição de pH(H₂O) e pH(KCl) nos solos da região Feijó-Tarauacá nas profundidades de 0-10 e 10-20cm.

As médias dos teores de Ca, K e Na (Tabelas 19 e 20) se mostram mais elevados nos solos da Colônia 13 de Maio, onde são cultivados os abacaxis gigantes de Tarauacá, nos dois intervalos de profundidade (Figuras 58 e 59), sendo o Ca até três vezes maior do que nos demais solos. O teor médio de Mg se encontra ligeiramente maior nos solos ao longo da estrada com 3,0 cmol_c/dm³, seguido dos solos da Colônia Treze de Maio (2,9 cmol_c/dm³), enquanto que a menor média de Mg foi de encontrada nos solos de mata virgem próximos a Colônia Treze de Maio com 2,5 cmol_c/dm³ (Figuras 58 e 59).

Geralmente, espera-se que em solos agrícolas e principalmente os tropicais, os teores disponíveis de Na sejam abaixo de 0,10 cmol_c/dm³, e que sejam ainda menores que os de K, porém, o mesmo não foi observado (Figuras 58 e 59). Os teores disponíveis de Na dos solos estudados variam de 0,10 cmol_c/dm³ em solos de mata virgem a 2,43 cmol_c/dm³ em solos de pasto da Colônia Treze de Maio, com média geral de 0,6 cmol_c/dm³ e são consideravelmente maiores que os teores de K, principalmente na Colônia treze de Maio. Isso talvez melhor explique os altos valores da relação K₂O/Na₂O (teor total) mostrados no capítulo 5.1.4.2, Tabela 15. Teores disponíveis de Na muito maiores que os de K, levam conseqüentemente a uma maior lixiviação de Na em relação ao K, influenciando na relação K₂O/Na₂O (teor total).

A média dos teores de P disponível ao longo da BR-364 chegam a ser quase 4 vezes maior que nos demais solos (Tabela 18 e 19; Figuras 60 e 61), apesar do teor de

P total nos solos da Colônia treze de Maio ser quase o dobro do encontrado nos solos da BR-364 no intervalo de 0-10cm. O menor teor de P disponível foi encontrado em amostras de solo de mata virgem ($1,6 \text{ mg/dm}^3$) enquanto o maior (82 mg/dm^3) foi encontrado ao longo da BR-364 na amostra FJ18 (Figura 60 e 61). Essa variação dos teores de P disponível entre os solos estudados, provavelmente está relacionada com a existência de acúmulo de fosfatos fósseis em áreas localizadas dessa região, como já constatado por Costa e Costa (1988); Costa, Costa e Santos (1989).

Fardeau (1996) relata que no máximo 0,1% do P total está disponível nos solos da Amazônia, porém essa relação é bem maior nos solos estudados, sendo que cerca 1,25% do P total se encontra disponível nos solos da Colônia treze de Maio e 16% nos solos ao longo da BR-364.

Os teores médios de macronutrientes Ca, Na, K, Mg e P disponíveis encontrados na região Feijó-Tarauacá são considerados de médio a altos (Tabela 21) quando comparados com os índices genéricos para a classificação dos mesmos.

Tabela 21 - Comparação dos teores de macronutrientes nos sedimentos da região Feijó-Tarauacá com índices genéricos apresentados por Tomé Jr. (1997).

Macronutrientes	Tomé Jr. (1997)			Este estudo Solos da região Feijó- Tarauacá
	Baixa	Média	Alta	
K ($\text{Cmol}_c/\text{dm}^3$)	< 0,10	0,10 a 0,30	> 0,30	0,16 a 0,84
Ca ($\text{Cmol}_c/\text{dm}^3$)	< 2,00	2,00 a 4,00	> 4,00	1,82 a 15,1
Mg ($\text{Cmol}_c/\text{dm}^3$)	< 0,40	0,40 a 0,80	> 0,80	0,68 a 7,29
P (mg/dm^3)	1,1 a 2,0	2,1 a 3,0	>3,0	2,0 a 83,0

Os teores de Al trocável encontrados nos solos estudados são bem baixos ou mesmo nulos (zero) para a maioria das amostras, principalmente as da Colônia Treze de Maio. As únicas exceções são as amostras FJ29 e FJ7 (ao longo da BR-364) apresentam nos dois intervalos de profundidade valores de Al variando 2 de $6,3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ (Figuras 60 e 61). O ideal para a agricultura é que os valores de Al trocável sejam zero, porém valores até $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ são considerados baixos e sem efeitos drásticos de toxidez às plantas (Tomé Jr., 1997).

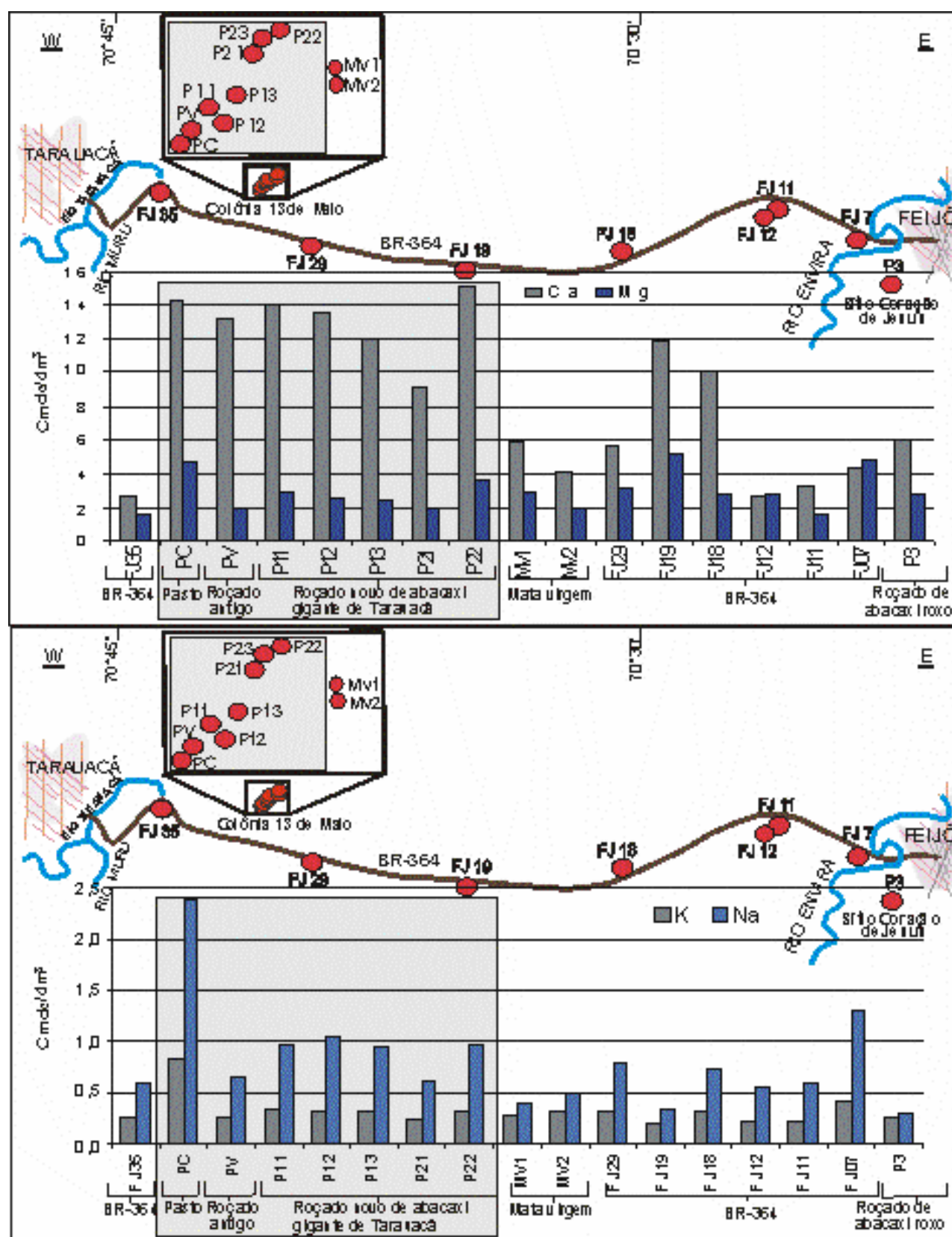


Figura 5B - Distribuição das concentrações de cálcio, magnésio, sódio e potássio disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá".

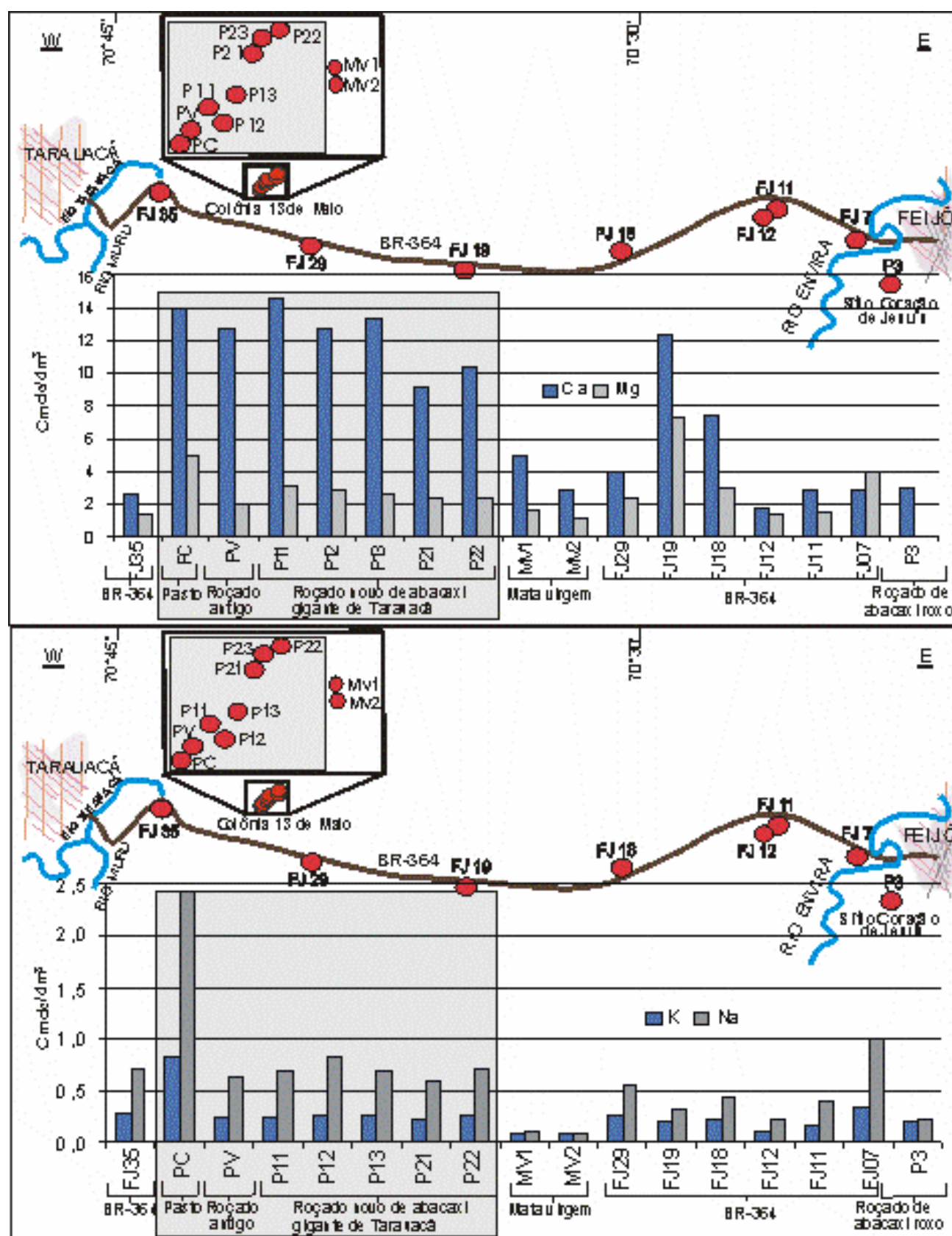


Figura 59 - Distribuição das concentrações de cálcio, magnésio, sódio e potássio disponíveis nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá".

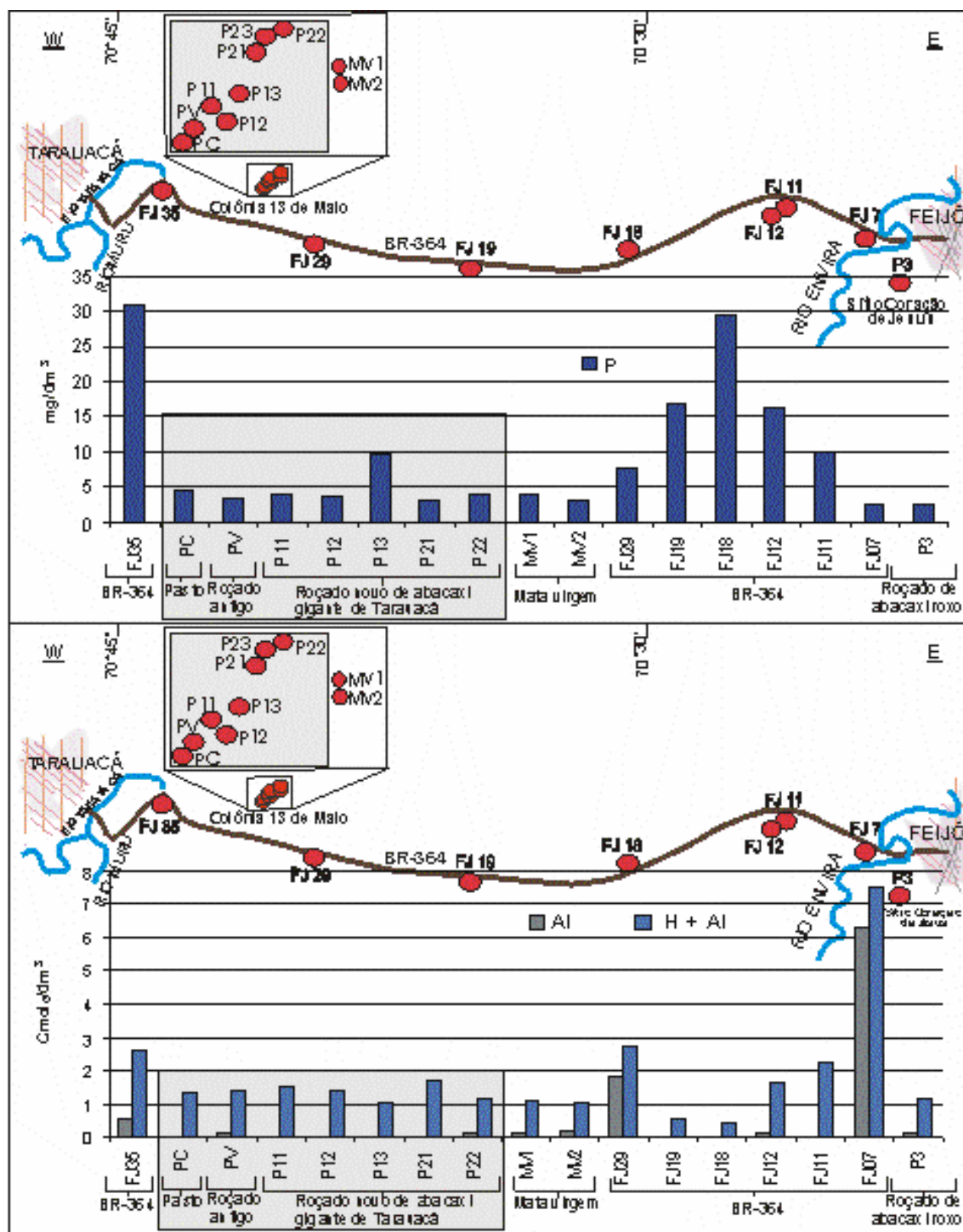


Figura 60 - Distribuição das concentrações de fósforo disponível, alumínio e acidez potencial (Al + H) nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá".

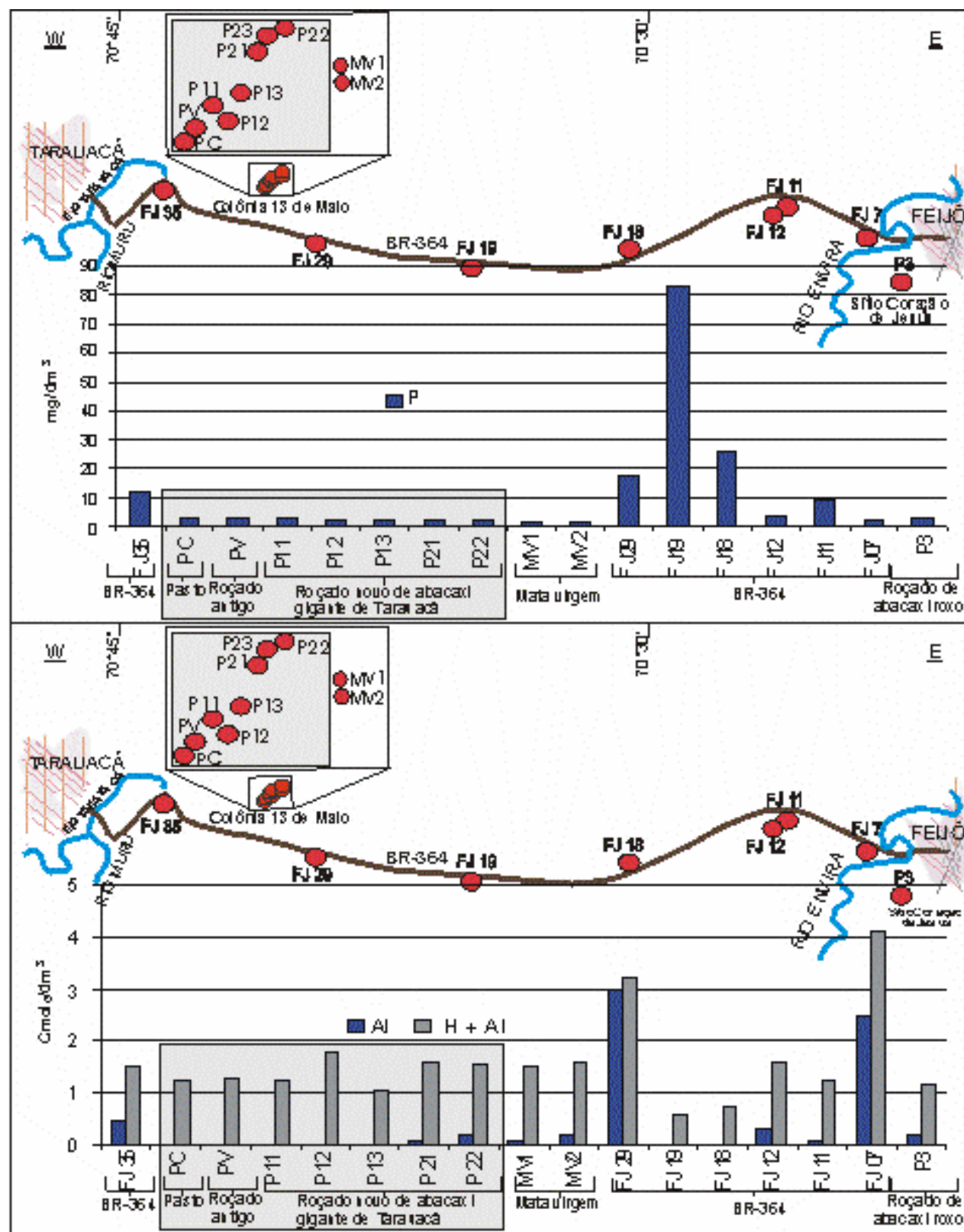


Figura 61 - Distribuição das concentrações de fósforo disponível, alumínio trocável e acidez potencial (Al + H) nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10-20cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá".

A média geral dos valores da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) dos solos da região Feijó-Tarauacá foi de 14,5 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ no intervalo de 0-10cm e de 12,7 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ no intervalo de 10-20cm (Tabelas 19 e 20). Em geral as médias de CTC dos solos da Colônia Treze de Maio nos dois intervalos de profundidade (18,8 e 18,0 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) são maiores que a média para os demais solos. Os maiores valores foram encontrados na amostra PC (Colônia Treze de Maio) com 23,6 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ no intervalo de 0-10cm e 23,6 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ no intervalo de 10-20cm, enquanto que os menores valores de CTC foram encontrados ao longo da BR-364, na amostra FJ12 com 7,8 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ no intervalo de 0-10cm e 5,2 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ no intervalo de 10-20cm (Figuras 62 e 63). Todos os solos estudados têm valores de CTC acima do limite mínimo (4 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) recomendado para o cultivo de abacaxi.

Para a indicação de uma boa fertilidade natural o solo não deve apenas ter uma alta CTC, mas também uma alta Saturação por Bases (V). A V indica a proporção de cargas negativas que podem ser ocupadas pelos cátions, os quais, em geral, irão tornar-se disponíveis às plantas. Os valores de V dos solos estudados, nos intervalos de 0-10 e 10-20cm, variaram respectivamente de 58,9% e 66,7% na amostra FJ7 a 96,8% e 97,1% na amostra FJ19, ambas ao longo da BR-364 (Figura 62 e 63). Apesar dos maiores valores de Saturação por bases terem sido encontrados em amostras ao longo da BR-364, as maiores médias foram encontradas nos solos da Colônia Treze de Maio com cerca de 92%, enquanto as médias encontradas nos solos da BR-364 nas duas profundidades foram em torno de 78%. Em suma, todos os solos estudados podem ser considerados solos eutróficos (férteis) por apresentarem valor de Saturação por Base acima de 50%.

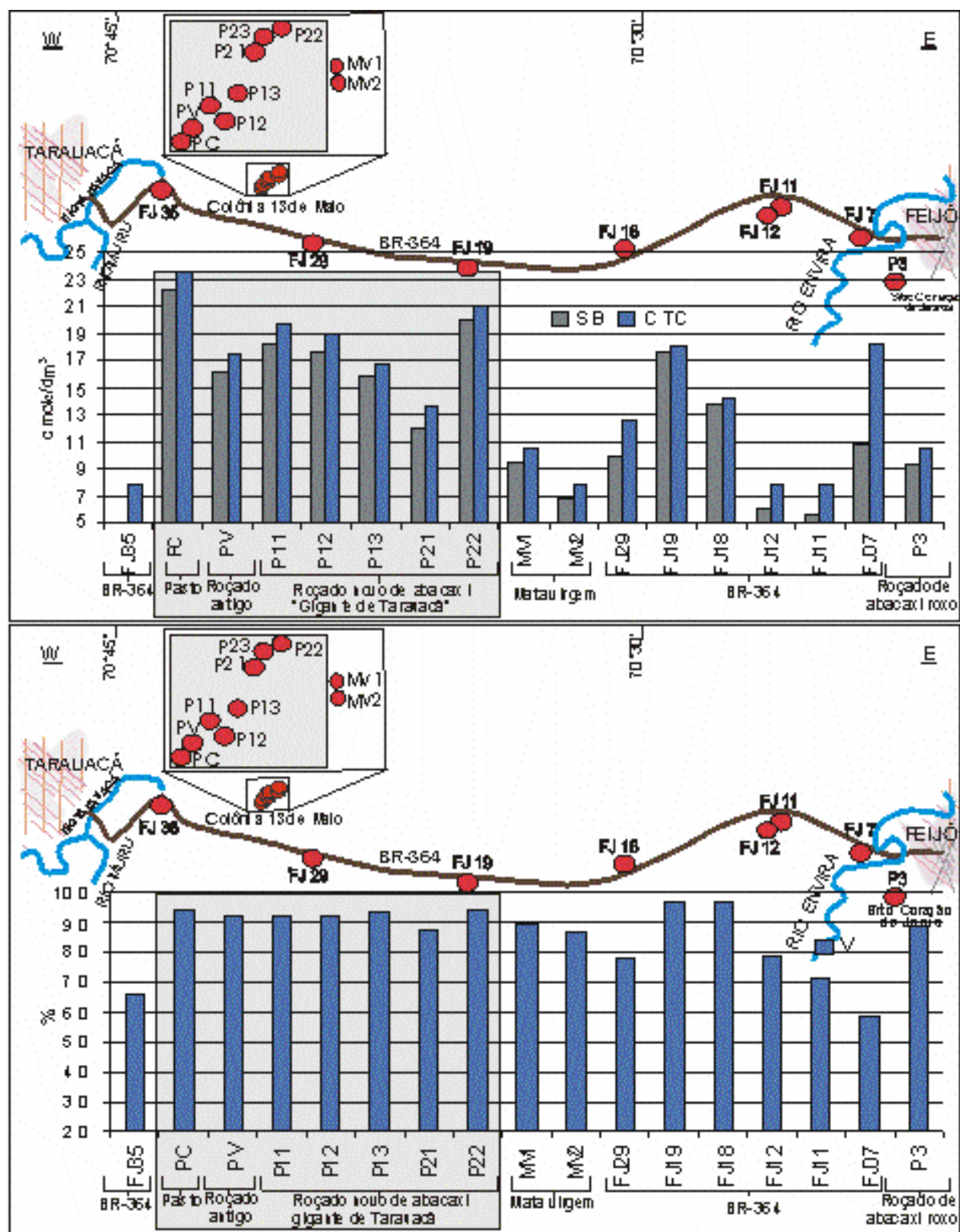


Figura 62 - Distribuição das concentrações da soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 0-10cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá".

