

**MINERALOGIA E QUÍMICA DE SOLO DE VÁRZEA E SUAS SUSCEPTIBILIDADES NO
PROCESSO DE TERRAS CAÍDAS NA COMUNIDADE DO DIVINO ESPÍRITO SANTO-AM**

**Mineralogy and Chemistry of the lowland soil and its sensibilities in the process of Lands Falls
in community Divino Espírito Santo
(Amazonas, Brazil)**

Regiane Campos Magalhães
Mestre em Geografia pela UFAM
rcamposmagalhaes@gmail.com

Rosilene Campos Magalhães Gomes
Mestranda em Geografia pela UFAM
rmagalhaesgomes@bol.com.br

Artigo enviado em 11/11/2012 e aceito para publicação em 09/08/2013

RESUMO: O estudo sobre os atributos mineralógicos e químicos de solos de várzea geram informações para compor um levantamento atual sobre a susceptibilidade do solo de várzea ao processo de Terras caídas. Com esse objetivo foram estudados cinco perfis as margens do rio Solimões, localizado no Município de Iranduba (AM). As informações obtidas permitiram determinar que o Neossolo Flúvico da área de estudo possui condições favoráveis ao cultivo apresentando uma média de pH 6,2, com altos teores de Ca, Mg, K, P, micronutrientes e zero conteúdo de Al, com elevados teores de C e M.O nas primeiras camadas e um decréscimo em profundidade. Dessa forma, o Neossolo Flúvico foi caracterizado como Tb Eutrófico, apresentando saturação por base acima de 50%, com boa CTC. A mineralogia mostrou-se homogênea em todos os perfis, com predominância dos minerais primários: Quartzo, Albite e Rutilo, com baixas proporções de minerais de argila Muscovita, Caulinita, interstratificado Muscovita-Iilita e Iilita.

Palavras chave: Mineralogia, Química, Terras Caídas.

ABSTRACT: The study about the mineralogical and chemical lowland soils generate information to compose a current survey about the susceptibility of lowland soil to process Fallen Lands. With this purpose we studied five profiles the banks of the Solimões River, located in the municipality of Iranduba (AM). The information obtained allowed to determine the Neosoil Fluvic the study area has favorable conditions for cultivation with an average pH of 6.2, with high levels of Ca, Mg, K, P, micronutrients and zero Al content, with high levels of C and M. O. in the first layer and a decrease in depth. Thus, Neosoil Fluvic was characterized as Tb eutrophic, with base saturation above 50%, with good CTC. The mineralogy was homogeneous in all profiles, with a predominance of primary minerals: Quartz, Albite and rutile, with low proportions of clay minerals Muscovite, Kaolinite, Muscovite-Illite interstratified and Illite.

Keywords: Mineralogy, chemistry, Fallen Lands.

INTRODUÇÃO

Os solos de várzea são desenvolvidos nas planícies de inundação, sobre sedimentos depositados pelas águas dos rios. Estes sedimentos proporcionam composição granulométrica e mineralógica diversificada, com variação de características entre um local e outro, causando alterações na paisagem. Apesar de a várzea apresentar um solo fértil, em virtude do processo de sedimentação, existem fatores limitantes neste ambiente, como: a sazonalidade das águas e as Terras Caídas – Movimentos de Massa. Onde o cabloco ribeirinho aprendeu a desenvolver atividades para sua sobrevivência junto a processos naturais.

A várzea da região amazônica é um ambiente totalmente dinâmico variando de formas e tamanhos devido à sazonalidade do nível do rio Amazonas (cheia e vazante) e principalmente pelo processo natural das Terras Caídas, cujos fatores estão associados segundo Magalhães (2011), a propriedades físicas, químicas, mineralógicas e hidráulicas do solo que alteram todo o comportamento físico e mecânico do solo, provocando o desequilíbrio dos barrancos e o aparecimento de cicatrizes de Terras Caídas que por sua vez contribui para outro processo, a sedimentação. Este último processo é observável ao longo das margens do rio Amazonas em forma de cinturões de areia, além de outras formas fluviais. Filizola (1999) afirmou que

cerca de 62% das 600.106 t.ano⁻¹ MES (material em suspensão), são depositados dentro do canal ou em área de transbordamento.