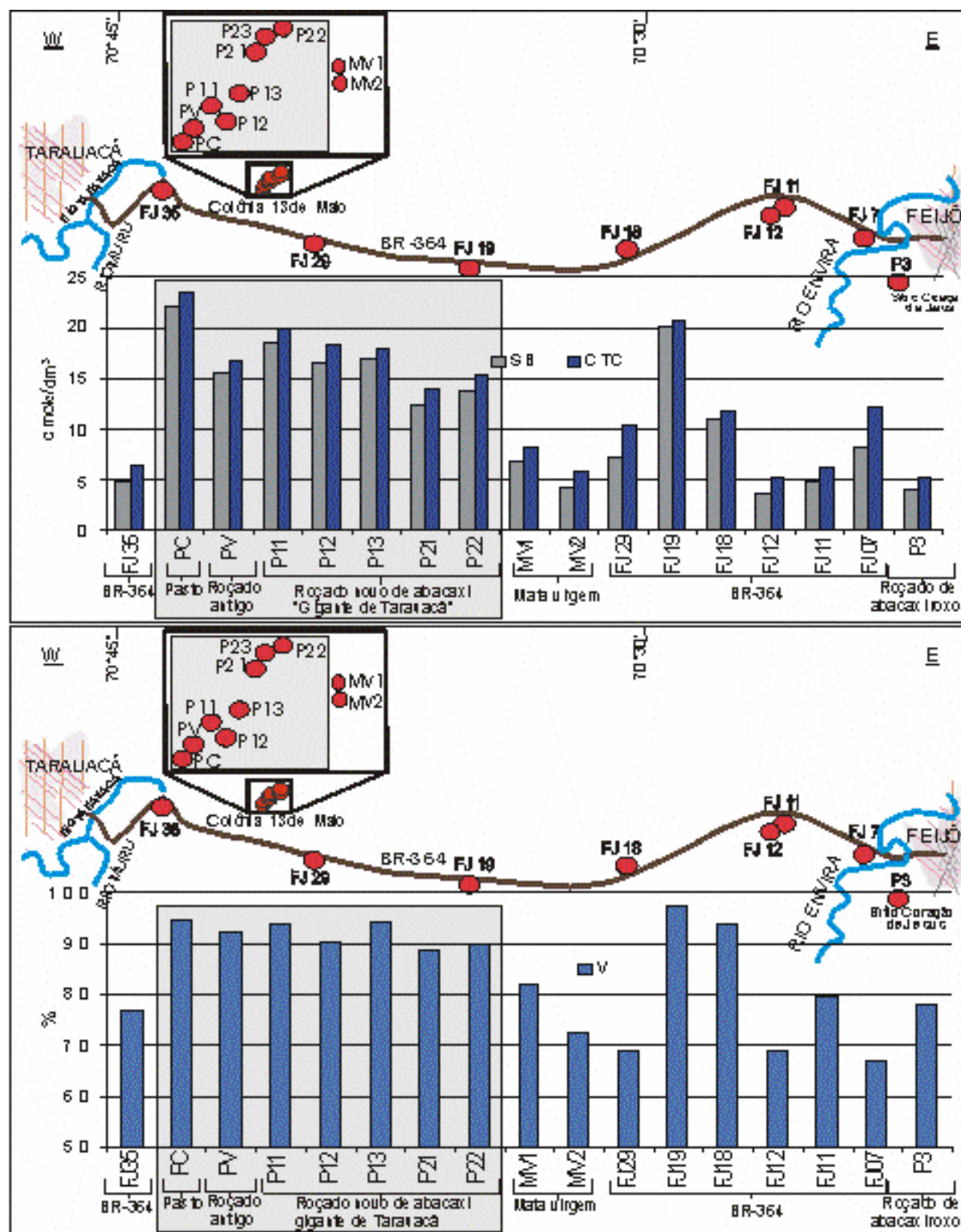


Figura 63 - Distribuição das concentrações da soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) nos solos da região Feijó-Tarauacá na profundidade de 10 - 20cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá".

Os valores de Saturação por Sódio (Sat. Na) encontrado nos solos da região Feijó-Tarauacá variaram de 1,22% em solo de mata virgem a 11% na amostra FJ35, ao longo da BR-364. Todos os solos possuem valores abaixo de 15% (Figura 64), por tanto são considerados solos salinos.

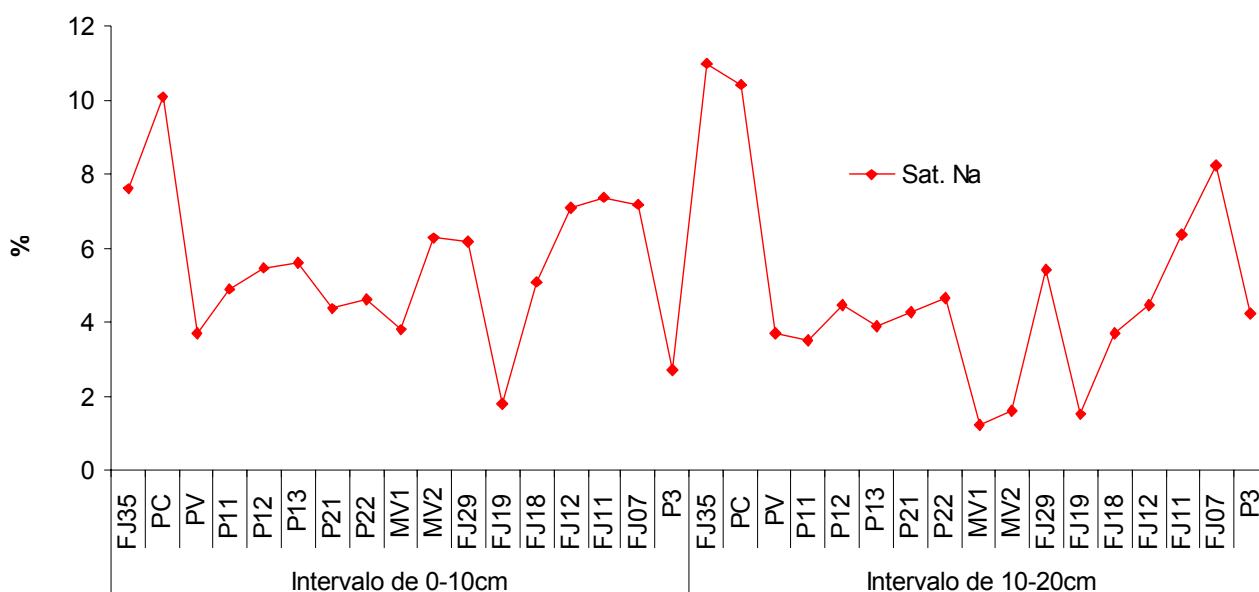


Figura 64 - Distribuição das porcentagens de Saturação de Na (Sat. Na) nos solos da região Feijó-Tarauacá nos intervalos de 0-10 e 10-20cm de profundidades.

O teor de Al trocável nem sempre é suficiente para caracterizar sua toxidez às plantas, pois esta também depende da proporção que o Al trocável ocupa na CTC efetiva (soma dos cátions com Al trocável). Por tanto é importante calcular a saturação por alumínio (m%). A maioria dos solos estudados apresentam saturação por alumínio menor que 15%, valor considerado baixo (não prejudicial), com exceção da amostra FJ7 (36,9%) no intervalo de 0-10cm, com valor considerado alto (prejudicial), e ainda as amostras FJ7 (23%) e FJ29 (30%) no intervalo de 10-20cm com valores considerados médios (levemente prejudicial) (Figura 65).

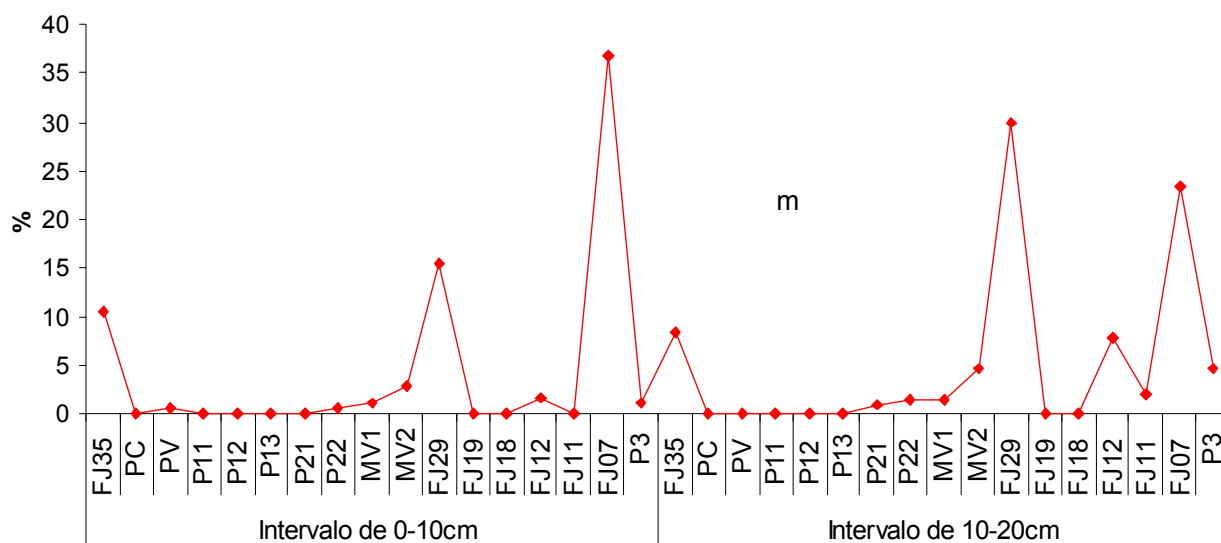


Figura 65 - Distribuição das porcentagens de saturação por Al (m%) nos solos da região Feijó-Tarauacá nos intervalos de 0-10 e 10-20cm de profundidades.

O conteúdo de matéria orgânica encontrado nos solos da região Feijó-Tarauacá, nos dois intervalos de profundidade (Figura 66) é considerado de baixo a médio, com exceção das amostras P13, P22 e FJ35 (no intervalo de 0-10cm), que apresentam valores acima de 5%, valor considerado alto segundo Tomé Jr.(1997). Os valores baixos de matéria orgânica demonstram que provavelmente a maior contribuição para os valores altos de CTC nos solos estudados provém das altas concentrações de argilo-minerais 2:1 como as esmectitas que possuem grandes quantidades de carga negativa, ou ainda o pH elevado dos solos, já que o aumento deste promove aumento de CTC.

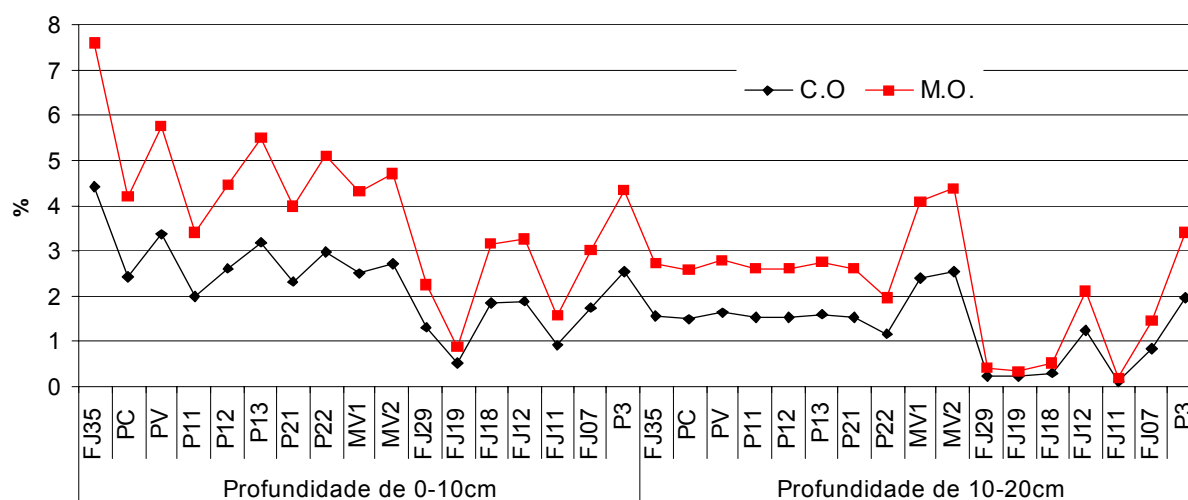


Figura 66 - Distribuição de carbono orgânico nos solos da região Feijó-Tarauacá a intervalos de 0-10 e 10-20cm de profundidades.

Todos os micronutrientes analisados apresentam valores considerados altos para a agricultura nos dois intervalos de profundidade, com exceção apenas da amostra FJ19 nas duas profundidades (Figuras 67 e 68), que apresenta 1,0 mg/dm³ de Zn, valor considerado médio de acordo com a tabela 22. Dos micronutrientes analisados o manganês é o que predomina nos solos da Colônia Treze de Maio nos dois intervalos de profundidade, enquanto nos demais solos a predominância é do Fe, com exceção dos solos de mata virgem no intervalo de 0-10cm e alguns solos ao longo da BR-364, amostras FJ19 (0-10cm e 10-20cm) e FJ18 (0-10cm). Mn e Fe apresentam teores muito altos, e o Mn chama atenção ainda por apresentarem teores acima dos teores de P, o que não é comum em solos agrícolas, do mesmo modo, a relação de Mn/Fe >1 em todos os solos da Colônia treze de Maio e <1 na maioria dos demais solos.

Tabela 22 - Comparação dos teores de micronutrientes nos sedimentos da região Feijó-Tarauacá com os apresentados por Tomé Jr. (1997).

Micronutrientes	Tomé Jr. (1997)			Neste estudo Solos das demais regiões estudadas
	Baixa	Média	Alta	
Fe (mg/dm ³)	< 4	5 a 12	> 12	32 a 795
Mn (mg/dm ³)	< 1,2	1,3 a 5	> 5,00	16 a 414
Zn (mg/dm ³)	< 0,50	0,60 a 1,2	> 1,2	1,0 a 23,7
Cu (mg/dm ³)	<0,20	0,3 a 0,8	> 0,8	1,3 a 8,2

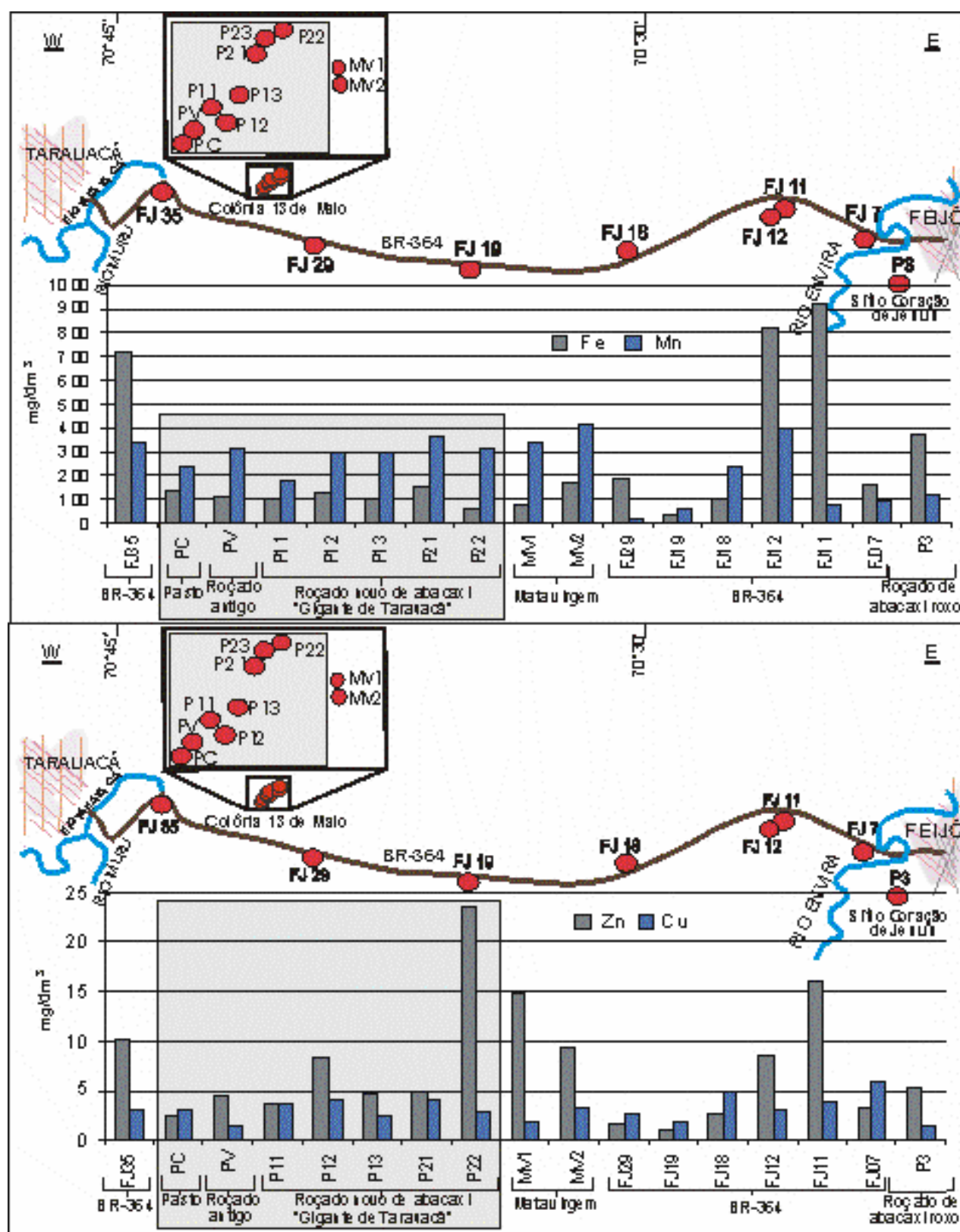


Figura 67 - Distribuição das concentrações de ferro, manganês, zinco e cobre disponíveis nos solos da região Feijó - Tarauacá na profundidade de 0-10 cm. Em área sombreada os solos de plantação de abacaxi "gigante de Tarauacá"

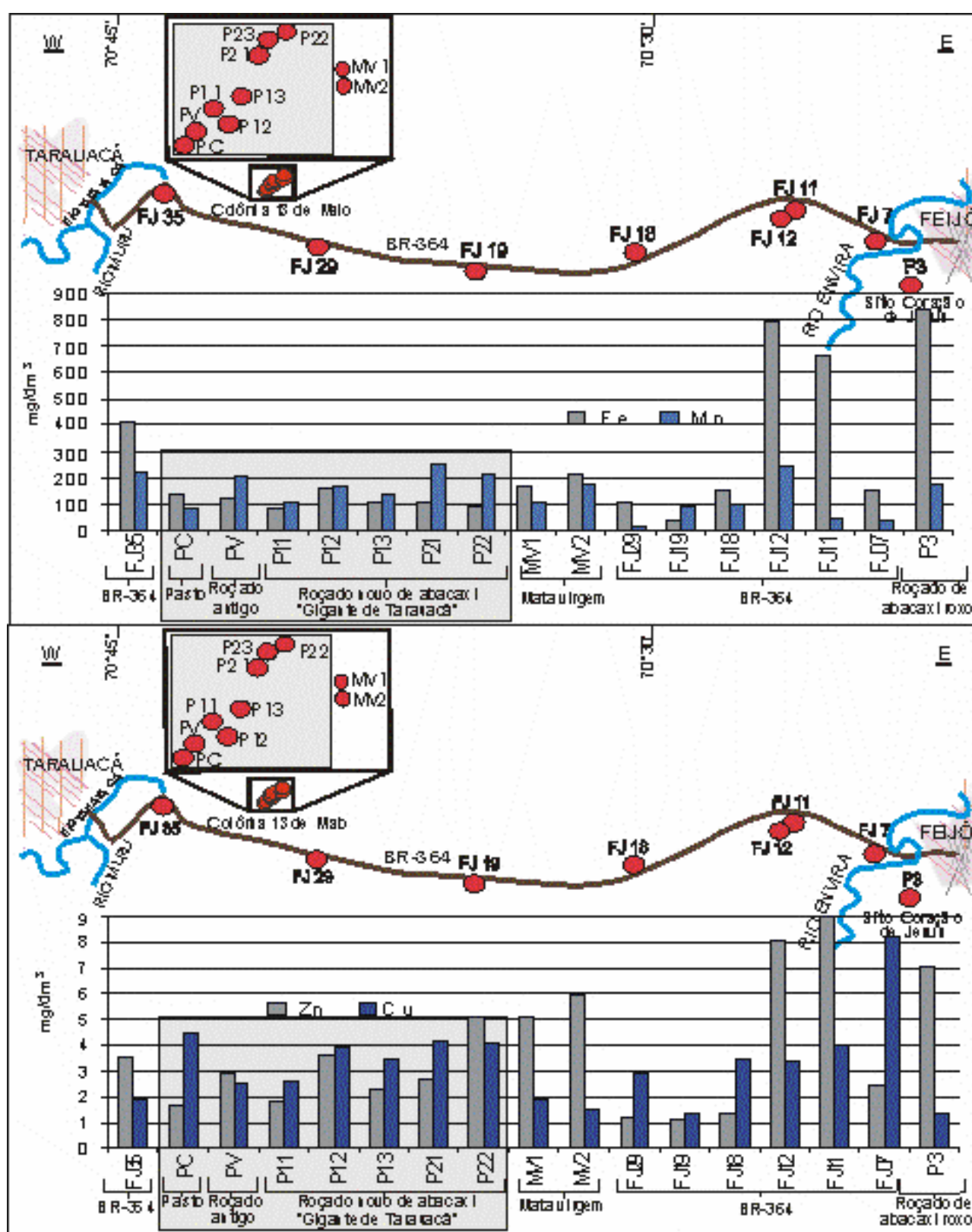


Figura 68 - Distribuição das concentrações de ferro, manganês, zinco e cobre disponíveis nos solos da região Feijó - Tarauacá na profundidade de 10-20 cm, com destaque para os solos de plantação de abacaxi "Gigante de Tarauacá"

Os solos estudados em geral apresentam entre si grandes variações em quase todos os parâmetros de fertilidade analisados, principalmente Ca, Na, Al, Al +H, CTC, V, m, P, MO, Fe, Mn, e Zn. Analisando apenas os solos da Colônia treze de Maio se observa que esses são os que mais se adequam a um certo padrão, com maiores variações apenas nos parâmetros Na e Zn. As amostras que mais se aproximam desse padrão são as amostras FJ19 e FJ18, porém com algumas considerações. Aliás, a amostra FJ18 no intervalo de 0-10cm foi também a única que apresentou padrão granulométrico semelhante aos das amostras de solo da Colônia Treze de Maio (capítulo 5.1.2).

Os índices de fertilidade apresentados pelos solos da região Feijó -Tarauacá e principalmente os da Colônia Treze de Maio se mostram de fato mais férteis que outros solos da Amazônia, como os de Rio Branco no Estado do Acre e os de Manicoré no Estado do Amazonas, sendo igualmente férteis quando comparados com os sedimentos de praia da região Feijó-Tarauacá (ALMEIDA, 2005).

Tabela 23 - Comparação de alguns parâmetros químicos de fertilidade entre os solos estudados e outros solos e sedimentos praianos da Amazônia.

	Brasil (1976, 1977)			Melo (2003)				Almeida (2005)	Este estudo	
	Latossolo (Rio Branco)	Latossolo Manicoré-Estado do Amazonas	Cambissolo Tarauacá	Pasto em Argissolo (Rio Branco)	Pasto em Latossolo (Rio Branco)	Floresta em Luvisolo (Rio Branco)	Pasto em Luvisolo (Rio Branco)	Sedimentos praianos da região Feijó-Tarauacá	Média de todos os solos	Média dos solos da Colônia Treze de Maio
CTC Cmol _e /dm ³	17,13	4,98	13,27	11	8,4	8,2	14	11,23	14,5	18,8
V (%)	45,12	9,4	90	69	36,5	60	75,5	97,6	85,8	92,4
Saturação por Al (%)	11,45	61,4	0,53	-	-	-	-	0,69	4,2	0,2

Os teores de P disponível encontrados nos solos da Colônia treze de Maio é o único que deixa um pouco a desejar sendo este um dos macronutrientes mais importantes, que juntamente com o K, são os que em geral mais influenciam no tamanho dos cultivares, sem desmerecer a importância dos demais elementos. Para melhor explicar os baixos teores de P devemos salientar que: primeiro – as plantações de milho e arroz que ocorreram antes da plantação de abacaxi gigante também se beneficiaram dessa fertilidade exaurindo não só o P, mas também os demais nutrientes do solo; segundo - as coletas de solos foram realizadas com o abacaxi gigante em estado maduro, conseqüentemente, este já havia suprido suas necessidades de P, deixando o solo empobrecido desse nutriente; terceiro – os solos da Colônia Treze de Maio, com os índices de fertilidade apresentados, não mais proporcionarão tamanhos avantajados nos cultivares plantados nos mesmos, pelo menos não durante os próximos quatro anos, de acordo com o relato de seus agricultores, visto que, os abacaxis gigantes que se desenvolvem no período da soca, após a primeira colheita do abacaxi gigante, não passam dos quatro Kg de peso considerado normal para essa variedade, o que talvez esteja relacionado com as perdas de teores de P.

É pertinente ressaltar ainda que apesar do abacaxi gigante de Tarauacá ser uma variedade peculiar e nativa da região, o mesmo não alcança tamanho tão exagerado quando plantado em outras áreas que não sejam as de características semelhantes aos dos solos da Colônia treze de Maio, mesmo sendo na região Feijó-Tarauacá. Isso foi observado pelos agricultores do Sítio Coração de Jesus (amostra P3), quando cultivaram algumas mudas de abacaxi gigante de Tarauacá junto com a plantação de abacaxi liso, sendo que o Gigante de Tarauacá não chegou a 4 Kg de peso e o abacaxi liso alcançou no máximo 1,5Kg (Figura 69). Enquanto que nos solos da Colônia Treze Maio, na plantação do Sr. João Cobra, onde predomina o cultivo do abacaxi gigante, quando cultivado o tradicional abacaxi roxo, esse alcança 6 kg, já o gigante de Tarauacá chega a alcançar 15Kg. A banana (banana comprida) também alcança peso exagerado quando plantada em solos semelhantes aos da Colônia Treze de Maio.

Em suma, os resultados apresentados revelam que os solos da região Feijó-Tarauacá são de fato férteis, com teores consideráveis de macro e micronutrientes; alta CTC e V; baixos valores de Al trocável e principalmente baixa saturação por Al. Porém é também notável que os solos da Colônia Treze de maio, onde foram plantados os abacaxis gigantes de Tarauacá, têm índices de fertilidade superior aos demais, mesmo após as sucessivas plantações de milho, arroz e do abacaxi gigante, sugerindo que essas áreas (plantação de abacaxi gigante), assim como as de características semelhantes, constituem “micro-manchas” de solo com padrão de fertilidade superior as demais áreas.

Provavelmente a formação dessas micro-manchas de solos bastante férteis está relacionada com as características geológicas distintas da região, que por sua vez está relacionada com as variações nos processos de deposição ao tempo da Formação Solimões, promovendo conseqüentemente, variações nas características granulométricas, mineralógicas e químicas dos solos atuais. E por serem imaturos esses solos-sedimentos ainda guardam a assinatura de sua rocha fonte. Ainda que hoje sob clima tropical úmido, reforçam a existência das condições climáticas com tendência de semi-árida a temperada no passado geológico da região.

5.2 ABACAXI GIGANTE DE TARAUACÁ

O exemplar de “abacaxi gigante” analisado (Figura 69) tinha forma cônica, pesou 8,5 kg, sendo relativamente leve para os padrões do abacaxi “gigante de Tarauacá”, porém mais de 4 vezes o peso de um abacaxi comercial; seu comprimento ou altura foi de 30 cm (sem coroa) e a sua circunferência maior foi de 73cm. O pH da polpa foi de 4,1, acima do valor do abacaxi comercial que é de 3,8 em média. O abacaxi gigante apresentou ainda sabor com doçura e acidez similares a um abacaxi comercial. Sua polpa tem uma coloração amarelada disforme com áreas ligeiramente mais claras que outras, porém mais intensa que a de um abacaxi tradicional, mas com textura similar.



Figura 69 - Abacaxi gigante de Tarauacá ainda no abacaxizeiro, mas sem a coroa, tendo ao lado o prof. Marcondes Lima da Costa. Colônia 13 de maio, plantação do Sr. João Cobra, julho de 2004.

As análises químicas realizadas nas diferentes partes (casca, polpa e miolo) do abacaxi gigante de Tarauacá, indicam que dos elementos analisados (Tabela 24) o K é o que apresenta teor médio mais elevada na casca, polpa e miolo do abacaxi, com média de 2236, 1662 e 1059 ppm, respectivamente. Na polpa e miolo, o Ca é o segundo elemento mais elevado com média de 483 e 395 ppm respectivamente, seguido de P (444 e 119 ppm) e Mg (122 e 116ppm), enquanto que na casca o segundo elemento mais elevado é o P com teor médio de 1180 ppm, seguido de Ca (554ppm) e Mg (131ppm). No miolo o quarto elemento em ordem decrescente de concentração é o Na com média de 17,3 ppm, seguido de Mn (12,1 ppm), Fe (7ppm), Cu (0,8 ppm) e Zn (0,7 ppm). Na casca e polpa o quarto na ordem decrescente de concentração é o Mn com média de 41,3 e 13,1 ppm respectivamente, seguido de Na (22,9 e 11,4 ppm), Fe (4,94 ppm e 9,7 ppm), Zn (1,81 e 1,1ppm) e Cu (0,88 e 1,1ppm).

O P se destaca dos demais elementos por apresentar teores na casca duas vezes maior que os de Ca e na polpa apresentar teores menores apenas que os de K e Ca, esta relação não é comum em abacaxis tradicionais, onde na polpa o teor de P se encontra abaixo dos teores de K, Ca, Mg e as vezes também Na. Da mesma forma o Mn apresentando teores maiores que os de Na e Fe.

Tabela 24 - Parâmetros analisados no abacaxi "gigante de Tarauacá" comparados com abacaxis consumidos de outros países.

Partes do abacaxi e local de consumo			pH	ppm									
				Cinzas	Na	k	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
Abacaxi gigante de Tarauacá (este trabalho)	Circunferência maior	Casca	-	649	25,3	2636	532	123	1245	0,85	4,33	42,6	1,60
		Polpa	4,1	487	12,3	1495	453	119	452	1,00	9,12	13,4	0,92
		Miolo	-	298	18,8	843	359	112	128	0,76	6,54	12,4	0,45
	Circunferência menor	Casca	-	743	20,5	1836	576	138	1115	0,90	5,54	39,9	2,02
		Polpa	4,1	596	10,4	1828	513	124	436	1,10	10,25	12,7	1,30
		Miolo	-	447	15,8	1274	432	119	110	0,92	7,48	11,9	0,85
	Média da casca			696	22,9	2236	554	131	1180	0,88	4,94	41,3	1,81
	Média da polpa			542	11,4	1662	483	122	444	1,1	9,7	13,1	1,1
	Média do miolo			373	17,3	1059	395	116	119	0,8	7,0	12,1	0,7
Polpa de abacaxi da Colômbia (Leterme, 2005)			-	255	10	390	210	90	20	0,1	3,2	2,6	0,9
Polpa de abacaxi do México (Sanchez-Castillo, 1998)			-	-	50	890	110	130	80	0,7	5	0,7	0,9

Considerando casca, polpa e miolo e a circunferência maior (parte inferior do abacaxi, mais próxima do caule) e circunferência menor (parte superior do abacaxi, próxima a coroa) as Figuras 70 e 71 mostram que os teores de Ca, Mg, K e Zn são maiores na circunferência menor, e se concentram mais na casca seguida de polpa e miolo. Mn e P também apresentam teores mais elevados na casca seguida de polpa e miolo, porém se concentram mais na circunferência maior (Figura 72). O Na se concentra mais na circunferência maior com teores mais elevados na casca seguida de miolo e polpa (Figura 73). Fe e Cu se concentram mais na circunferência menor com teores mais elevados na polpa seguida de casca e miolo (Figura 74).

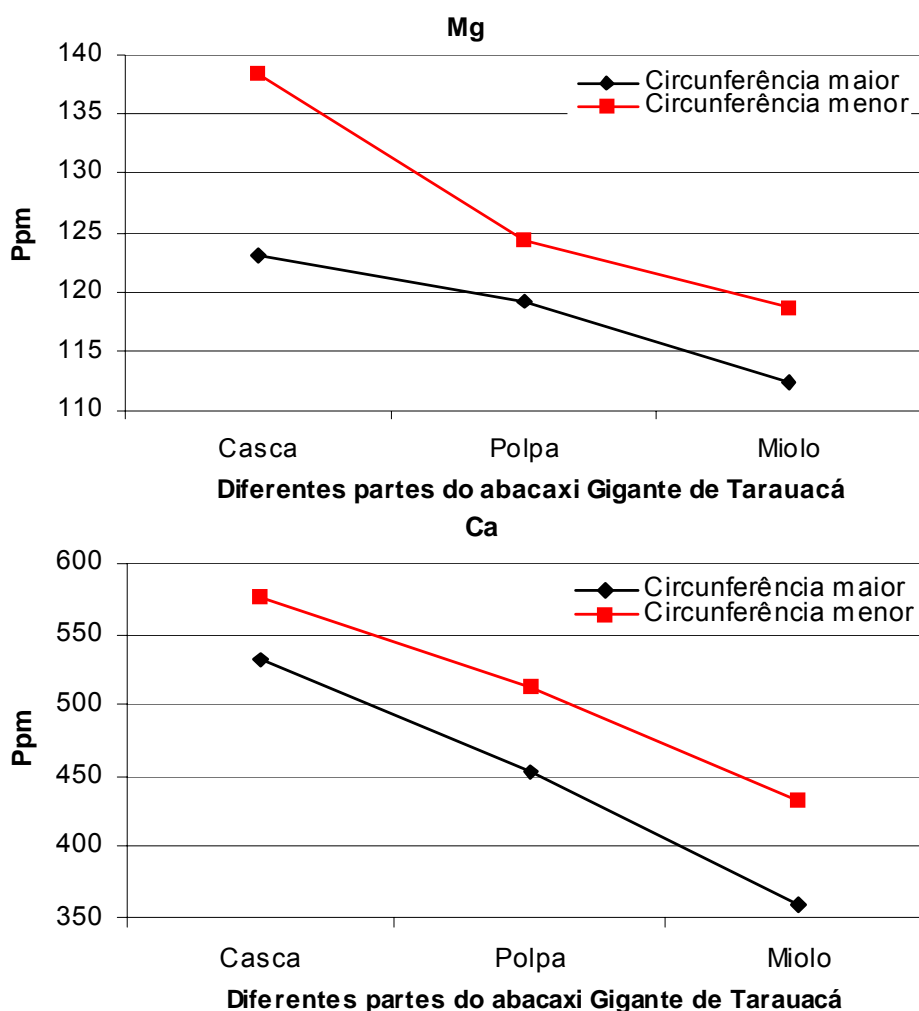


Figura 70 - Concentração de Ca e Mg nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.

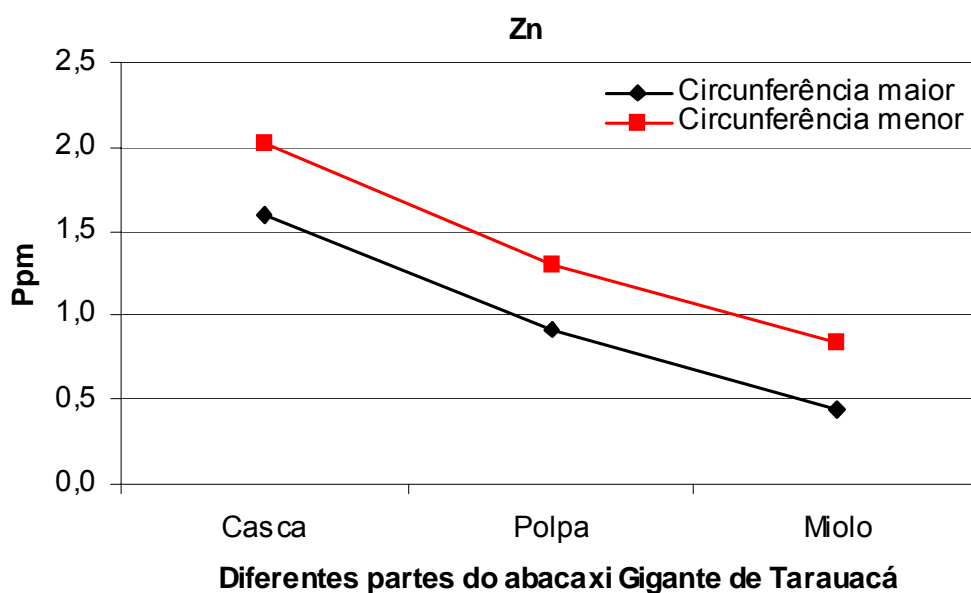
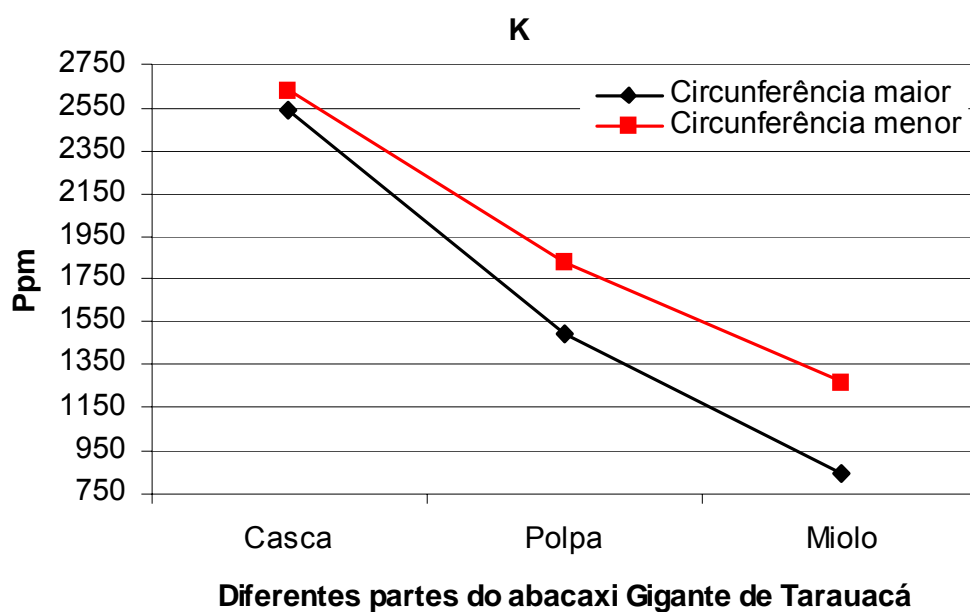


Figura 71 - Concentração de K e Zn nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.

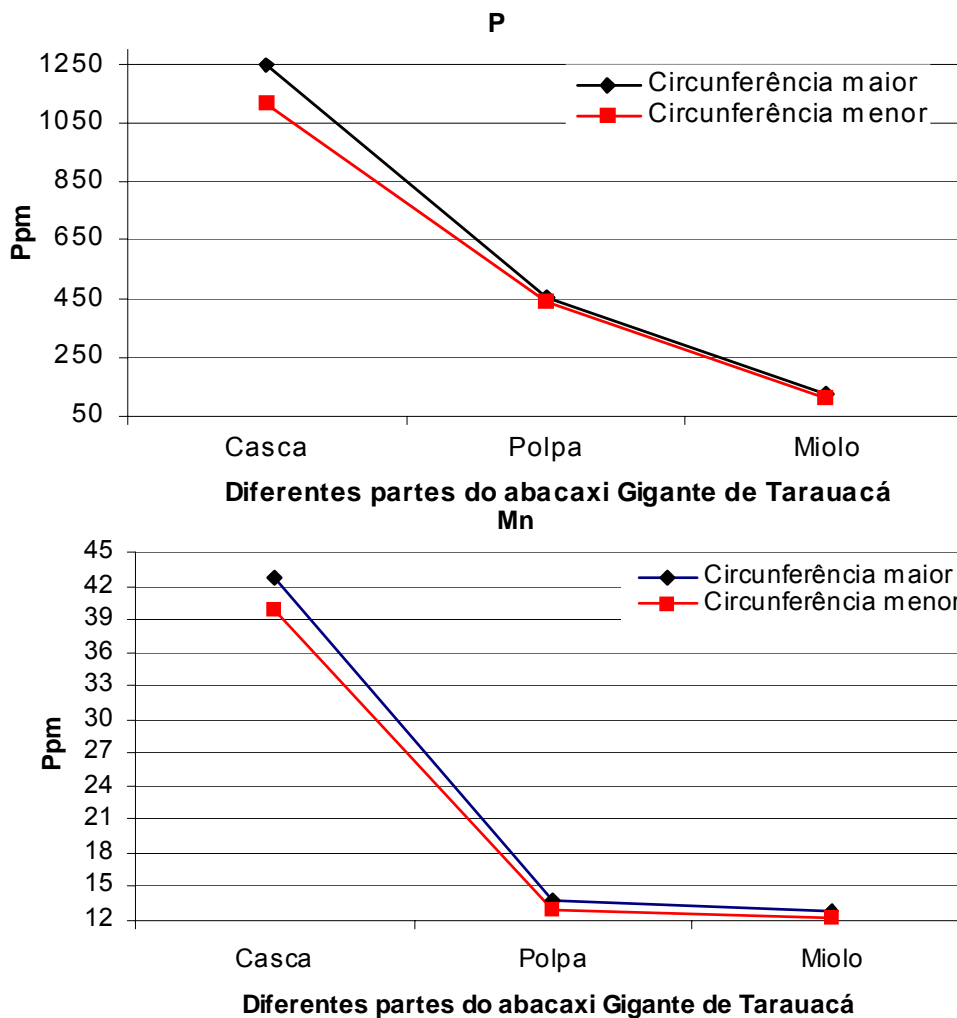


Figura 72 - Concentração de P e Mn nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor

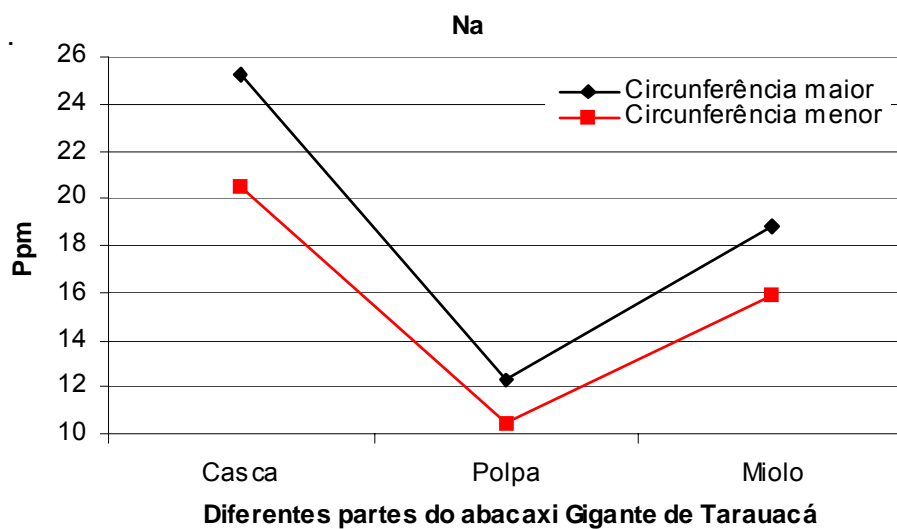


Figura 73 - Concentração de Na nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor.

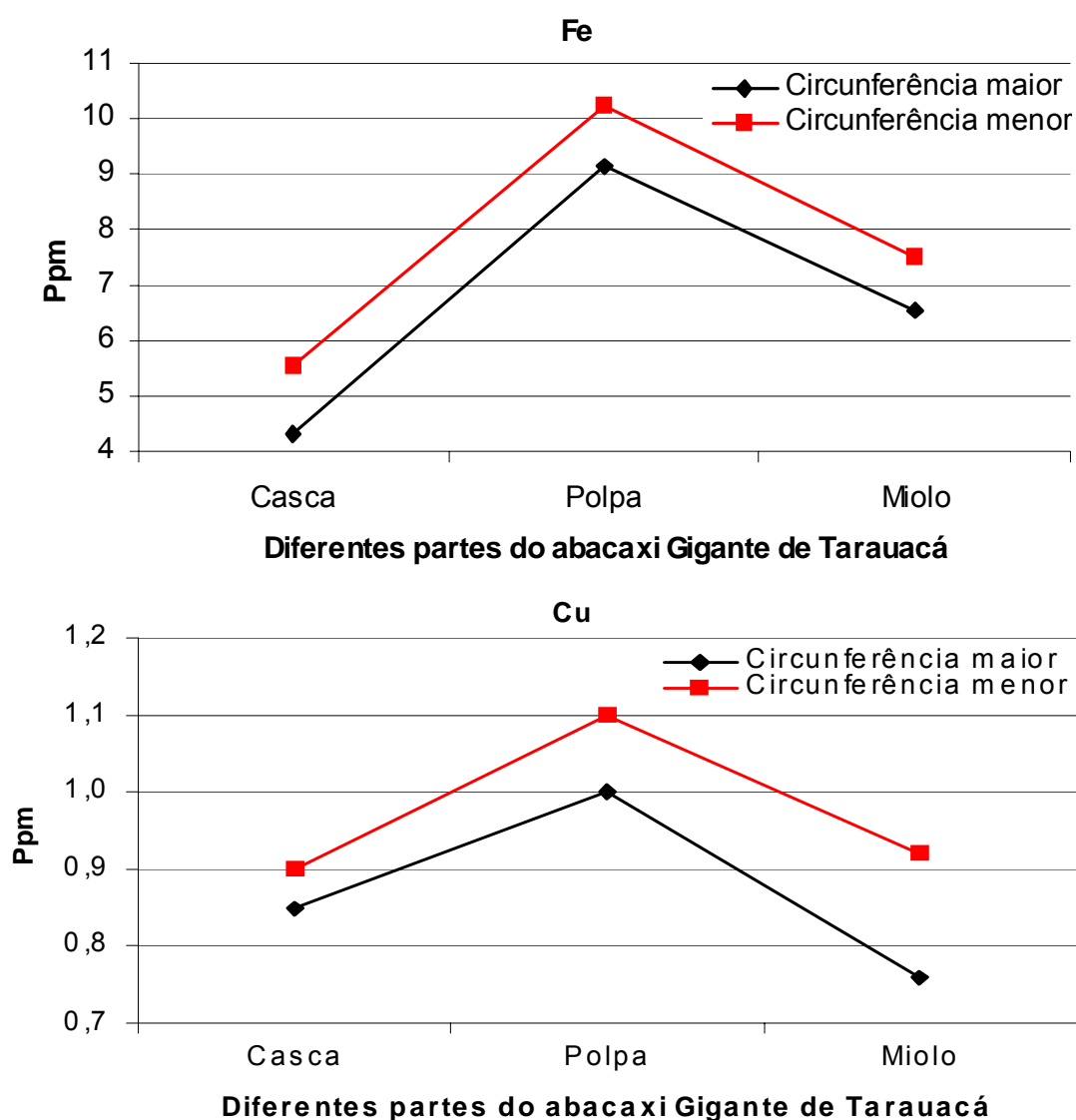


Figura 74 - Concentração de Fe e Cu nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” nas circunferências maior e menor

Quando os teores médios dos elementos químicos da polpa do abacaxi “gigante de Tarauacá” são comparados com os dos abacaxis cultivados e consumidos na Colômbia e no México (Tabela 25 e Figura 75), observa-se que apenas os teores de Na e Mg do abacaxi “gigante de Tarauacá” se encontram na média dos teores para os outros abacaxis. Os teores de P e Mn são consideravelmente mais elevados, sendo o teor de P 22 vezes maior que o do abacaxi da Colômbia e 5,5 vezes maior que o do abacaxi do México, enquanto o teor de Mn é 5 vezes maior que o do abacaxi da Colômbia e 18 vezes maior que o abacaxi do México.