Magalhães (2011) comprovou dois tipos de Movimentos de Massa em uma planície de inundação em dois distintos períodos do rio: o primeiro ocorre na subida do rio (cheia), quando as correntes fluviais removem facilmente as partículas de solo do sopé das margens, por meio do solapamento basal. Dessa forma, o esforço de tração promovido pela força de atrito das águas provoca a perda de coesão do pacote. Uma vez desequilibrado pelo aumento da força de cisalhamento e diminuição da resistência ao cisalhamento, fragmenta-se num plano abrupto e rápido Movimento de Massa do tipo Queda em Bloco (Figura 1).

O segundo movimento têm ocorrência na descida do rio (seca), quando as propriedades do solo são afetadas pela oscilação do nível piezométrico, causando mudança física (eleva-se a umidade do solo, a condutividade hidráulica, poro-pressões positivas, diminui a matriz de sucção, a coesão aparente e a fricção entre as partículas) e mecânica do solo, como alteração no jogo de forças das margens (aumento da força de cisalhamento e diminuição da resistência ao cisalhamento), provocando o aumento do ângulo de inclinação do barranco, e gerando o desequilíbrio das margens, promovendo o Movimento de Massa do tipo Escorregamento Rotacional (Figura 2).

Figura 1: Movimentos de Massa tipo Queda em Bloco.



Foto: Regiane Campos Magalhães (2011).

Figura 2. Escorregamento Rotacional



Foto: Regiane Campos Magalhães (2011).

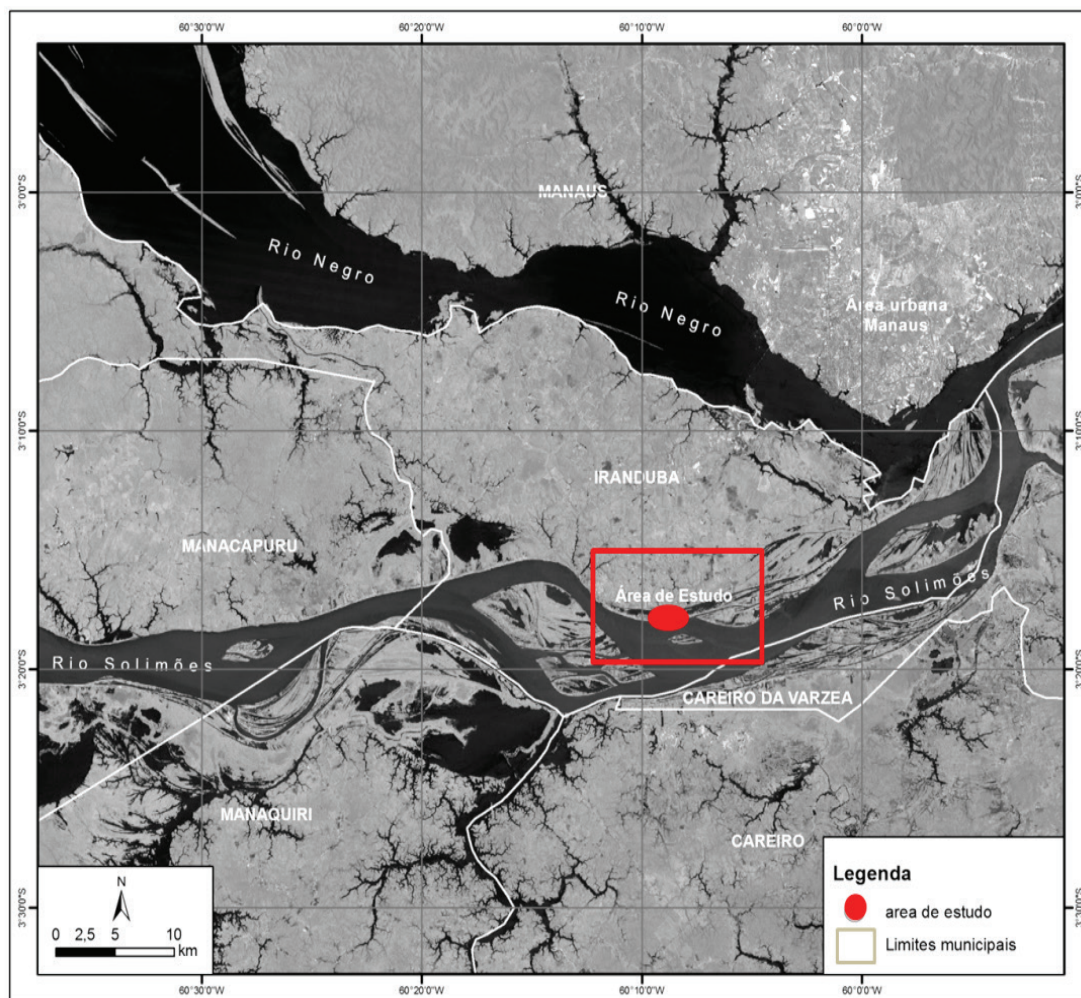
A área de estudo denominada de Divino Espírito Santo, esta localizada na Costa do Município de Iranduba (AM), estabelecida nas coordenadas $3^{\circ}17'34,80''S / 60^{\circ}08'51,21''O$; $3^{\circ}18'07,79''S / 60^{\circ}8'00,30''O$; $3^{\circ}17'34,80''S / 60^{\circ}08'51,21''O$; $3^{\circ}18'08,20''S / 60^{\circ}8'51,37''O$, com extensão aproximada de 2.970,00 m de uma extremidade a outra, na margem esquerda do rio Solimões (Figura 3).