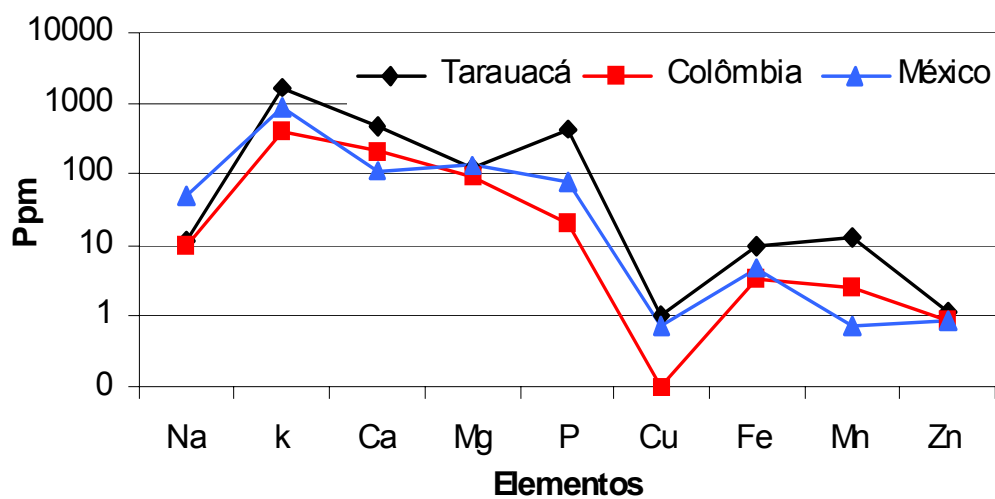


Figura 75 - Distribuição de alguns elementos químicos determinados na polpa do abacaxi gigante de Tarauacá e de abacaxis consumidos em alguns países

Tabela 25 – Razão entre os elementos químicos do abacaxi “gigante de Tarauacá” com os dos abacaxis consumidos na Colômbia e no México

	P	Mn	Ca	K	Fe	Cu	Zn	Na	Mg
<u>Abacaxi de Tarauacá</u> abacaxi da Colômbia	22,2	5	2,3	4,26	3,03	11,0	1,2	1,14	1,35
<u>Abacaxi de Tarauacá</u> abacaxi do México	5,55	18,6	4,39	1,87	1,94	1,57	1,2	0,23	0,94

5.2.1 Coeficiente de absorção biológica – CAB

A transferência de elementos químicos do solo para as plantas pode ser quantificada utilizando o coeficiente de absorção biológica – CAB (Kabata-Pendias e Pendias, 1984 *apud* Lee, Chon e Kim, 1998) que é a razão entre a concentração média de cada elemento analisado em cultivares e a concentração média desses elementos disponíveis nos solos sendo que o resultado indica o nível de transferência dos elementos do solo para os cultivares. Para esse estudo foram utilizadas as concentrações dos elementos químicos nas diferentes partes do abacaxi “gigante de Tarauacá” e as concentrações remanescentes disponíveis dos elementos nos solos-sedimentos, visto que as coletas desses solos e do abacaxi, foram realizadas no mesmo dia e com o abacaxi já em estado maduro e em época de colheita.

Os valores de CAB (Tabela 26) mostram que as transferências de P e K dos solos-sedimentos para o abacaxi “gigante de Tarauacá” são consideravelmente mais elevadas que os demais elementos, e é na casca que essas transferências são bem mais acentuadas, seguida de polpa e miolo. Depois do P e K os elementos com maiores índices de transferência do solo para a casca são em ordem decrescente $Cu > Zn > Mg > Mn > Na > Ca > Fe$. Para o miolo a ordem decrescente de transferência depois do P e K é $Cu > Mg > Na > Ca = Zn > Fe > Mn$.

Os valores de CAB do Mn na casca e na polpa mostram uma transferência pequena desse elemento, apesar dos teores de manganês dessas partes do abacaxi serem considerados altos. Uma explicação para isso seja talvez o fato de que mesmo após o cultivo do abacaxi, e conseqüentemente a transferência deste elemento para a fruta, o manganês disponível residual existente no solo continua alto suficiente, implicando nos valores baixos de CAB de manganês na polpa e miolo, ou ainda, e talvez a explicação mais provável seja a as próprias necessidades nutricionais das diferentes partes do cultivar abacaxi.

Tabela 26 - Coeficiente de absorção biológica (CAB) dos elementos químicos nas diversas partes do abacaxi Gigante de Tarauacá.

Elementos	CAB		
	Casca	Polpa	Miolo
Mn	0,14	0,04	0,04
Fe	0,05	0,09	0,06
Cu	0,28	0,34	0,27
Zn	0,22	0,13	0,08
K	22,44	14,40	9,18
Ca	0,11	0,10	0,08
Mg	0,21	0,19	0,18
Na	0,12	0,06	0,09
P	251,00	95,00	25,00

De fato o abacaxi gigante de Tarauacá é bastante rico em nutrientes, porém os teores de K e P são certamente considerados extremamente altos. Esses elementos são os que mais influenciam no crescimento e peso não só do abacaxi (BEZERRA et al., 1981; BOTREL et al., 1991) mas também de cultivares em geral. O alto valor do CAB de P (25 a 251) reforça que realmente os solos da Colônia Treze de Maio já perderam consideráveis proporções de P disponível. O mesmo deve ter acontecido com o K.

Outro elemento de considerável concentração no abacaxi é o Mn que apesar de não demonstrar valores altos de CAB, seus teores no abacaxi são elevados e tendo em vista que o manganês pode propiciar aumento de peso em grãos de soja (MANN, 1999; MANN et al., 2001) e em cultivares de milho (MASCAGNI e COX, 1985), este elemento e principalmente sua relação com o ferro, pode também estar contribuindo para o crescimento exagerado do abacaxi gigante de Tarauacá.

5.3 MERCÚRIO NOS SOLOS DA REGIÃO FEIJÓ-TARAUACÁ E NO ABACAXI “gigante de Tarauacá”.

Os primeiros estudos a respeito do Hg na Amazônia relacionaram os altos teores desse elemento encontrados em peixe e cabelo de ribeirinhos com a mineração de ouro (AKAGI, 1985; MALM et al., 1990; MALM, 1995). Outros estudos em áreas que não recebem influência direta de garimpagem têm relacionado a presença de Hg aos processos de erosão e lixiviação das partículas que contém Hg, associado aos óxidos e hidróxidos de ferro, favorecidos pelos desmatamentos, os quais promovem a exposição dos solos (RIBEIRO et al., 1999; ROULET E LUCOTTE, 1995).

Os altos teores de Hg em peixes do rio Acre e rio Purus, encontrados por Santos et al. (2002) vem despertando o interesse na investigação da origem dos teores de Hg em regiões sem influência antrópica de emissão de Hg. Por esse motivo torna-se importante conhecer a concentração de mercúrio da região Feijó-Tarauacá, visto que esta ainda não sofre influencia antrópica de emissão de Hg.

A Tabela 27 mostra que a média geral de Hg nos solos da região Feijó-Tarauacá foi de 0,058 ppm na profundidade de 0-10cm e de 0,055 ppm na profundidade de 10-20cm, abaixo dos valores médios mundiais. Os teores de Hg nos solos da região Feijó estão mais elevados nos solos da Colônia 13 de Maio, com média de 0,077 ppm no intervalo de 0-10cm de profundidade e 0,069 ppm no intervalo de 10-20cm (Tabela 27 e Figura 76). Os maiores teores de Hg nos solos ao longo da BR-364 foram encontrados no intervalo de 10-20cm de profundidade com média de 0,041 ppm, enquanto no intervalo de 0-10cm a média foi de 0,038 ppm. Esses valores estão abaixo da média mundial, porém são quase duas vezes maiores do que os teores encontrados por Rego (2005) nos sedimentos praianos dos rios Envira, Tarauacá e Juruá.

Tabela 27 - Concentração de Hg (ppm) nos solos da região Feijó-Tarauacá.

Amostras de solos		Hg (ppm)	
		Intervalo de profundidade do solo	
		0-10cm	10-20cm
Solos da plantação de abacaxi "gigante de Tarauacá" na Colônia 13 de maio (Tarauacá)	PC	0,050	0,044
	PV	0,096	0,073
	P11	0,071	0,059
	P12	0,084	0,067
	P13	0,086	0,087
	P21	0,096	0,079
	P22	0,056	0,076
	Média	0,077	0,069
Solos ao longo da BR-364 (trecho Feijó-Tarauacá)	F35	0,045	0,045
	F29	0,050	0,040
	F19	0,016	0,014
	F18	0,030	0,051
	F12	0,031	0,038
	F11	0,052	0,057
	F7	0,042	0,039
	Média	0,038	0,041
Média geral		0,058	0,055

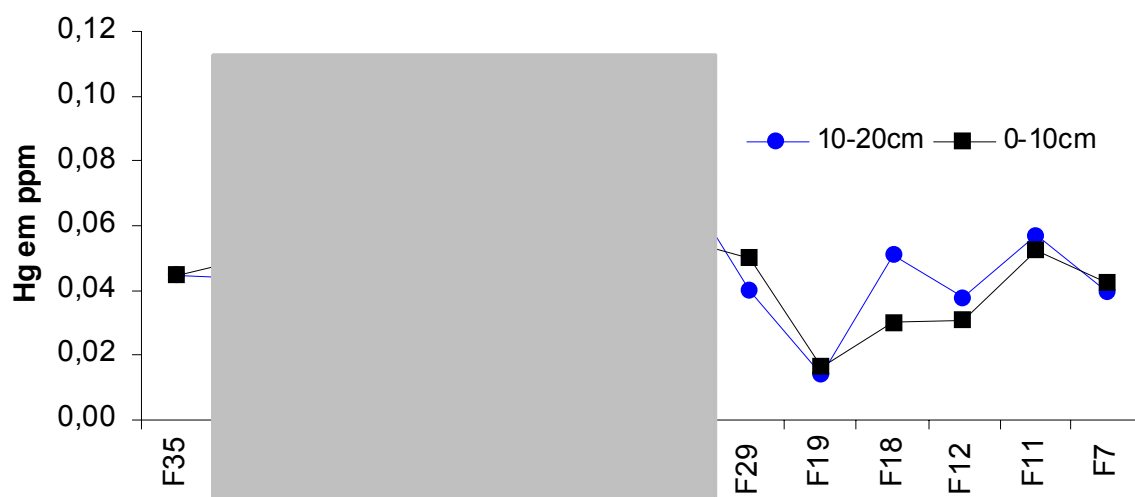


Figura 76 - Distribuição do teor de Hg (ppm) nos solos da região Feijó-Tarauacá com destaque para os solos de plantação de abacaxi Gigante de Tarauacá.

Os maiores teores de mercúrio se encontram nas porções da circunferência menor do abacaxi com valores de 0,016 ppm no miolo, 0,013 ppm na polpa e 0,009 ppm na casca. Os menores valores foram encontrados na circunferência maior com 0,013 ppm no miolo, 0,008 ppm na polpa e 0,006 ppm na casca (Figura 77). Valores semelhantes de Hg foram encontrados em folhas e grão de feijão cultivado nos sedimentos praianos dos rios Envira, Tarauacá e Juruá (REGO, 2005), e encontram-se ambos abaixo do limite máximo adequado para o consumo humano (<0,5ppm).

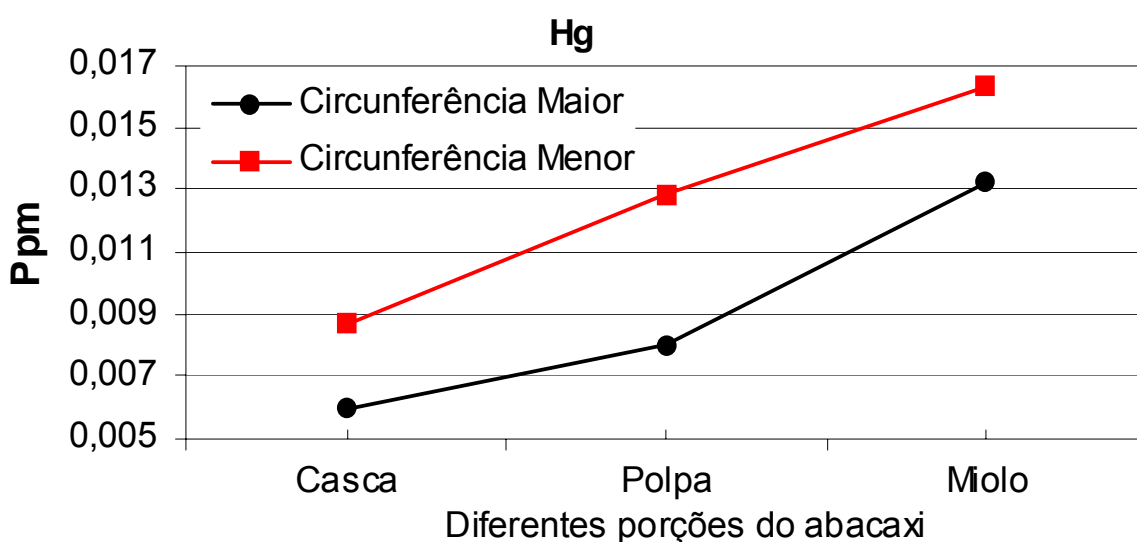


Figura 77 - Distribuição de mercúrio nas diferentes porções (miolo, polpa e casca) na circunferência maior e menor do abacaxi "gigante de Tarauacá".

5.4 SEDIMENTOS DE FUNDO

5.4.1 Disponibilidade de elementos químicos

Os sedimentos de fundo dos rios Tarauacá, Envira e Muru, os quais durante a época de estiagem vão constituir as praias que serão cultivadas temporariamente com milho, feijão, entre outros, foram investigados no que concerne a disponibilidade química, com o objetivo de avaliar a continuidade da fertilidade dos sedimentos da Formação Solimões (terra firme), que erodidos pelos rios atuais, serão fonte de nutrientes para os sedimentos praianos.

Ca, Mg e Fe são os elementos disponíveis mais abundantes, sendo o teor de Ca maior que o de magnésio em cinco vezes na bacia do Tarauacá e dez vezes na bacia do Envira; seguido de Mn, K e Na, com o K ligeiramente mais abundante que o Na. Os valores mais altos de Ca, Mg, Na, K, P, Mn e Cu claramente foram encontrados primeiramente no rio Envira às proximidades da cidade de Feijó, e segundo no rio Tarauacá às proximidades da cidade de Envira. (tabela 28 e Figuras 78 a 81). Nota-se ainda que os teores de Ca, Mg, Na e K diminuem ao longo do rio Envira. O mesmo não se observa no rio Tarauacá. Os sedimentos do rio Muru, afluente do rio Tarauacá, é o que apresenta os menores teores da maioria dos elementos analisados, com exceção apenas do P e Mn.

Esses dados mostram que os sedimentos do rio Envira são os mais ricos em nutrientes conseguindo ainda interferir na composição do rio Tarauacá quando este recebe o Envira à altura da cidade homônima. Estudo da fertilidade das praias dos rios Envira, Tarauacá realizado por Almeida et al (2003) e Almeida (2005) também demonstram a sua maior fertilidade. As terras da Formação Solimões drenadas pelo rio Envira parecem ser mais ricas em nutrientes.

Quando os teores de macro e micronutrientes dos sedimentos de fundo das bacias do rio Envira e do rio Tarauacá são comparados com os dos solos-sedimentos de terra firme da região Feijó-Tarauacá, observa-se que os sedimentos dos rios da Bacia do Envira têm mais Ca, P e Fe do que os solos de terra firme, enquanto que nos sedimentos da Bacia do rio Tarauacá apenas os teores de P e Fe se encontram acima dos encontrados nos solos de terra firme. Os demais nutrientes são maiores nos solos de terra firme, sendo que Na, K, Mn e Zn chegam a ter o dobro dos teores encontrados

nos sedimentos das duas bacias.

Solos e sedimentos de várzea são normalmente os mais ricos em nutrientes. Porém os sedimentos de fundo da bacia do Envira se mostram mais ricos em K do que os sedimentos de várzea do rio Juruá estudados por Martinelli et al. (1993), e mais pobres em Ca e Na, com exceção do Ca na estação do rio Envira à montante da cidade de Feijó. No rio Tarauacá, seus sedimentos são predominantemente mais pobres em nutrientes quando comparado com os sedimentos de várzea do rio Juruá, porém mais ricos, assim como os da Bacia do Envira quando comparados com os sedimentos de várzea dos demais rios (Tabela 28).

Tabela 28 - Concentração dos elementos químicos disponíveis nos sedimentos de fundo das Bacias do Tarauacá e do Envira comparados com os solos de terra firme da região Feijó-Tarauacá.

Estações	Localidade	(ppm)									
		Ca	Mg	Na	K	P	Mn	Fe	Cu	Zn	
Bacia do Tarauacá	TMT	Rio Tarauacá a montante da cidade de Tarauacá.	864	96	21,2	30,0	30,29	36	351	< LD	2,56
	MUR (afluente)	Desembocadura do rio Muru com o Tarauacá.	362	41	13,2	18,6	21,55	139	293	< LD	1,81
	TJT	Rio Tarauacá a jusante da cidade de Tarauacá.	534	163	16,4	22,0	19,94	33	332	< LD	1,98
	TME	Rio Tarauacá a montante da cidade de Envira.	1783	214	33,8	52,6	27,91	118	603	1,35	4,23
	TJE	Rio Tarauacá a jusante da cidade de Envira.	863	1214	26,0	42,3	40,42	48	367	< LD	3,41
		Média	881	345	22	33	28	75	389	0,27	2,80
Bacia do Envira	EMF	Rio Envira a montante da cidade de Feijó.	6408	577	94,2	141	37,87	406	288	2,69	4,08
	EJF	Rio Envira a jusante da cidade de Feijó.	2290	201	38,2	54,0	46,29	74	409	1,89	4,09
	JUR (afluente)	Desembocadura do rio Jurupari com o Envira.	1310	254	32,1	46,4	25,95	66	630	1,18	4,82
	EME	Desembocadura do rio Envira com o Tarauacá.	1730	177	33,3	45,2	44,96	78	244	< LD	3,26
		Média	2935	302	49	72	34	156	393	1,92	4,06
Média geral			1908	324	35,8	52,4	33,4	116	391	1,64	3,43
Solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá (média no intervalo de 0-10cm)			1738	355	171	125	9,18	239	255	3,14	7,34
Sedimentos de várzea de alguns tributários do rio Amazonas	Iça		2080	374	51	31,3	-	-	-	-	-
	Juruá		4544	590	102	39,1	-	-	-	-	-
	Purus		72	216	24	27,4	-	-	-	-	-
	Negro		52	31	15	4,0	-	-	-	-	-
	Madeira		1428	320	26	11,7	-	-	-	-	-

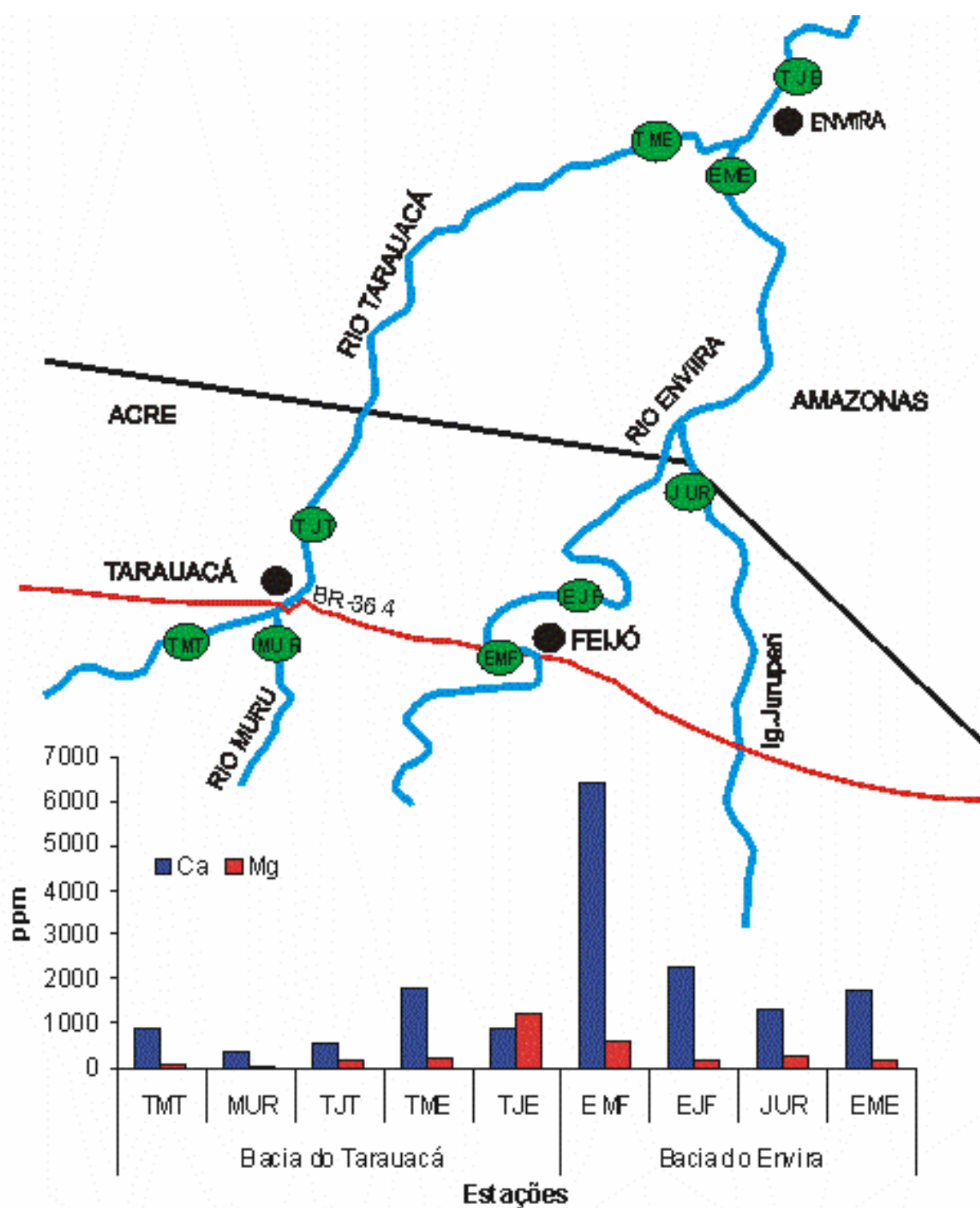


Figura 78 - Distribuição da concentração de cálcio e magnésio disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira.

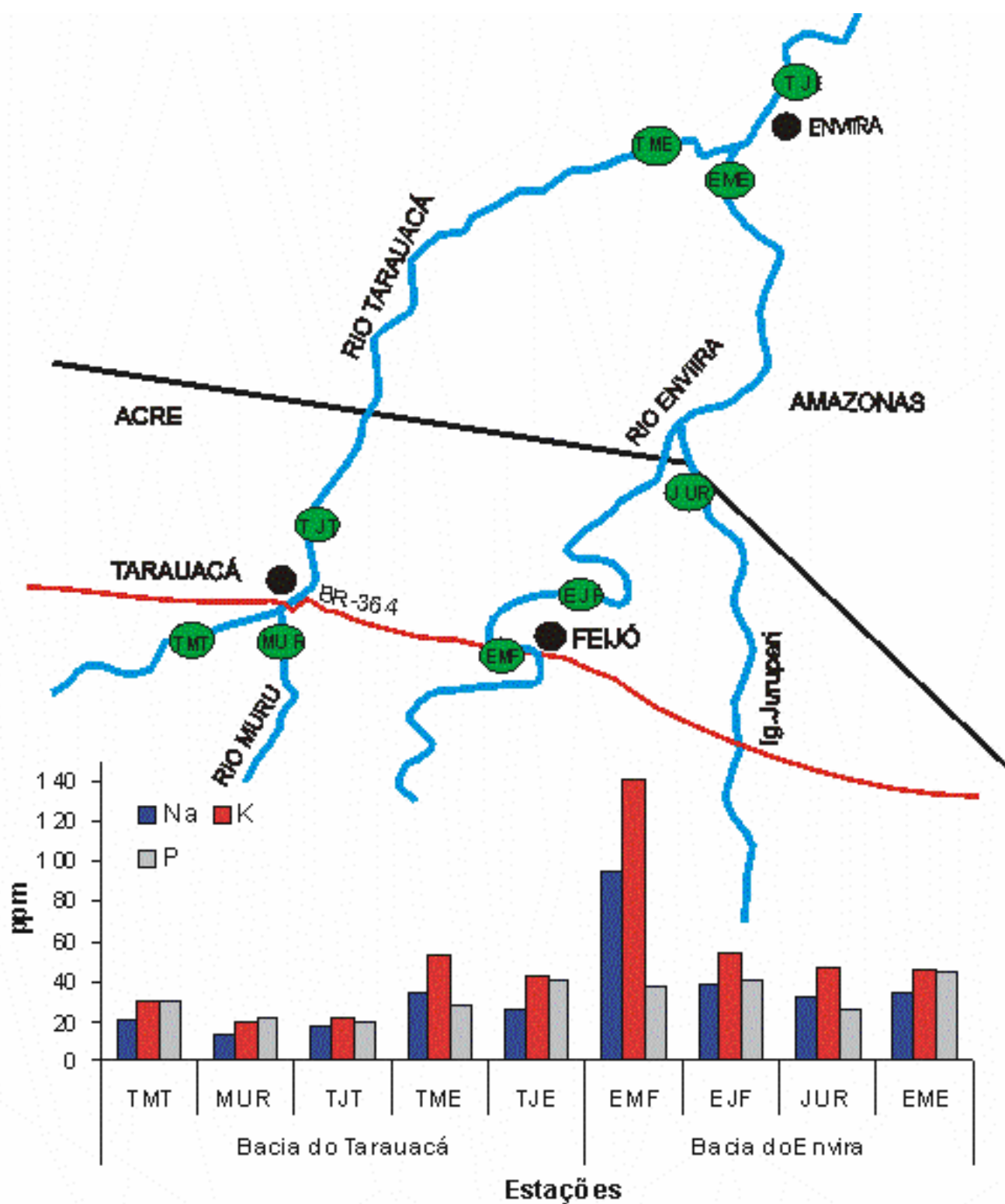


Figura 79 - Distribuição da concentração de sódio, potássio e fósforo disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira.

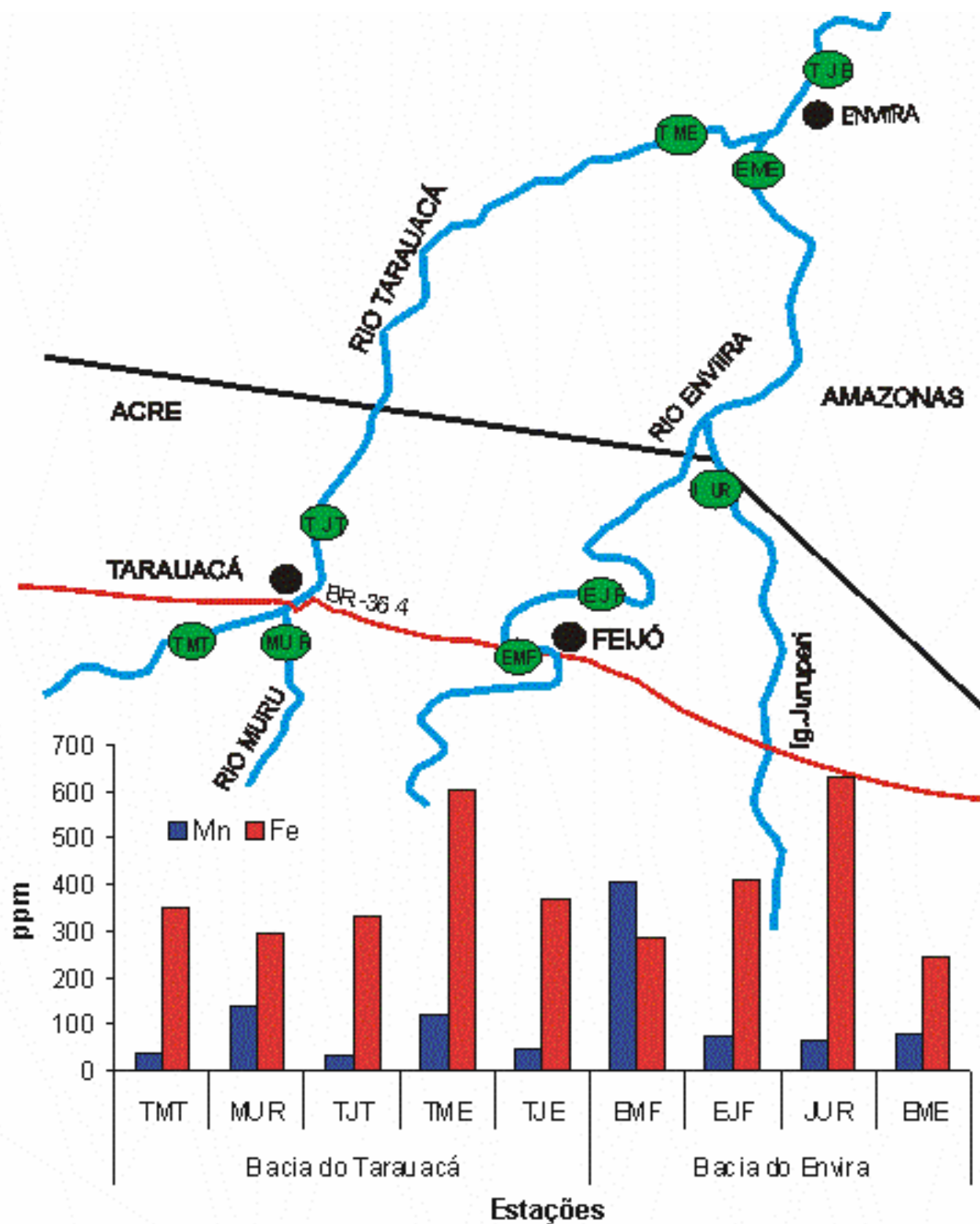


Figura 80 - Distribuição da concentração de manganês e ferro disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira.

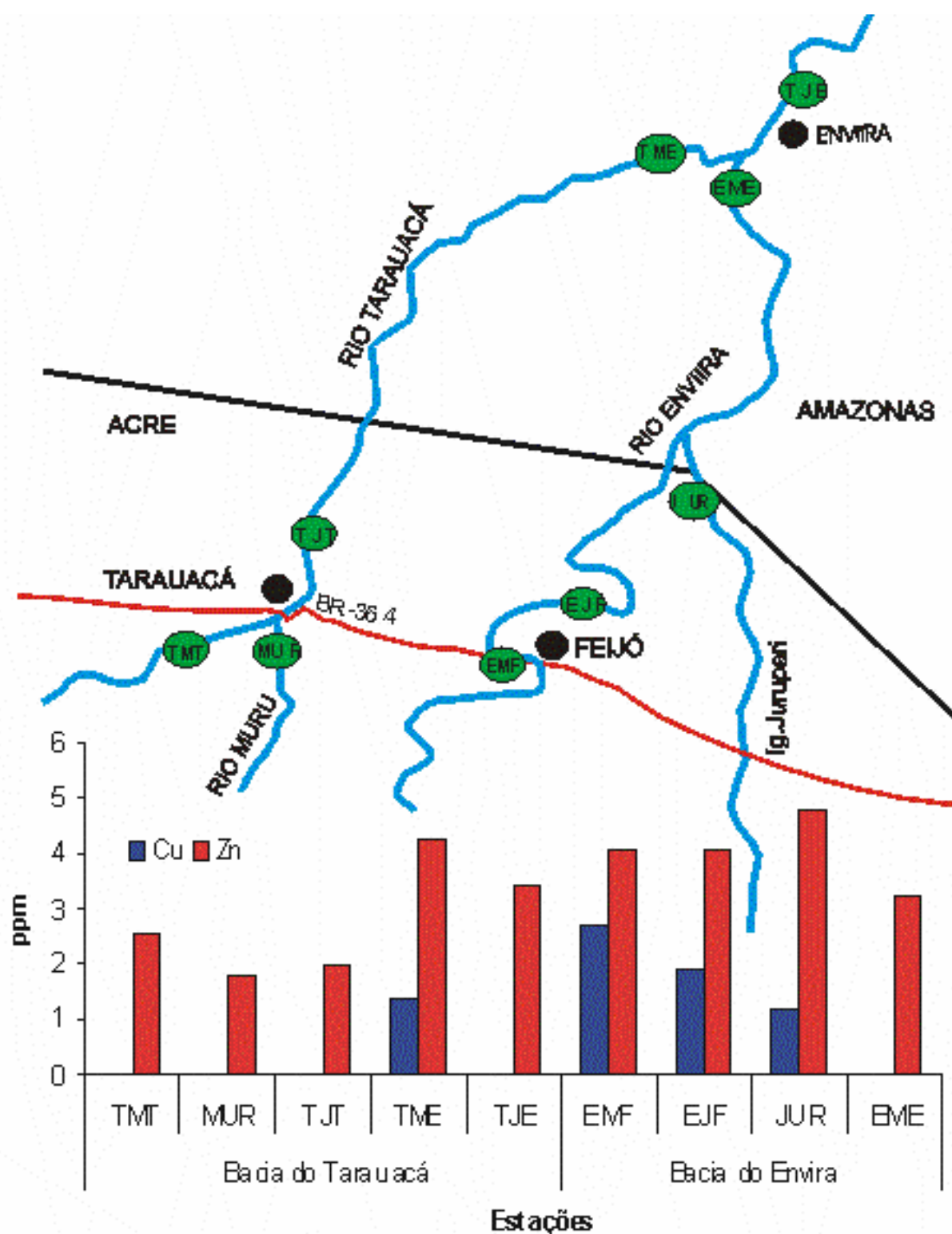


Figura 81 - Distribuição da concentração de cobre e zinco disponíveis nos sedimentos de fundo dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira. Cu e Zn foram analisados em todas as estações porém alguns teores se encontram abaixo do limite de detecção.

5.5 AS ÁGUAS FLUVIAIS

5.5.1 Parâmetros físico-químicos

Tendo em vista que as águas fluviais são os agentes principais para o transporte dos sedimentos que constituirão as praias e planícies de inundação, e que no passado geológico foi também o agente que levou a Formação Solimões, procurou-se também avaliar a sua capacidade em termos de águas como nutrientes químicos e particulados (material em suspensão) e como eles anualmente poderiam auxiliar a fertilização dos corpos praianos e mesmos das planícies de inundação.

Os dados obtidos dos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos para as águas fluviais nos dois períodos verão (estiagem) e inverno (cheia) mostram que os mesmos são completamente distintos entre si, exceto pH (Figura 82) e temperatura (Figura 83), que apresentam menores variações. Durante a cheia as águas são menos alcalinas, com menor temperatura (28°C), condutividade, STD, transparência e menor conteúdo de sulfato. São extremamente turvas, devido o alto conteúdo de Sólidos Totais em Suspensão (STS), e ricas em cloreto e amônia (Tabela 29).

No verão as águas têm baixo conteúdo de STS e obviamente TDS e condutividade elevados, e elevando-se em muito a transparência, portanto, pH mais elevado. Ou seja, durante o inverno, na enchente, as águas se enriquecem em nutrientes, sendo estes os responsáveis em parte pela fertilização das praias e planícies.

Tabela 29 - Parâmetros das águas em estudo, medidos em campo nos dois períodos de amostragem.

Estações de coleta		Parâmetros físico-químicos															
		pH	Temp (°C)	Cond. (µS)	STD (mg/L)	Turb. (UNT)	Transparência (UC)	STS (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Brometo (mg/L)	Amônia (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)		
Inverno (cheia)	Bacia do Tarauacá	TMT	7,60	28,3	119,7	63,6	420	40	506	12,0	0,28	0	0	1,93	0,000	<LD	
		MUR	7,50	27,8	176,7	93,8	453	40	82,3	15,9	0,25	0	0	2,15	0,000	<LD	
		TJT	7,80	28,1	139,1	73,8	457	40	814	14,0	0,31	0	0	2,06	0,000	<LD	
		TME	7,50	27,9	53,7	28,7	461	40	606	24,5	0,2	0	0	2,30	0,000	<LD	
		TJE	7,30	27,2	85,3	45,2	461	50	590	24,5	0,25	18	0	2,09	0,000	<LD	
		Média	7,54	27,9	114,9	61,02	450	42	520	18,2	0,26	3,6	0	0	2,106	0,000	-
	Bacia do Envira	EMF	7,80	28,4	209,0	111,6	319	40	406	24,5	0,25	0	0	2,08	0,009	<LD	
		EJF	7,60	28,4	201,0	109,4	247	40	294	22,3	0,34	0	0	1,7	0,000	<LD	
		JUR	7,30	27,0	33,0	17,48	191	40	184	8,9	0,29	7	0	1,17	0,000	<LD	
		EME	7,70	28,1	78,9	40,9	352	40	421	24,5	0,11	5	0	1,81	0,000	<LD	
		Média	7,60	28,0	130,5	69,8	277	40	326	20,1	0,25	3	0	0	1,69	0,002	-
	Média (período de inverno)		7,6	27,9	122,7	65,4	364	41	423	19,12	0,25	3,3	0,0	1,9	0,001	0	
	Verão (estiagem)	Bacia do Tarauacá	TMT	7,89	29,8	253,0	151,0	42	217	37	1,4	0,24	8	0,00	0,25	0,000	<LD
			MUR	7,79	29,7	351,0	210,0	62	329	66	2,4	0,29	4	0,15	0,45	0,004	0,00
			TJT	7,79	29,8	272,0	163,0	48	249	41	1,6	0,28	2	0,30	0,38	0,002	0,00
Média			7,82	29,8	292,0	174,7	51	265	48	1,8	0,27	4,7	0,15	0,36	0,002	-	
Bacia do Envira		EMF	7,67	29,7	362,0	217,0	52	271	50	3,2	0,42	8	0,54	0,48	0,005	<LD	
		EJF	7,65	28,8	349,0	209,0	58	302	57	2,2	0,29	9	0,20	0,46	0,003	0,00	
		Média	7,66	29,3	355,5	213,0	55	287	54	2,7	0,36	8,50	0,37	0,47	0,00	-	
Média (período de verão)		7,74	29,5	323,8	193,8	53	276	50,75	2,25	0,31	6,58	0,26	0,42	0,00	-		
Média geral			28,7	223,2	129,6	208	158	236,9	10,7	0,28	4,94	0,13	1,16	0,002	-		

Os valores de pH, no geral, (Figura 82) não apresentaram significativa influência da sazonalidade, visto que na estação TJT não houve alteração do pH e na estação EMF o valor de pH obtido no verão se manteve acima do valor de pH no inverno, nas demais estações o valor de pH no inverno foi menor que no verão, porém os valores médios de pH revelam que no inverno se obteve os menores valores de pH, (7,53) em relação ao verão (7,76).

Por tanto essas águas fluviais são consideradas de neutras a alcalinas, com pH médio de 7,66, comparável ao pH médio de 7,67 (período de cheia) encontrado para as águas do rio Nilo, que são extremamente ricas em nutrientes, e seus sedimentos são dominados (>50%) principalmente por montmorilonita, caulinita e ainda illita e clorita (DEKOV et al.,1997).

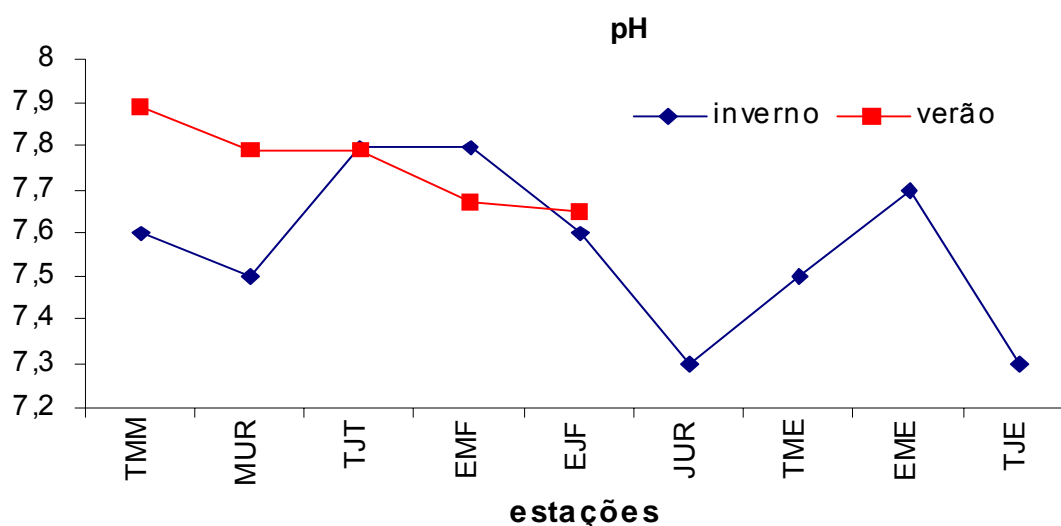


Figura 82 - Distribuição dos valores de pH registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

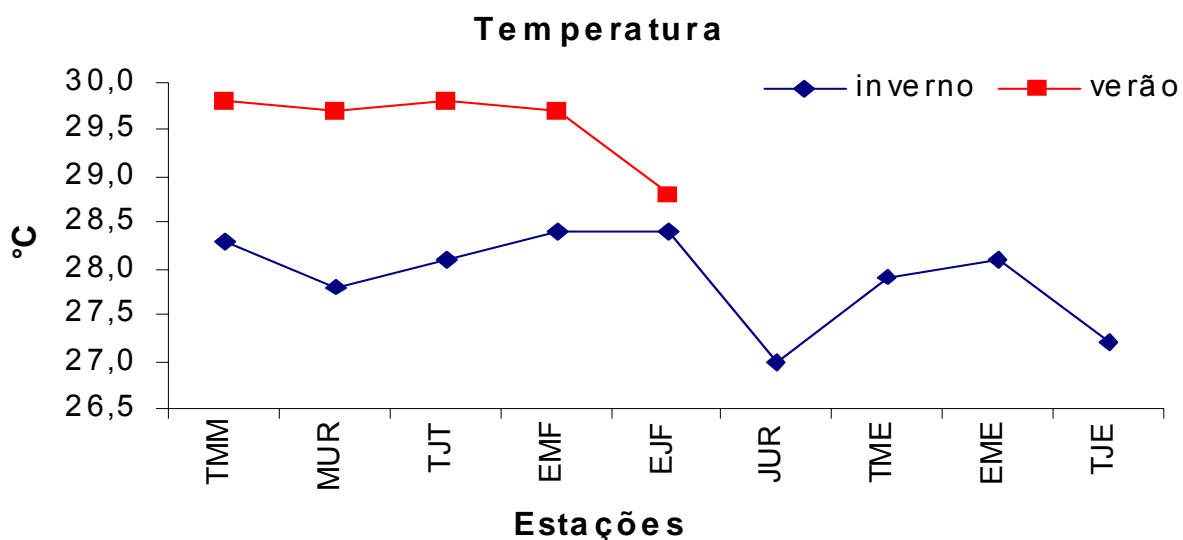


Figura 83 - Distribuição dos valores de temperatura registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

Os valores de condutividade (Figura 84) revelam uma forte influência da sazonalidade, com valores mais elevados no verão, variando de 253 μ S na estação TMM a 362 μ S na estação EMF, com média de 317 μ S, enquanto que no inverno a média de condutividade foi de 121 μ S com mínima de 33 μ S na estação JUR e máxima de 209 μ S na estação EMF. Os valores mais elevados de condutividade registrados durante o período de verão podem indicar que nesse período ocorreu um acréscimo no teor de sais dissolvidos sob a forma de íons presentes nas águas quando comparados com o período de inverno isto é claramente refletido nos valores registrados de sólidos totais dissolvidos (TDS) (figura 85).

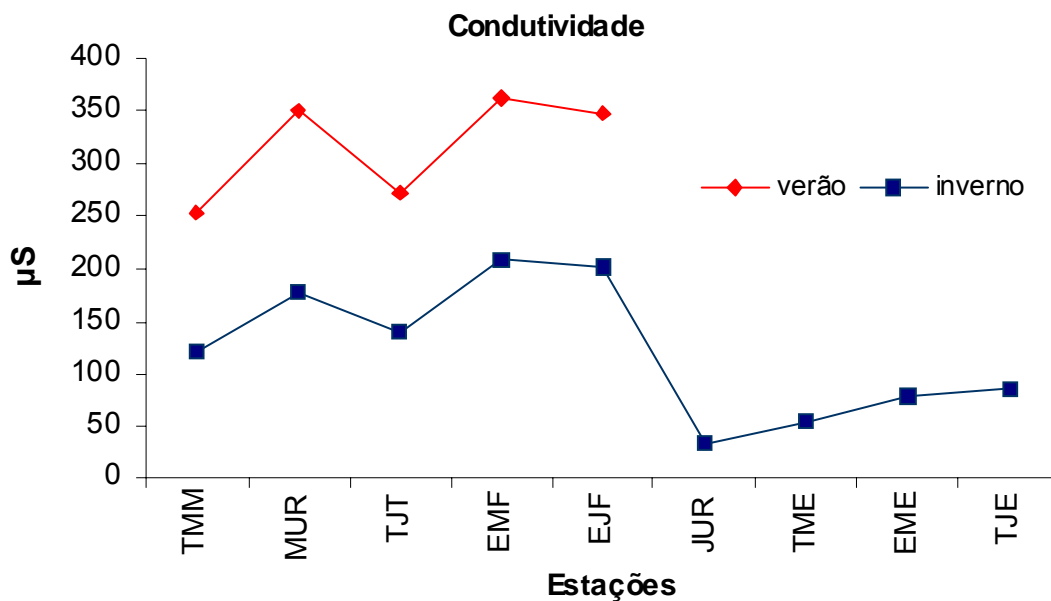


Figura 84 - Distribuição das concentrações de condutividade registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

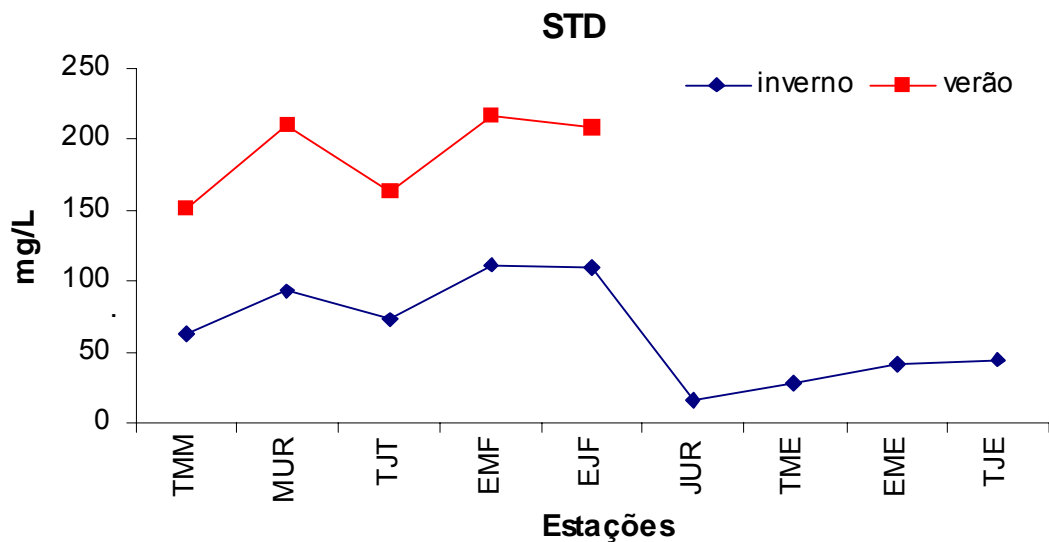


Figura 85 - Distribuição das concentrações de STD registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

Os valores de turbidez (figura 86) foram maiores no verão com média de 373,4 UNT, máxima de 461 UNT nas estações EJE e TME e mínima de 191 UNT na estação JUR. A turbidez está diretamente relacionada com a concentração de sólidos totais suspensos (STS), que podem corresponder a partículas de silte, argila e matéria orgânica. Apesar do grande volume de água que se precipita no período de inverno aumentando consideravelmente o volume de água dos rios, a quantidade de STS não diminui, aliás, aumenta (tabela 86), visto que a força das águas é suficiente para desmontar barrancos e retrabalhar sedimentos de praia e de fundo, transportando cada vez mais sólidos suspensos agregados aos sólidos suspensos que as águas desses rios trazem de suas nascentes andinas.

Os conteúdos de STS registrados no período de cheia (inverno) nas águas dos rios estudados são mais elevados do que os encontrados por Gaillard et al. (1997), nos rios Solimões (53mg/L) e rio Madeira (67mg/L), também no período de cheia. Esse alto conteúdo de material em suspensão (STS) confere a esses rios a denominação de rios de águas brancas, como já citado por Sioli (1968) e Gibbs, (1967).

Os valores de transparência (Figura 88) são inversamente proporcionais aos de STS, já que quanto maior a quantidade de Sólidos Suspensos Totais (STS), menor será a transparência das águas.

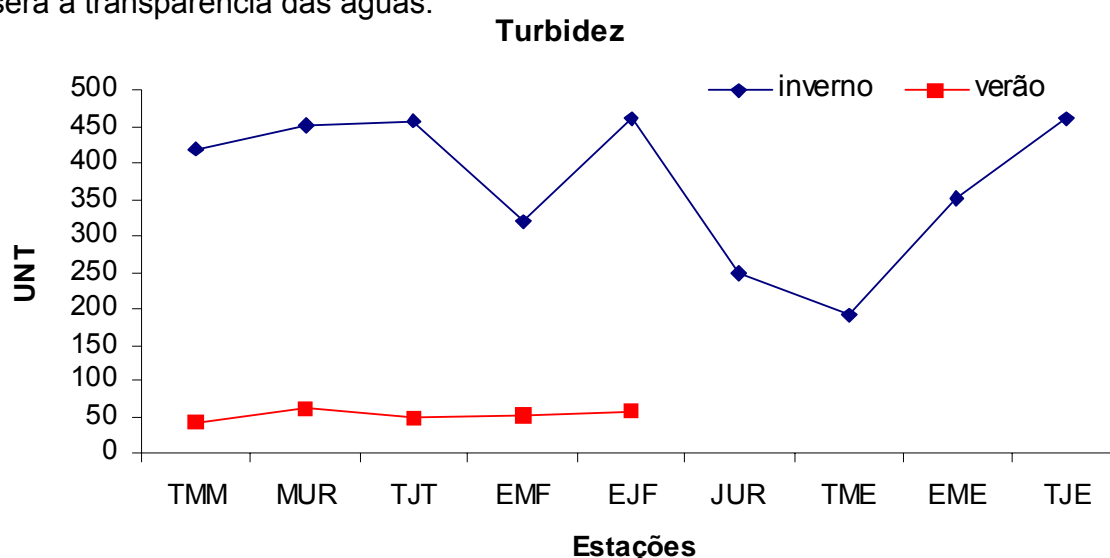


Figura 86 - Distribuição dos valores de turbidez registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

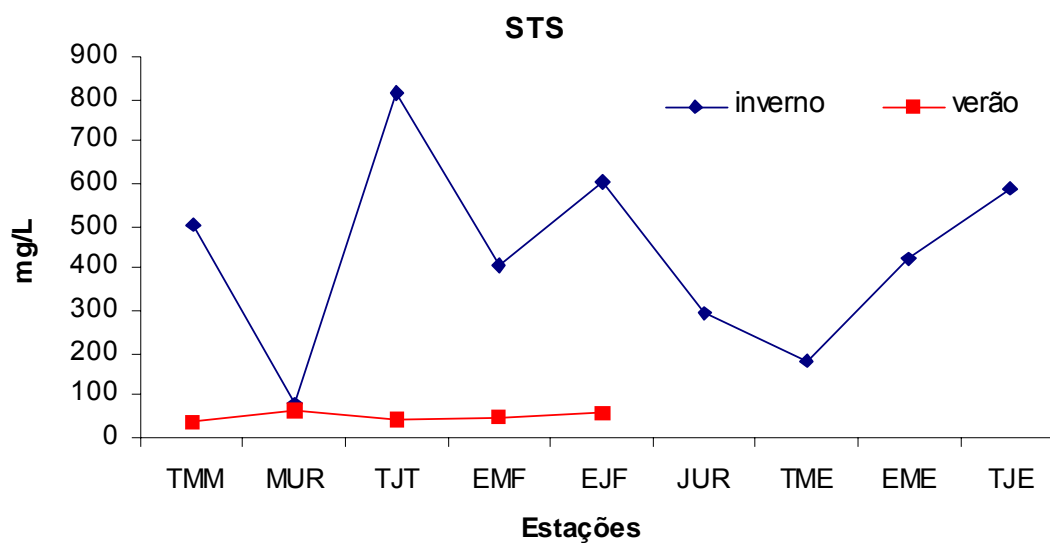


Figura 87 - Distribuição dos teores de STS registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

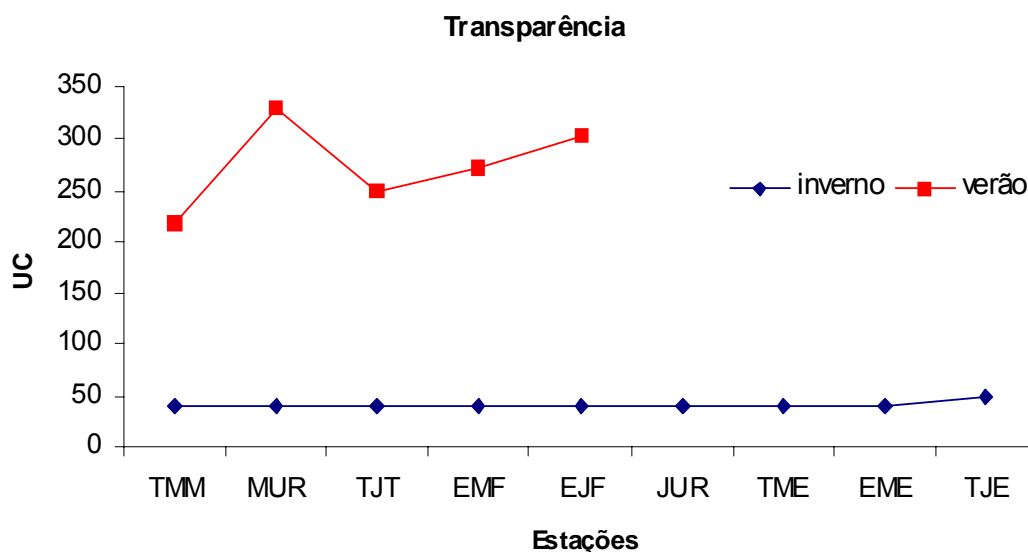


Figura 88 - Distribuição dos valores de transparência registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

A influência da sazonalidade é claramente observada também nas distribuições dos registros de cloreto e amônia (Figura 89), sendo que os teores de cloreto no inverno (8,9 a 24,5 mg/L) são quase 10 vezes maiores do que os registrados no verão (1,4 a 3,2 mg/L), enquanto que os teores de amônia no inverno

(1,7 a 2,3 mg/L) superam os do verão (0,25 a 0,48 mg/L) em apenas cinco vezes. As maiores concentrações de cloreto e amônia no período de inverno foram registradas no rio Tarauacá a montante da Cidade de Envira (estação TME), Enquanto no verão as maiores concentrações de cloreto (3,2 mg/L) e amônia (0,48 mg/L) foram registradas, no rio Envira a montante da cidade de Envira (estação EME).

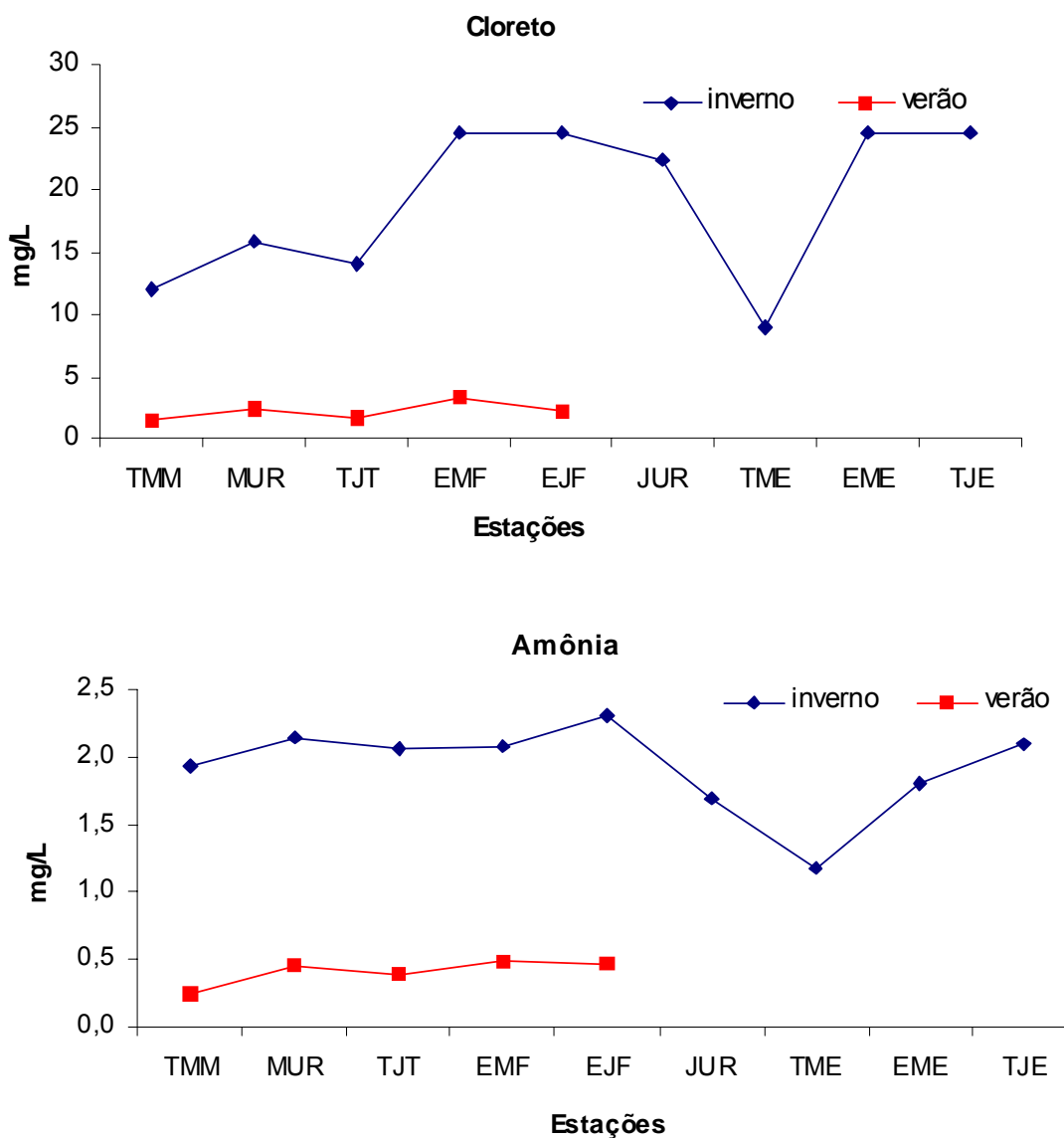


Figura 89 - Distribuição dos teores de cloreto e amônia registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

Os valores de nitrito registrados no inverno foram zero em quase todas as estações, com exceção da estação EMF (rio Envira a montante de Feijó), onde foi registrado 0,009 mg/L de nitrito. No verão apenas a estação TMT teve valor zero para nitrito, nas demais a variação foi de 0,002 a 0,005 mg/L, sendo que o maior valor registrado foi também na estação EMF, assim como no inverno, (Tabela 29). Já os valores registrados de nitrato foram zero ou abaixo do limite de detecção, como mostra a tabela 28. No verão é possível observar que quanto maior os teores de amônia, maior os teores de nitrito, mostrando que no verão a amônia está sendo oxidada a nitrito pelas bactérias do grupo Nitrossomas.

Durante o inverno, as águas das chuvas que lavam a região transferem aos rios resíduos de produtos protéicos ricos em nitrogênio, enriquecendo em amônia as águas fluviais. Quando chega o verão uma parcela dessa amônia é oxidada a nitrito pelas bactérias nitrossomas; e essas oxidam a nitrato com a participação das bactérias autótrofas. O nitrato é muito móvel e seu teor nas amostras estudadas se estabeleceram abaixo do limite de detecção de 0,01mg/L.

Os teores de fosfato registrados nas águas fluviais variaram bastante (Figura 90) não se podendo notar grande influência da sazonalidade, no entanto sua menor concentração (0,11 mg/L) no período de inverno foi registrada na estação EME, ao contrário do cloreto e amônia que apresentaram maiores concentrações nessa estação e nesse mesmo período. Já no período de verão a maior concentração de fosfato (0,42 mg/L) foi registrada na mesma estação onde cloreto e amônia foram maiores.

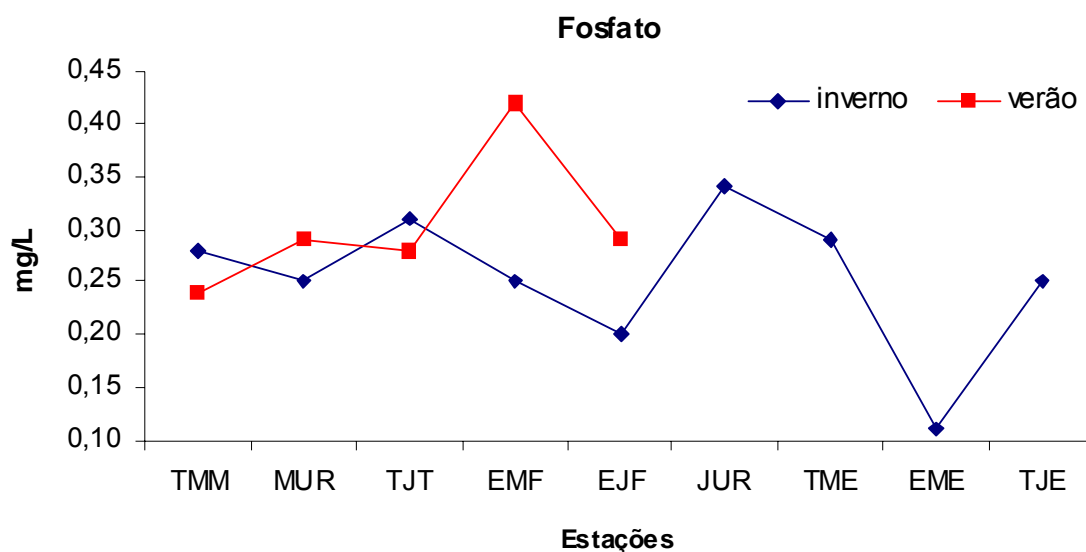


Figura 90 - Distribuição dos teores de fosfato registrados nas amostras de águas fluviais das bacias do Tarauacá e do Envira nos dois períodos (verão e inverno).

5.5.2 Elementos químicos das águas fluviais

As águas fluviais no período de inverno (cheia), entre os elementos analisados (Tabela 30) se mostram mais concentradas em Na, Mg, K, Fe, Al, Ba, Sr, Mn, Zn e Hg, em ordem decrescente. Na, Mg e K (Figura 91) se destacam dos demais e retratam a riqueza em nutrientes, justificando assim a sua influência para a fertilização das praias e planícies. Fe, Mn e Cu também são nutrientes importantes e estão presentes nas águas. Os teores de K, Mg, Ba, Sr, Cu, entre outros, são maiores que os encontrados por Konhauser *et al.* (1994) nas águas do rio Solimões e rio Negro. Essa composição química das águas reflete claramente aquelas dos sedimentos praianos (sedimentos de fundo), assim como os solos-sedimentos (Formação Solimões) dos terrenos de Feijó-Tarauacá. O Al é mais alto no rio Jurupari, enquanto Ba e Sr são mais elevados no rio Envira às proximidades de Feijó (Figura 92).

Tabela 30 - Composição química expressa em ppm das águas da região Feijó-Tarauacá-Envira no período de inverno.

Elementos (ppm)	Período de inverno (cheia)									Média	Valor Max.	Valor Min.
	Bacia do Tarauacá					Bacia do Envira						
	TMT	MUR	TJT	TME	TJE	EMF	EJF	JUR	EME			
Na	2,328	2,867	2,949	1,557	2,052	3,141	3,653	1,312	1,903	2,418	3,653	1,312
Mg	2,310	3,180	2,630	1,493	1,727	3,738	3,610	1,165	1,852	2,412	3,738	1,165
K	1,738	1,474	1,549	0,840	1,333	1,990	1,704	0,615	0,328	1,286	1,990	0,328
Fe	0,554	0,677	0,593	0,459	0,509	0,762	0,783	0,911	0,516	0,640	0,911	0,459
Al	0,152	0,184	0,121	0,242	0,362	0,052	0,111	1,311	0,244	0,309	1,311	0,111
Sr	0,074	0,113	0,088	0,045	0,054	0,141	0,136	0,029	0,065	0,083	0,141	0,029
Ba	0,096	0,111	0,105	0,061	0,063	0,143	0,113	0,047	0,052	0,088	0,143	0,047
Mn	0,008	0,000	0,003	0,004	0,005	0,001	0,002	0,026	0,002	0,006	0,026	0,000
Hg	0,005	0,006	0,005	0,008	0,006	0,006	0,006	0,007	0,004	0,006	0,008	0,004
Cu	0,005	0,003	0,004	0,006	0,003	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,006	0,003
As	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0,001	0,003	0,004	0,001
Rb	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,003	0,001
Zn	<0,002	<0,002	<0,002	0,016	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,016	<0,002
Li	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001
Pb	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	<0,0001	0,001	0,002	<0,0001
I	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
Cd	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000
Ce	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000
Cs	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,000	0,000	0,000	<0,0001	0,000	-	-
U	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Se	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-
Sb	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	-	-	-
B	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-

Apenas seis elementos químicos foram analisados nas águas coletadas no período de verão, porém os teores desses comparados com os encontrados no período de inverno mostram que a maioria se encontra com teores mais elevados no verão. O teor de K elevou-se de 1,286 para 3,374 ppm, Sr de 0,083 para 0,143ppm, Ba de 0,088 para 0,131 ppm e Sb que apresentava valores abaixo do limite de detecção no inverno, teve seu teor elevado a 0,055ppm no verão. Dos elementos analisados no verão o único que teve seu teor abaixo do encontrado no inverno foi o Al que baixou de 0,309 para 0,097ppm.

Essa relativa comparação sugere que elementos químicos nutrientes como Ca e Mg também apresentariam valores elevados no verão.

Tabela 31 - Concentração de alguns elementos químicos expressa em ppm das águas fluviais da região Feijó-Tarauacá.

Elementos (ppm)	Período de verão (estiagem)					Média	Valor max.	Valor min.
	Bacia do Tarauacá			Bacia do Envira				
	TMT	MUR	TJT	EMF	EJF			
K	3,520	2,920	3,550	3,430	3,450	3,374	3,550	2,920
Al	0,082	0,070	0,201	0,064	0,067	0,097	0,201	0,064
Sr	0,100	0,168	0,090	0,194	0,186	0,148	0,194	0,090
Ba	0,130	0,144	0,118	0,132	0,130	0,131	0,144	0,118
Cd	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	-	-	-
Sb	0,042	0,061	0,054	0,065	0,055	0,055	0,065	0,042



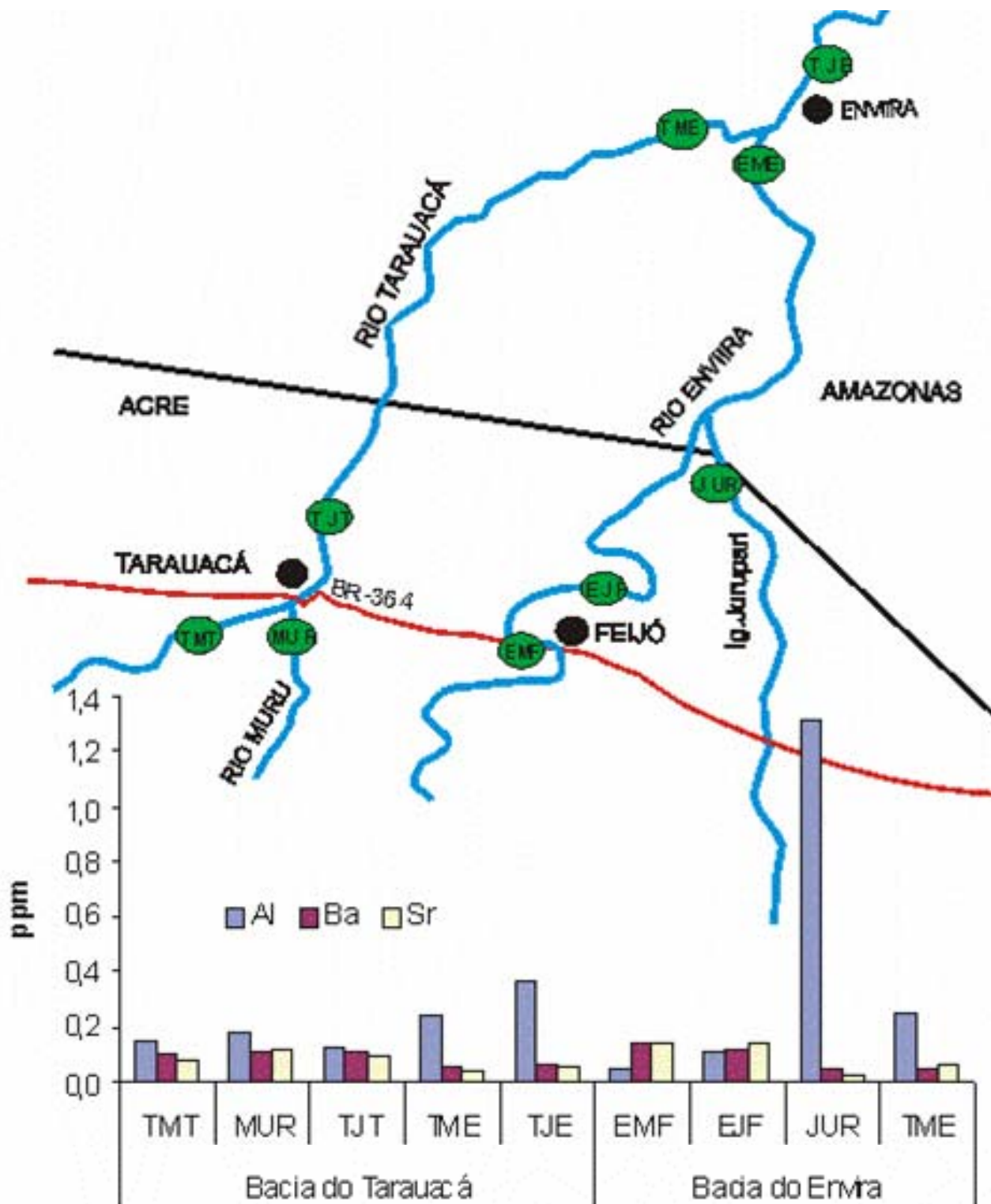


Figura 92 - Distribuição das concentrações de Al, Ba e Sr das águas dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia).

5.6 SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO (SUSPENSATOS) DOS RIOS DA REGIÃO

FEIJÓ-TARAUACÁ-ENVIRA

5.6.1 Composição química total - elementos maiores

Os resultados da análise química total dos suspensatos coletados no período de inverno demonstram que esses são constituídos basicamente de SiO_2 com média de 55,9% em peso, Al_2O_3 (14%) e Fe_2O_3 (5,54%). Destacam-se ainda K_2O com média de 1,9%, MgO (1,27%), TiO_2 (0,77%), CaO (0,25%), Na_2O (0,16%), e ainda MnO com média de 0,1% e P_2O_5 (0,08%) (Tabela 32).

Os suspensatos dos rios Tarauacá às proximidades da cidade de Envira, no Amazonas (amostras TJE e TME) são as que apresentam os maiores teores de SiO_2 e TiO_2 (Figura 93e 94), e apresentam ainda os menores teores de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , MnO e P_2O_5 (Figuras 93, 94, 95), sendo este último apenas na estação TME. Com exceção de SiO_2 e TiO_2 todos os demais óxidos predominam nos suspensatos do rio Envira às proximidades da cidade de Feijó (amostras EMF e EJJ) seguido do rio Tarauacá a jusante da cidade de Tarauacá.

Tabela 32 - Composição química total dos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira comparados com a dos solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá (este trabalho), crosta terrestre superior e com os folhelhos australianos - PAAS.

Bacias	Estações	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	P.F.	Total
Bacia do Tarauacá	TJT	52,84	20,05	5,89	0,117	1,31	0,08	0,36	1,93	0,763	0,08	16,49	99,91
	TME	61,73	15,88	4,99	0,063	0,97	0,08	0,41	1,83	0,776	0,07	12,29	99,08
	TJE	58,32	17,85	5,50	0,077	1,14	0,09	0,39	1,89	0,816	0,08	13,92	100,1
Bacia do Envira	EMF	52,2	20,33	5,76	0,122	1,51	0,54	0,45	1,92	0,745	0,1	16,12	99,8
	EJJ	54,45	19,25	5,57	0,121	1,43	0,47	0,48	1,94	0,750	0,09	15,46	100
Média		55,91	18,67	5,54	0,1	1,27	0,25	0,42	1,90	0,77	0,08	14,86	99,78
Média dos solos da região Feijó-Tarauacá no intervalo de 0-20cm		61,21	13,9	4,96	0,1	1,12	0,76	0,16	1,73	0,78	0,03	14,66	99,39

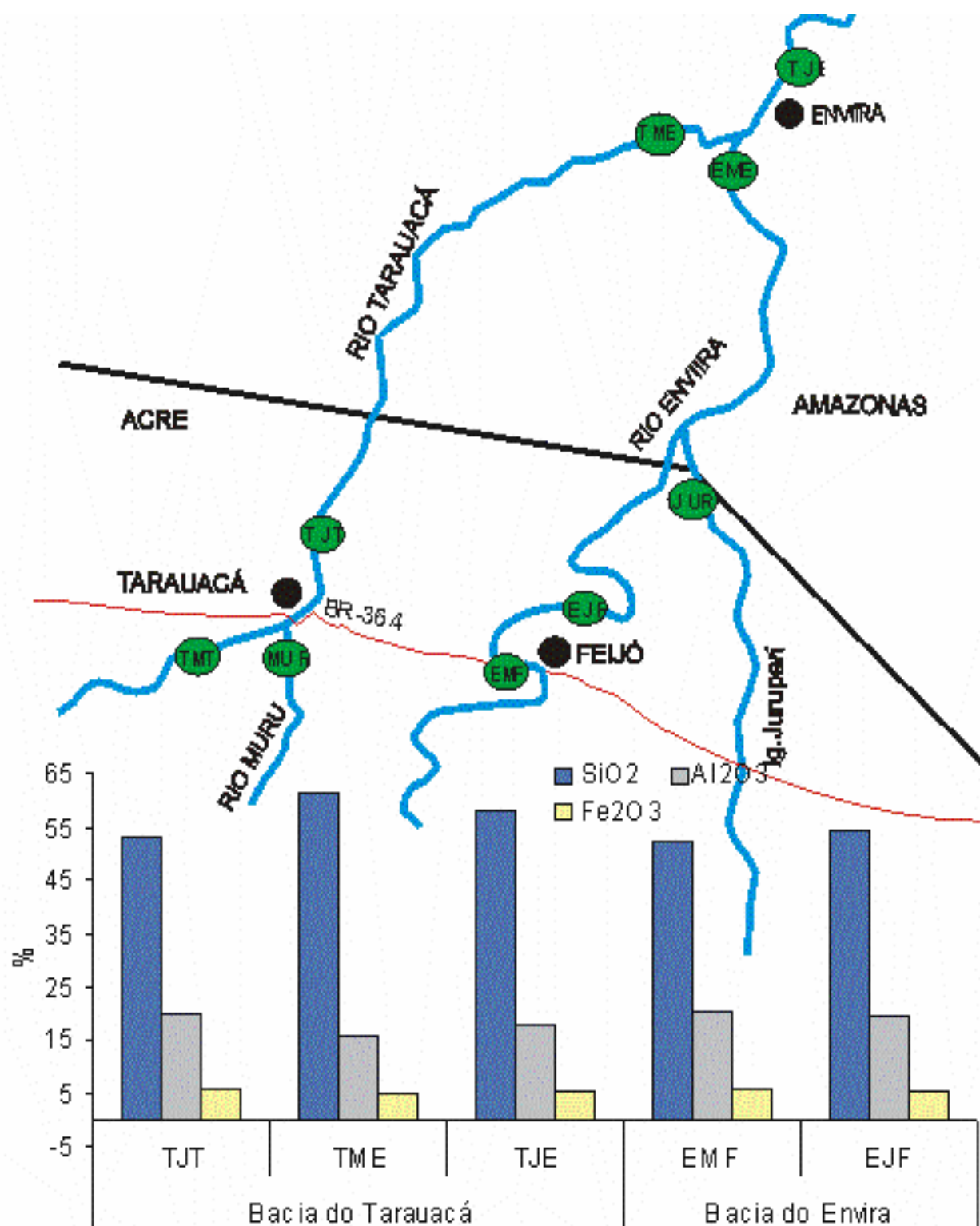


Figura 93 - Distribuição das concentrações de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ nos suspensos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia).

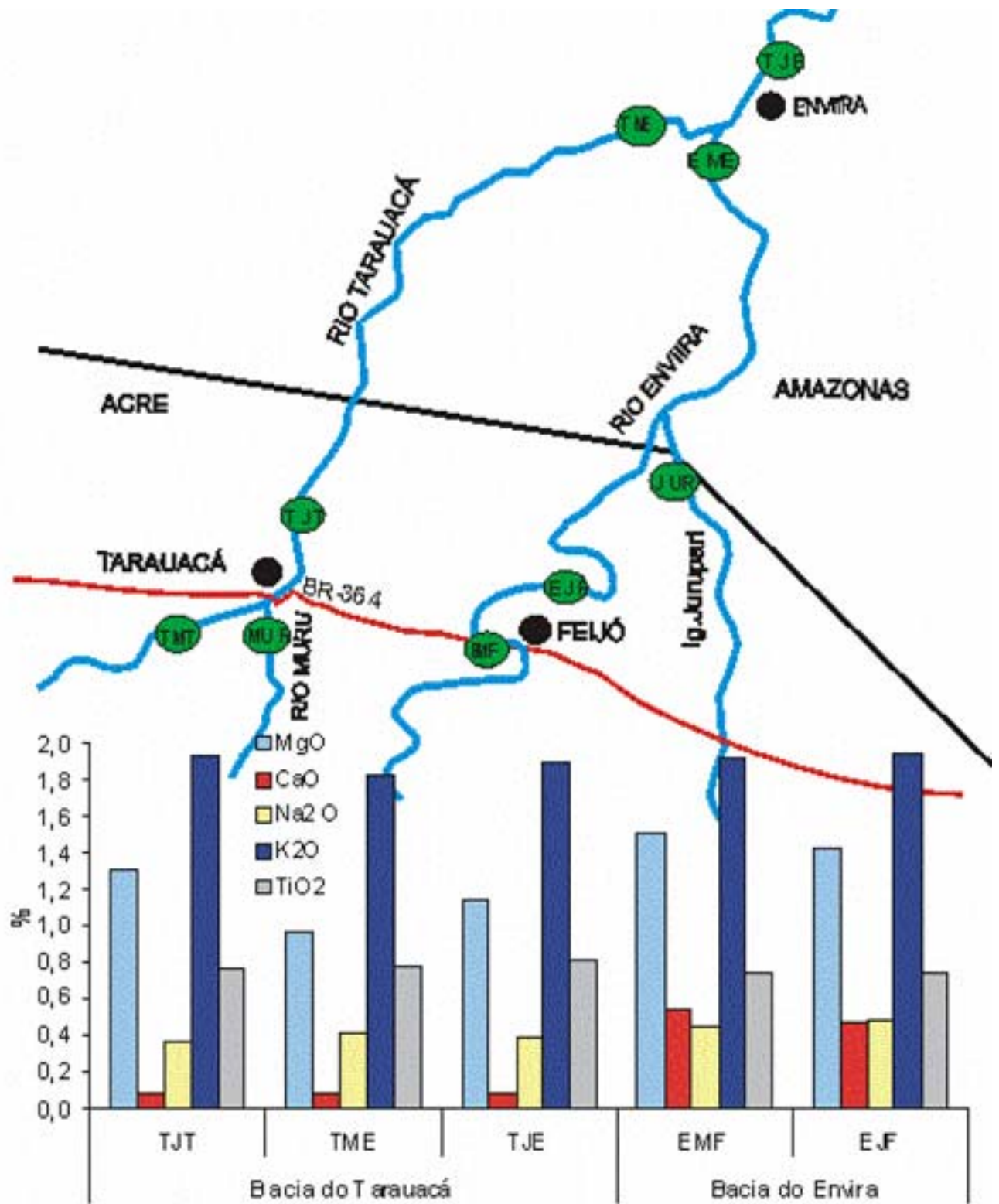
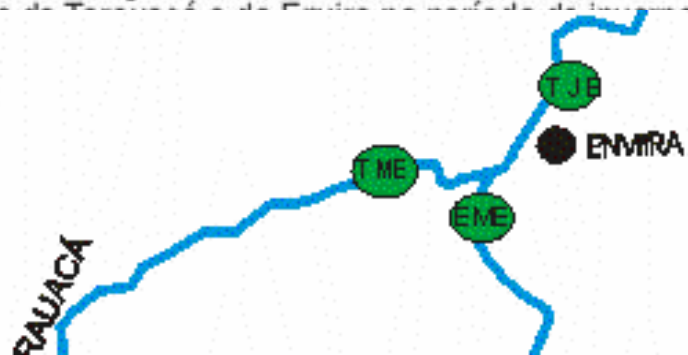


Figura 94 - Distribuição das concentrações de CaO, MgO, Na₂O, K₂O e TiO₂ nos



Quando normalizados com a crosta terrestre superior e com os folhelhos

australianos pós-arqueanos-PAAS, os suspensatos se mostram equivalentes em SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 ; enriquecidos em MnO apenas nas estações às proximidades das cidades de Tarauacá e Envira e em relação à crosta; empobrecidos em MgO , K_2O , Na_2O e principalmente CaO nas estações às proximidades da cidade de Envira, no Amazonas (Figura 96 e 97).

Quando comparados com os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá, os suspensatos se mostram equivalentes em SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , TiO_2 e K_2O ; enriquecidos em Na_2O e P_2O_5 ; ligeiramente enriquecidos em Al_2O_3 e empobrecidos em CaO e MnO , sendo este último apenas no rio Tarauacá às proximidade da cidade de Envira (Figura 98). Quando normalizados com os sedimentos praianos da região Feijó-Tarauacá estudados por Almeida (2005), os suspensatos se mostram enriquecidos em Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO e MgO ; empobrecidos em SiO_2 , CaO e Na_2O , se equivalendo apenas em K_2O , P_2O_5 e TiO_2 (Figura 99).

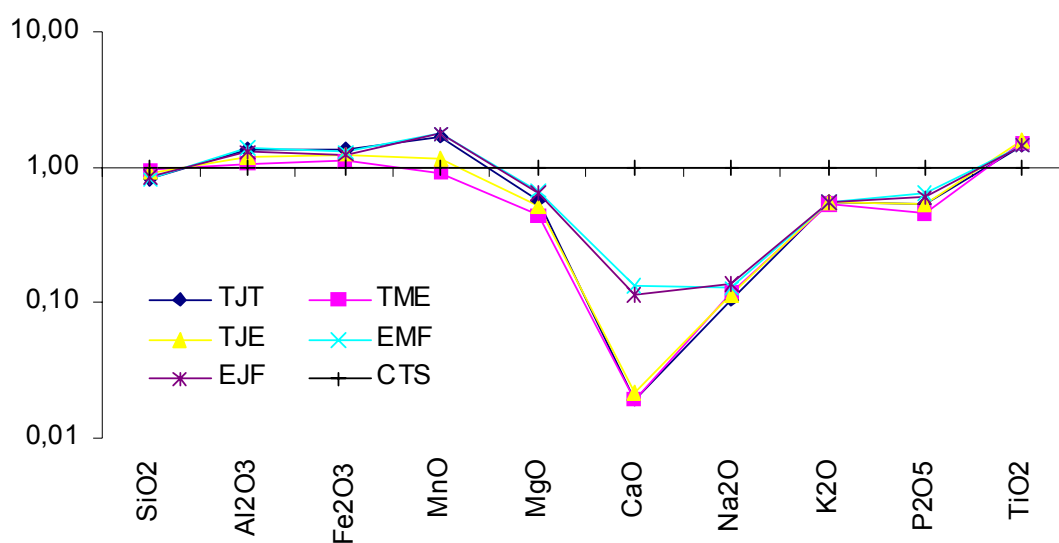


Figura 96 - Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensatos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com as da crosta superior continental. Dados da crosta: Wedepohl (1995).

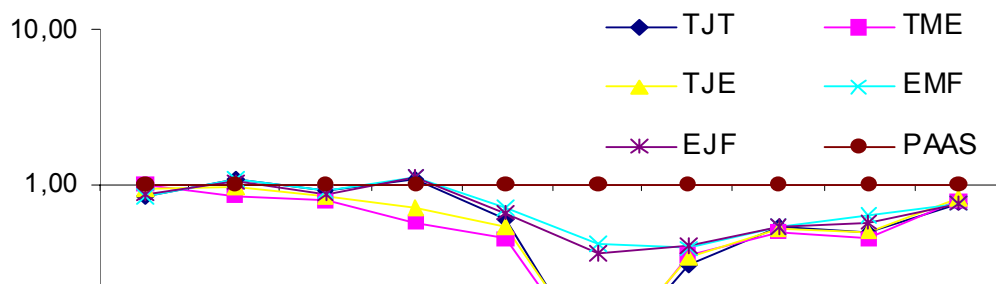


Figura 97 - Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com a dos folheços australianos pós-arqueanos-PAAS. Dados do PAAS: Taylor & McLennam (1985).

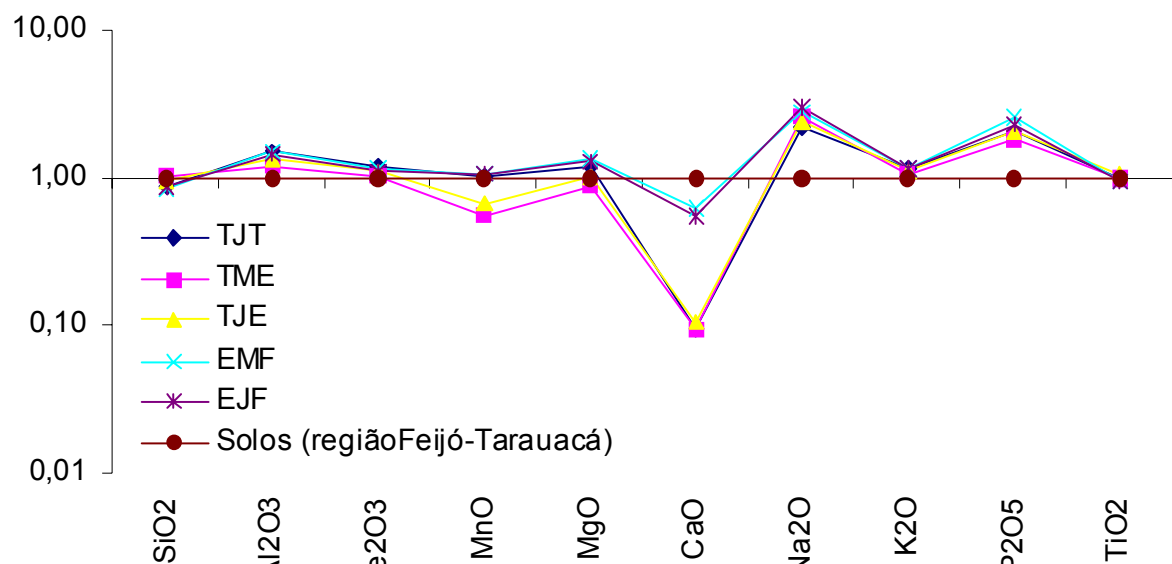


Figura 98 - Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com as dos solos da região Feijó-Tarauacá (este estudo).

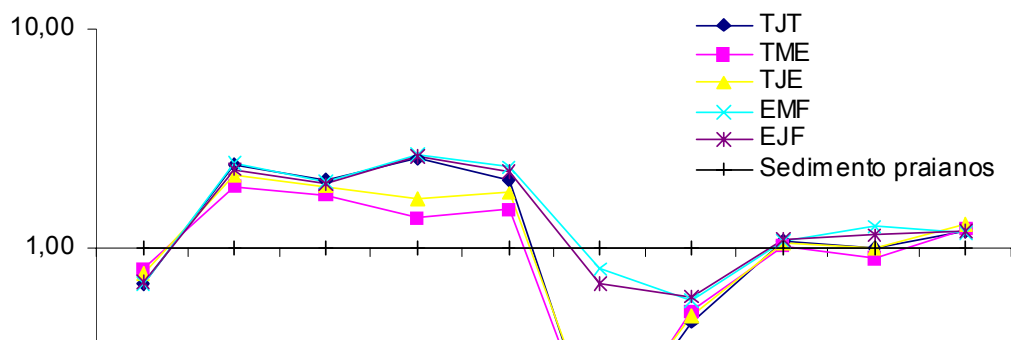


Figura 99 – Normalização da concentração dos elementos analisados nos suspensatos dos rios Tarauacá e Envira no período de cheia com a dos sedimentos praianos da região Feijó-Tarauacá (Almeida, 2005).

5.6.2 Disponibilidade de elementos nos suspensatos

Nos filtrados (que correspondem ao material em suspensão) dos rios Envira, Tarauacá e Muru da região investigada, no período de cheia, os elementos químicos que se apresentam com maior disponibilidade foram em ordem decrescente de teor: Fe, Al, Mg, Mn, Na, Ti, Ba, Se, Zn, Sr, Cu, B, Li, Sn, Pb, Rb, etc. K e Ca não foram analisados (Tabela 33). Além de retratarem em parte a composição total dos sedimentos, eles mostram que Fe é muito solúvel, já que é um dos elementos mais abundantes nos sedimentos, da mesma forma Mg, Na e Mn (Figura 100).

Os teores de Se, Hg, Sn e Sb são os únicos elementos analisados que apresentam maiores teores no rio Jurupari, todos os demais elementos são mais pobres nesse rio, sendo que para Sn todos os demais rios apresentaram teores abaixo do limite de detecção (Figuras 101 e 102).

Os teores de Na e Mg estão mais elevados nos suspensos dos rios Envira às proximidades de Feijó e rio Tarauacá às proximidades da cidade de Tarauacá.

Os sedimentos em suspensão podem assim explicar a mineralogia das águas fluviais e em conjunto a fertilidade das praias e, por conseguinte mostrar 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.

Tabela 33 - Concentração de metais disponíveis expressa em ppm nos suspensatos (filtrado) dos rios da região Feijó-Tarauacá-Envira no período de inverno.

Elemento (ppm)	Período de inverno (cheia)									Média	Valor max.	Valor min.
	Bacia do Tarauacá					Bacia do Envira						
	TMT	MUR	TJT	TME	TJE	EMF	EJF	JUR	EME			
Fe	203,18	337,86	223,67	368,12	229,89	289,01	326,11	87,380	362,34	269,729	368,12	87,380
Al	73,980	ENA	ENA	ENA	ENA	ENA	ENA	42,310	ENA	58,145	-	-
Mg	30,342	34,610	36,300	49,730	32,810	51,410	35,134	13,120	23,840	34,144	51,410	13,120
Mn	5,926	12,016	7,900	10,040	4,070	9,456	10,519	1,026	9,910	7,874	12,016	1,026
Na	3,146	3,536	3,258	3,261	2,734	2,946	3,128	0,841	3,504	2,928	3,536	0,841
Ti	1,145	2,663	1,228	1,574	1,135	1,724	1,585	0,481	1,010	1,394	2,663	0,481
Zn	0,657	0,688	0,631	0,629	0,555	0,578	0,620	0,344	0,659	0,596	0,688	0,344
Se	0,555	0,682	0,404	0,422	0,521	0,804	0,567	1,077	0,286	0,591	1,077	0,286
Ba	0,721	1,485	0,724	0,699	0,603	0,763	0,777	0,494	0,718	0,776	1,485	0,494
Sr	0,287	0,603	0,387	0,524	0,318	0,505	0,552	0,179	0,671	0,447	0,671	0,179
Cu	0,167	0,322	0,199	0,323	0,193	0,265	0,292	0,086	0,361	0,245	0,361	0,086
B	0,225	0,201	0,186	0,238	0,194	0,192	0,123	0,074	0,151	0,176	0,238	0,074
Li	0,103	0,218	0,125	0,219	0,128	0,186	0,220	0,048	0,231	0,164	0,231	0,048
Sn	0,153	0,129	0,087	0,085	0,181	0,160	0,127	0,398	0,091	0,157	0,398	0,085
Pb	0,068	0,087	0,069	0,083	0,069	0,081	0,081	0,045	0,085	0,074	0,087	0,045
Rb	0,059	0,069	0,057	0,071	0,089	0,085	0,088	0,075	0,067	0,073	0,089	0,057
As	0,027	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,030	0,029	0,000	0,043	0,026	0,043	<0,000
Ce	0,023	0,027	0,024	0,025	0,022	0,024	0,024	0,015	0,026	0,023	0,027	0,015
Hg	<0,001	0,013	0,004	0,013	0,011	<0,001	0,001	0,044	0,020	0,015	0,044	<0,001
Cd	0,001	0,000	0,010	0,024	0,002	0,004	<0,001	0,006	0,017	0,008	0,024	<0,001
Sb	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	0,007	0,007	<0,002
Cs	0,005	0,006	0,005	0,006	0,008	0,008	0,008	0,008	0,006	0,007	0,008	0,005
U	0,004	0,005	0,004	0,005	0,004	0,003	0,004	0,001	0,005	0,004	0,005	0,001



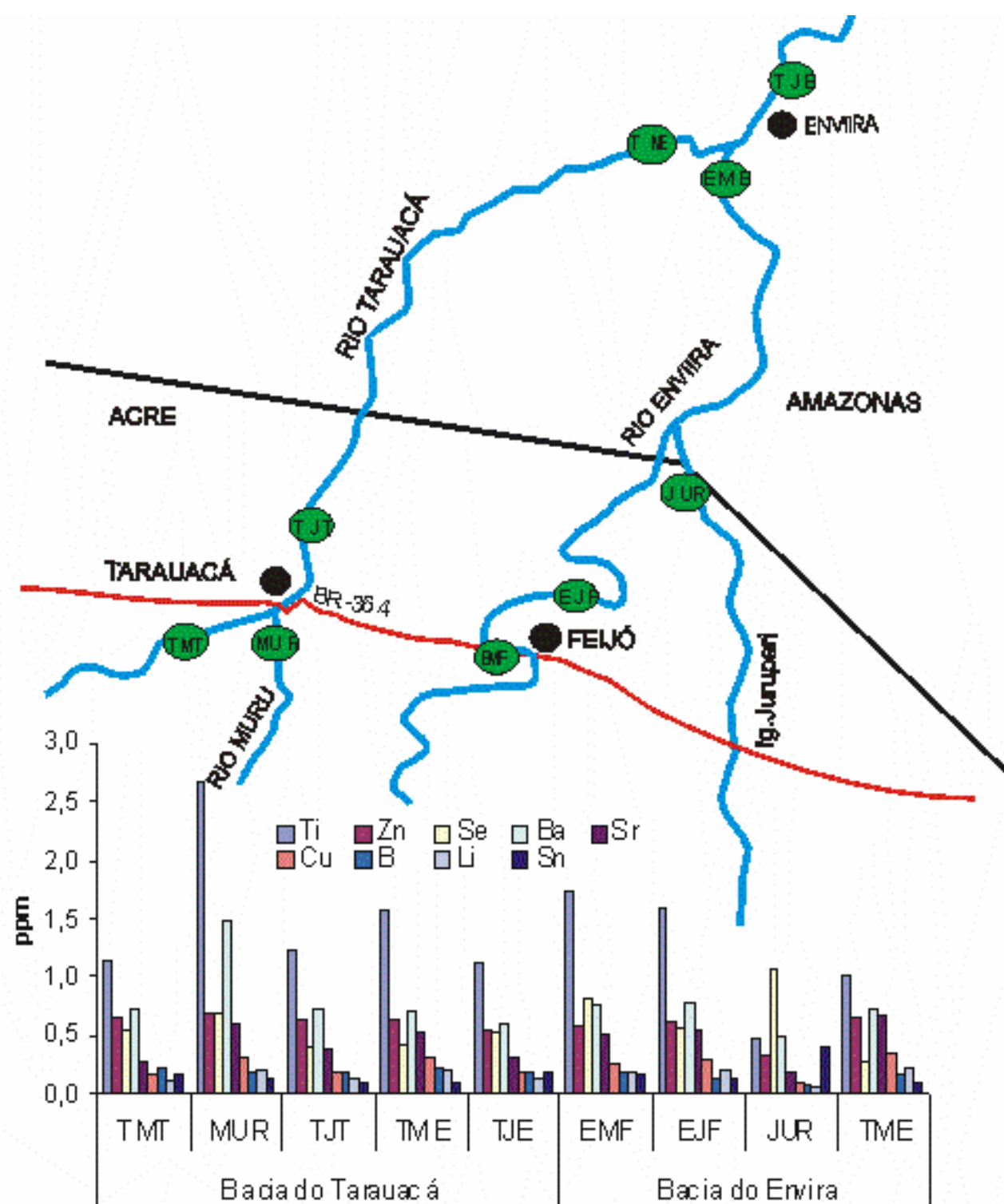


Figura 101 - Distribuição das concentrações de Ti, Zn, Se, Ba, Sr, Cu, B, Li e Sn nos suspensos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia).

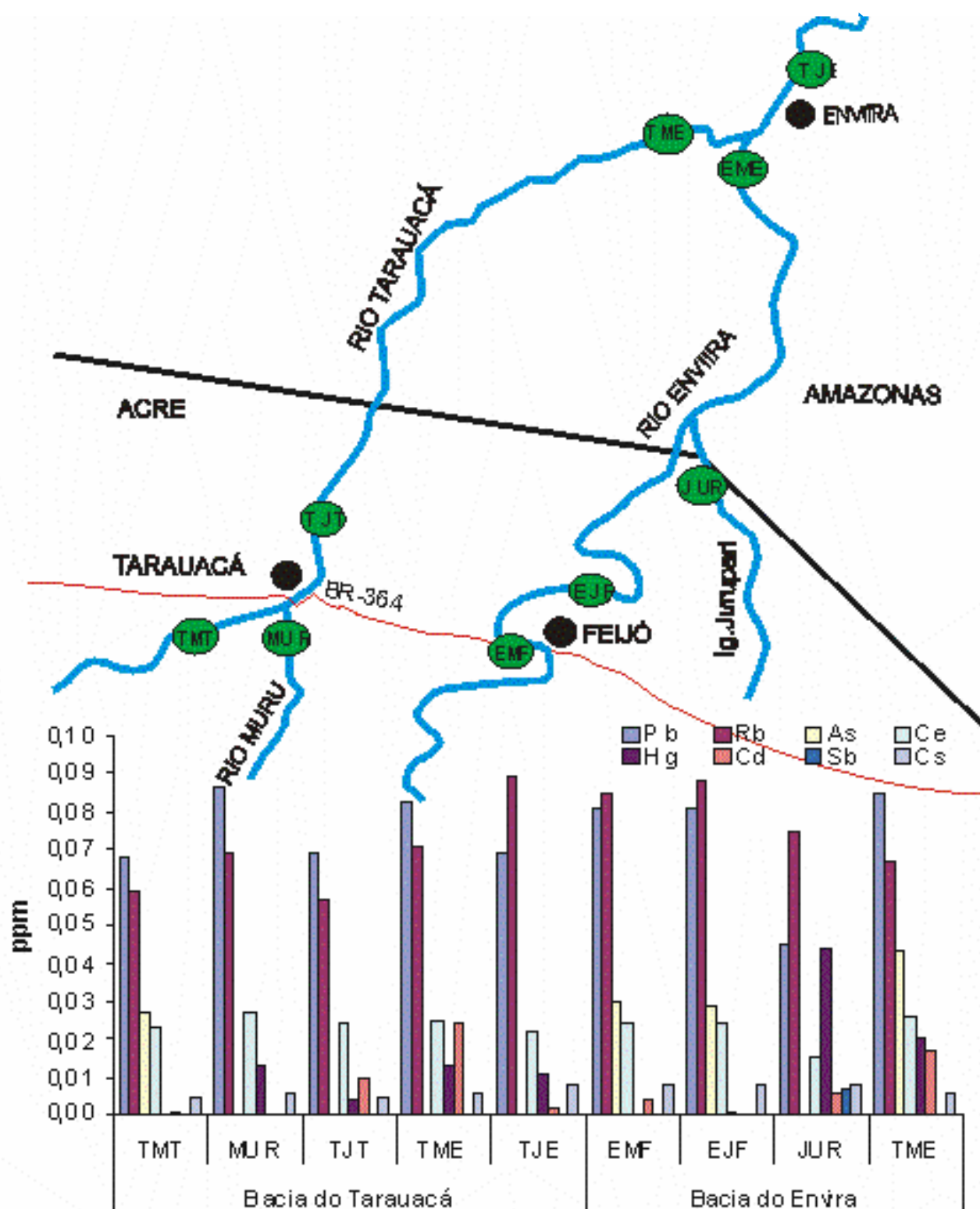


Figura 102 - Distribuição das concentrações de Pb, Rb, As, Ce, Hg, Cd, Sb, Cs nos suspensatos dos rios da bacia do Tarauacá e do Envira no período de inverno (cheia).

6 CONCLUSÕES

O Estado do Acre, localizado no extremo sudoeste da Amazônia brasileira, geologicamente é representado pela Formação Solimões que ocupa mais de 80% de sua extensão territorial. Os solos da região central do estado, região Feijó-Tarauacá, são conhecidos pela sua fertilidade que é refletida no crescimento anômalo de alguns cultivares destacando abacaxi “gigante de Tarauacá” que chega a pesar 15 kg. Porém essa exuberância só ocorre em áreas específicas da região Feijó-Tarauacá.

Os solos estudados da região Feijó-Tarauacá são predominantemente silto-argiloso, e foram divididos em três agrupamentos distintos: 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, sendo que todos os solos da Colônia Treze de Maio, nas duas profundidades (0-10 e 10-20 cm), foram inseridos no agrupamento 1, e apenas uma amostras ao longo da BR-364 foi inserida nessa categoria. Isso mostra a distinção no aspecto granulométrico que os solos onde são plantados os abacaxis “Gigantes de Tarauacá” apresentam em relação aos demais solos estudados.

A mineralogia desses solos é representada principalmente por esmectita (33 a 61%) e quartzo (21 e 34%), seguidos de illita, caulinita, pouca albita e microclínio e às vezes calcita, sendo que os solos da Colônia Treze de Maio mais uma vez se distinguem dos demais por apresentarem os maiores conteúdos médios de esmectita e quartzo em sua composição mineralógica. A composição química é constituída principalmente de SiO_2 e Al_2O_3 , além de Fe_2O_3 , e ainda teores relativamente altos de metais alcalinos e alcalinos terrosos, em todos os solos estudados, porém os solos da Colônia Treze de Maio apresentaram teores de MnO , CaO e P_2O_5 consideravelmente mais elevados que nos solos ao longo da BR-364 com até quatro vezes mais de MnO e P_2O_5 . Essa composição é compatível com a mineralogia encontrada.

A granulometria silto-argilosa aliada à mineralogia quartzo-esmectítica e a composição química com teores consideráveis de metais alcalinos e alcalinos terrosos demonstram que os solos-sedimentos da região Feijó-Tarauacá são

imaturos. A forte similaridade de suas características geológicas com as de sua fonte, a Formação Solimões, sugerem que os processos intempéricos já sofridos pela região foram muito mais físicos do que químicos, provavelmente em condições climáticas com tendência de semi-áridas a temperadas, mantendo assim a assinatura de sua rocha fonte, o que está em desequilíbrio com o clima atual.

Outro aspecto que fortalece a condição de imaturidade dos solos da região estudada é seu grau de fertilidade, incomum na maioria dos solos da Amazônia que geralmente são maduros e inférteis. Com elevadas concentrações de macro e micronutrientes aliadas a baixos teores de alumínio, os solos da região Feijó-Tarauacá são considerados de excelente fertilidade para cultivos em geral.

Sem levar em consideração as devidas perdas de nutrientes que os solos da Colônia Treze de Maio já sofreram ao longo das consecutivas plantações de milho, arroz e abacaxi “gigante de Tarauacá”, sem aplicação de qualquer adubo ou fertilizante, esses solos ainda se mostram mais férteis que os demais. No entanto, se forem consideradas essas perdas, esses solos passam a ser detentores de uma altíssima fertilidade natural, a julgar também pela exuberância de seus cultivares que é mais acentuada no abacaxi gigante, rico em nutrientes.

A distinta fertilidade dos solos da Colônia Treze de Maio evidencia que, dentro da região Central do Acre (região Feijó-Tarauacá) apesar de já comprovada como uma região de solos férteis (BRASIL,1977), de fato existem nessa região, “micro-manchas” de solos com fertilidade ainda maior.

A origem da fertilidade da região Feijó-Tarauacá está intrinsecamente relacionada com as características granulométricas, mineralógicas e químicas da Formação Solimões nesta região, como a riqueza 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.

Aliado à mineralogia esmectítica que adsorve grande parte dos nutrientes como Ca, Mg, e principalmente K e P, supõe-se que o manganês e principalmente sua relação com o ferro, ambos disponíveis, esteja de alguma forma contribuindo para o crescimento exagerado dos cultivares plantados nos solos das “micro-

manchas” (solos da Colônia Treze de Maio), já que a relação Mn/Fe se encontra > 1 nas “micro-manchas” e < 1 nas demais áreas. Apesar de não ter sido constatado seu efeito de forma mais efetiva no crescimento desse cultivar, o manganês proporciona aumento de peso em espigas de milho (MASCAGNI & COX, 1985) e em grão de soja (MANN et al, 2001).

É bem verdade que o abacaxi “gigante de Tarauacá” se encontra fora das especificações adequadas para transporte e comercialização, devido ao seu peso e tamanho bem acima do recomendado para essa fruta. Porém, em contrapartida o seu conteúdo nutricional parcial revela altos níveis de elementos químicos como K, P, Ca, Mg e Mn considerados “*sais minerais*” essenciais na alimentação do homem.

Isso vem demonstrar que de fato o abacaxi gigante de Tarauacá, assim como outros cultivares como banana e melancia, se desenvolve com tamanho exagerado apenas em áreas específicas, descritas aqui como “micro-manchas” de solos com alta fertilidade delimitados entre a região Feijó-Tarauacá, mais próximo de Tarauacá.

Essa elevada fertilidade é do conhecimento empírico dos pequenos agricultores da região que adquirem, com os mais velhos, técnicas próprias para identificar essas “micro-manchas”, sem grandes recursos, onde a “textura” e coloração do solo sejam, talvez, as únicas ferramentas utilizadas para distingui-las das demais áreas, que apesar de também férteis não produzem a mesma exuberância em cultivares.

A continuidade da fertilidade dos solos-sedimentos de terra firme da região Feijó-Tarauacá se estende aos sedimentos de fundo das bacias fluviais, expostos no verão, quando constituem as praias (barras em pontal) que são cultivados com feijão, milho, entre outros. São sedimentos férteis, principalmente os do rio Envira às proximidades de Feijó, que se destacam pelos valores mais altos de Ca, Mg, K, P, Mn e Fe do que os solos de terra firme.

As águas fluviais, que no passado geológico foram os agentes principais para deposição da Formação Solimões, hoje é o agente principal que está erodindo os sedimentos dessa Formação, retrabalhando-os e depositando-os ao longo dos vales dos rios atuais. A região Feijó-Tarauacá é drenada por rios de

águas brancas ligeiramente alcalinas com pH médio de 7,60 no inverno e 7,74 no verão. O alto conteúdo de sólidos suspensos (STS) no inverno, 423mg/L em média, diminui em quase 8 vezes no verão. O contrário ocorre com o material dissolvido (STD), que no verão (194mg/L) é quase 3 vezes maior do que no inverno, isso é claramente observada quando comparados os teores alguns elementos químicos determinados na fase dissolvida das águas fluviais nos dois períodos, como por exemplo o K que no inverno é em média 1,3ppm e no verão alcança média de 3,5ppm, sugerindo que a fase dissolvida dessas águas é mais rica em nutriente no período de verão.

A composição química total dos sedimentos em suspensão (suspensatos) dos rios estudados demonstra que os dos rios da região Feijó-Tarauacá são mais pobres apenas em SiO_2 e TiO_2 e mais ricos nos demais óxidos quando comparados com os da região da cidade de Envira no Amazonas. Quando comparados com os solos de terra firme da região Feijó-Tarauacá (este estudo) os suspensatos dos rios da região Feijó-Tarauacá são os mais semelhantes apesar de enriquecidos em Al_2O_3 e principalmente em P_2O_5 e Na_2O . Quanto à disponibilidade de nutrientes desses suspensatos, Na, Mg e Mn entre outros são mais elevados nos rios que drenam a região de Feijó.

Por tanto as águas, sedimentos de fundo e suspensatos da região estudada demonstram que de fato a região Feijó-Tarauacá se destaca geoquimicamente das demais regiões do Acre e, nos sedimentos da Formação Solimões, que são a principal fonte de nutrientes dos atuais corpos praianos e de planície de inundação da região, e ao mesmo tempo constituem os sedimentos de terra firme, onde são cultivados os exuberantes abacaxis gigantes de Tarauacá.

REFERÊNCIAS

ACRE. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. *Zoneamento ecológico-econômico: recursos natural e meio ambiente*-documento final. [S.L.] SECTMA - Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e meio Ambiente, 2000. v. 1, 116p.

AKAGI, H.; NISHIMURA, H. Speciation of mercury in the environmental. In: SUZUKI, T.; IMURA, N.; CLARKSON, T. W. *Advances in mercury toxicology*. New York. Prenum Press, p. 53-76, 1990.

AKAGI, H. et al. Human exposure to mercury due to goldmining in the Tapajós River Basin, Amazon, Brasil: speciation in the mercury in hair, blood and urine. *Water, Air and Soil Pollution*, n.80, p. 85-94, 1985.

ALDRIGUE, M. L; LIMA, H. C. Caracterização física, química e físico-química do abacaxi [Ananás comosus (L.) Merrill variedade Gigante de Tarauacá]. *Cadernos UFAC*, Rio Branco, n,1, p. 81-88, 1988. Série B

ALMEIDA, H.D. F. *Mineralogia, geoquímica, fertilidade e origem dos sedimentos de praia (barra em pontal) das bacias dos rios Purus e Juruá no Estado do Acre*. 2005. 157p. Dissertação (Mestrado em geoquímica e Petrologia) – Centro de geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

ALMEIDA, H. D. F. et al. Contribuição mineralógica e química à fertilidade dos sedimentos praianos no estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA. 9, Belém, 2003. *Livro de resumos expandidos*. Belém: SBGq, 2003. p.174-177.

BEZERRA, J. E. F. et al. Efeito da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produção e qualidade de abacaxi cv. Smooth Cayenne. *Revista Brasileira de*

fruticultura, Recife, v.3, p.1-5, 1981.

BIBLIOTECA Virtual Amazonas. Disponível em <www.bv.am.gov.br/portal/conteudo/municipios/envira.php>. Acesso em set. 2006.

BOTREL, N. et al. Efeito de diferentes fontes, níveis e modos de aplicação de fósforo na cultura do abacaxizeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 6, p. 907-912, 1991.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SC. 19 Rio Branco*: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro. DNPM, 1976. (Levantamento de recursos naturais v. 12.)

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SB/SC. 18 Javari/Contamana*: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro. DNPM, 1977. (Levantamento de recursos naturais v. 13.)

CAMARGO, L.. *Tecnologia de produção Agropecuária*. São Paulo: Nobel. 1984, 310p.

COSTA, M. L. Contribuição á geologia dos lateritos do Acre e sua importância para a construção civil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2, Belém,1985. *Anais*. Belém: SBG, 1985. p. 297-311.

COSTA, M. L, Mineralização de fragmentos de tecidos ósseos fósseis de sedimentos da bacia do Acre. *Contribuições à geologia da Amazônia*. [s. l.] SBG, 2002. v.3, p. 301-308.

COSTA, M. L.; COSTA, W. A. M. Os fosfatos do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35. Belém, 1988. *Anais*. Belém: SBG, 1988. v.1, p. 242-255.

COSTA, M. L.; COSTA, W. A. M.; SANTOS, A J. M. Exploração geoquímica para os fosfatos do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 2., Rio de Janeiro, 1989. *Anais*. Rio de Janeiro: SBGq,1989. v.1, p. 29-37.

COSTA, M. L. et al. Aspectos físico-químicos e considerações geoquímicas sobre as águas fluviais do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 9, Belém, 2003. *Livro de resumos expandidos*. Belém: SBGq, 2003. p. 319-325.

COTTER-HOWELLS, J. D.; PATERSON, E. Minerals and soil development. In: VAUGHAN, D. J.; WOGELIUS, R. A. (Ed.). *Environmental Mineralogy*, [s.l.: s.n.] 2000. v. 2, cap. 3, p. 91-124.

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S. *O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia*. Brasília, DF: Embrapa, 1999. 210 p.

DEKOV, V. M. et al. Chemical composition of sediments, suspended matter, river water and ground water of the Nilo. *The Science of the Total Environment*, v. 201, p.195-210, 1997.

DEMATTE, J. L. I. Solos. In: SALATI, E.; ABSY, M. L.; VICTORIA, R. L. (Ed.) *Amazônia: Um ecossistema em transformação*. Manaus; INPA, 2000. cap.6, p.119-162.

É DO PARÁ. Disponível em: <netzap.com.br/pop/asp?noticia>. Acesso em: 13 set. 2006.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2. ed. Rio de janeiro, 1997. 212p.

EPSTEIN, L.. *Abacaxi*. Versão 1999. Secretaria de Agricultura, Irrigação e reforma Agrária. Disponível em: <[http:// www.seagri.ba.gov.br/abacaxi.htm](http://www.seagri.ba.gov.br/abacaxi.htm)>. Acesso em 20 jun. 2003.

EVENSEN, N. M.; HAMILTON, P. J.; O`NIONS, R. K. Rare earth abundances in chondritic meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, n. 42, p.1199-1212, 1978.

FARDEAU, J. C. Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook. *Fertility Research*. V. 4, p. 91-100, 1996.

FAURE, O. et al. Polyamine pattern and biosynthesis in zygotic and somatic ambryo stages of vitis vinifera. *Journal plant physiol*, n. 138, p. 545-549, 1991.

FITKAU, E. J. et al. Productivity, biomass, and population dynamics in Amazonian water bodies. In: GOLLEY, F. B.; MEDINA, E. (Ed.). *Tropical Ecological Systems: Trends in Terrestrial and Aquatic Research*. New York, Springer, 1975. p. 289-311.

FRANZINELLI, E.; POTTER, P. E.. Areias recentes dos rios da Bacia Amazônica: petrografia, textura e química. *Revista Brasileira de Geociências*, v.15, n. 3, p. 213-220, 1985.

FYFE, W. S. et al. Global tectonics and agriculture: A geochemical perspective. *Agric., Ecosyst. Environ*, v. 9 p. 383-399, 1983.

GAILLARD, J. et al. Chemical and physical denudation in the Amazon River Basin. *Chemical Geology*, v. 142, p.141-173, 1997.

GIBBS, R. J. The Geochemistry of the Amazon River System: Part I. The Factors that Control the Salinity and Composition and Concentration of the Suspended Solids. *Geological Society of America Bullrtin*, v. 78, p. 1203-1232, 1967.

GOMES, C. F. *Argilas: O que são e para que servem*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1988. 475p.

GOVERNO DO ESTADO DO ACRE. Disponível em: <
http://www.cpdoc.fgv.br/nav_historia>. Acesso em: març. 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico*. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <
<http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populcao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 15 nov. 2004.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. *Trace elements in soil and plants*. 3rd ed. Boca Raton: CRC press, 2001. 413p.

KALLIOLA, R. et al. Mineral Nutrients in Fluvial Sediments from the Peruvian Amazon. *Catena*, n. 20, p. 333-349, 1993.

KITAGAWA, Y.; MOLLER, M. R. F. Clay mineralogy of some typical soils in the Brazilian Amazon region. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 14, n. 3, p. 202-208, 1979.

KONHAUSER, K. O.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. Multi-element chemistry of some Amazonian waters and soils. *Chemical Geology*, n.111, p.155-175, 1994.

KRONBERG, B. I.; BENCHIMOL, R. E. Geochemistry and Geochronology of surficial Acre basin sediments (western Amazonia): key information for climate reconstruction. *Acta Amazonica*, v. 22, n.1, p. 51-69, 1992.

KRONBERG, B. I.; NESBITT, H. W. Quantification of weathering, soil geochemistry and fertility. *Journal of soil science*, v. 32 n.3, p. 453-459, 1981.

KRONBERG, K. I.; FYFE, W. S. Geochemical controls in Amazonia on weathering

rates. *Mitteilungen aus dem geologisch-palaontologischen. Institut der Universitat Hamburg*, n.33, Dec, p. 215-222, 1983.

KRONBERG, B. I. et al. Geochemical variations in Solimões formation sediments (Acre basin, western Amazônia). *Acta Amazonica*, n. 19, p. 319-333, 1989.

LATRUBESSE, E. M. et al. A Formação Solimões: uma formação do Mio-Plioceno da Amazônia sul ocidental. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 4., 1994. *Anais*. Belém: SBG, 1994. p. 204-205.

LETERME, P. et al. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. *Food Analysis*. 2005. In press.

MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

MALM, O. et al. Mercury and methylmercury in fish and human hair from the Tapajós River Basin, Brazil. *The Science of the Total Environment*, n. 175, p. 141-150, 1995.

MALM, O. et al. Mercury pollution due to gold mining in the Madeira River basin. *Ambio* n.19, p. 11–15, 1990.

MANN, E. N. *Efeito da adubação com manganês via solo e foliar em diferentes épocas, no rendimento de grãos e na qualidade de semente de soja*. 1999. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MANN, E. N. et al. Efeito da adubação com manganês, via solo e foliar em diferentes na cultura da soja [*Glycine Max (L.) Merrill*]. *Ciênc. Agrotec.* Lavras, v. 25, n. 2, p. 264-273, 2001.

MARTINELLI, L. A. et al. Chemical and mineralogical composition of Amazon River floodplain. *Applied geochemistry*, n.8, p. 391-402, 1993.

MARTINS, M. M. M. *Hg, As, Se e outros elementos associados em sedimentos praianos, cultivados e no cabelo de ribeirinho dos rios da bacia do Purus e sua importância ambiental para o Estado do Acre – Brasil*. 2005. 115p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

MASCAGNI Jr. H. J.; COX, F. R. Evaluation of inorganic and organic manganese fertilizer sources. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, n. 49, p. 458-461, 1985.

MELO, A. W. F. *Avaliação do estoque de carbono e composição isotópica do carbono do solo do Acre*. 2003. 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistema. Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOORE, D. M.; REYNOLDS, Jr. R. C. *X-Ray Diffraction and the identification and analysis of Clay Minerals*. New York, [s.n.], 1989. 378p.

NESBITT, H. W.; YOUNG, G. M. Early proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature*, n. 229, p. 715-717, 1982.

PEREIRA, P. F.; COSTA, M. L.; SIQUEIRA, N. M. Os abacaxis gigantes de Tarauacá - Acre (abacaxis de 15 Kg) e sua relação com a geoquímica natural dos solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 9., Belém, 2003. *Livro de resumos expandidos*. Belém: SBGq, 2003. p.157-159.

RAIJ, B. V.; BATAGLIA, O. C. Análise química do solo. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.) *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: Potafos/CNPq. 1991. p.333-355.

REGO, J. A. E. *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*. 2005. 108p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

RESENDE, A. V. *Micronutrientes na agricultura brasileira: disponibilidade, perspectiva*. [S.L.] CETEM/MCT, 2005. 50p. (Série estudos e Documentos).

RIBEIRO, JR. M. G. et al. Mercury burden in soils from Central Amazon. In: INTERNATIONAL CONFERENCE MERCURY AS A GLOBAL POLLUTANT, 5., Rio de Janeiro, 1999. *Book of Abstract*. Rio de Janeiro, 1999, p. 558.

ROULET M, LUCOTTE M. Geochemistry of mercury in pristine and flooded ferrallitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America. *Water, Air and Soil Pollution*, n. 80, p. 1079-1088, 1995.

SANCHEZ-CASTILLO, C. P. et al. The mineral content of Mexican fruits and vegetables. *Journal of composition and analysis*, n.11, p. 340-356, 1998.

SANTOS, E. C. O. et al. Exposure to mercury in the urban population of Rio Branco city, State of Acre, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v. 63, n.3, p. 314-319, 2002.

SAWYER, E. W. The influence of source rock type, chemical weathering and sorting on the geochemistry of clastic sediments from Quetico metasedimentary belt, superior province, Canada. *Chemical Geology*, n.55, p. 77-95, 1986.

SCHWERTMANN, U.; HERBILLON, A. J.. Some aspects of fertility associated with the mineralogy of highly weathered tropical soils. In: LAL, R; SANCHES, P. A. (Ed.). *Myths and science of soils of the tropics*. Madison: Soil Science Society of

America. 1992. Cap.2, p. 47-59.

SENGIK, E. S. *Nutrientes*. Versão 2003. Disponível em <www.nupel.uem.br/nutrientes-2003pdf>. Acesso em: nov 2004.

SILVA, L. L. A estratigrafia da Formação Solimões: uma análise crítica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35. Belém, 1988. *Anais*. Belém: SBG, 1988. v. 3, p. 725-737.

SIOLI, H. Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazonian region. *Amazoniana*, v.1, p. 267-277, 1968.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: H. SIOLI (Ed). *The Amazon Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, 1976. p127-206.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Rio de Janeiro EMBRAPA-SPI, 1999. 412p.

TAYLOR, S. R.; MCLENNAN, S. M. *The Continental Crust*. Its composition and evolution; an examination of the geochemical record preserved in sedimentary rocks. Oxford. Blackwell, 1985. 312p.

TOCANTINS, L. *Formação Histórica do Acre*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira. 1979. V. I, II e III.

TOMÉ JR., J. B. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária. 1997, 247p.

USEPA. National primary Drinking Water Regulations, clarifications to compliance and new source contaminants monitoring, Proposed Rule. *Federal Register*, v. 65,

n. 121, 2000.

VIANA, E. C. A. *Aspectos granulométricos, mineralógicos e químicos de sedimentos de praia (barra em pontal) do rio Acre e sua relação com a fertilidade*. 2004. 112p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Ceres, 1987. 420p.

WEDEPOHL, K. H. The composition of the continental crust. *Geochimica Cosmochimica Acta*, v. 59, n.7. p. 1217-1232, 1995.

YANG, S. Y.; JUNG, H. S.; LI, C. X. Two unique weathering regimes in the Changjiang and Huanghe grainage basin: geological evidence from river sediments. *Sedimentary Geology*, n. 20, p.1-16, 2003.

ZAHARIEVA, T.; KASABOV, D.; ROMHELD, V. Responses of peanuts to iron-manganese interaction in calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, n.11, p.1015-1024, 1988.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)