O solo predominante da área é o *Neossolo Flúvico*, composto por sedimentos de origem quaternária e textura Franco-Arenosa, segundo EMBRAPA (2006). Este tipo de solo, por ser originado de sedimentos com grande heterogeneidade quanto à composição granulométrica e mineralógica, apresenta uma diversidade muito grande de características químicas. Outra característica deste solo é sua má drenagem ou

o hidromorfismo, podendo causar segundo Fageria (1989), processos de oxidação-redução no solo, alterando as características químicas, principalmente a dinâmica dos nutrientes.

A geologia é constituída por uma unidade litoestratificada correspondente a depósitos aluvionares, especificamente de depósitos em barras arenosas. O principal rio é o rio Amazonas, aqui denominado Solimões, típico de planície fluvial – a várzea sujeita a inundações anualmente. Quanto à vegetação, é formada basicamente por uma Floresta Aluvial, constituída com copa vegetal com altura em média de 15 m de altura, arbustos e plantas aquáticas, sobe condições de clima Equatorial, com características quente e úmido, com precipitação entorno de 2.300 mm/ano (FISCH *et al.*, 1999).

Figura 3: Localização da área de estudo. Imagem Landsat-5 TM, órbita 231/62



Fonte: DGI/INPE, outubro/2010. Elaborado por Davi Grijó, 2011.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 5 perfis para este estudo, localizados ao longo da margem do rio Solimões, para coletas deformadas de solo, entre as profundidades 0-10; 10-30; 30-50; 50-110 cm que posteriormente foi realizada uma análise amostral, para caracterizar a química do solo na área de estudo. Dessa forma, foram determinados os macronutrientes (P, K, Ca e Mg), micronutrientes (Zn, Mn e Fe), C, pH e Al trocável determinados de acordo com os métodos descritos pela (EMBRAPA, 1979). Foi também utilizada a técnica da calcinação para a quantificação da M.O, de acordo com a EMBRAPA (2006).

Para tanto, pesou-se 5 gramas de terra fina seca ao ar – (TFSA), em seguida, deu-se seguimento ao Ca, Mg e Al trocáveis, que foram extraídos com solução de KCl 1 Mol L⁻¹. O P disponível, K, Zn, Mn e Fe foram extraídos com solução de Mehlich 1 (H₂SO₄ 0,05 M + HCl 0,125 M). A determinação dos teores de Ca, Mg, K, Zn, Mn e Fe foi obtida utilizando a espectrofotometria de absorção atômica (EAA) e ao Al trocável por titulometria.

O fósforo (P) disponível foi determinado por espectrofotometria com o método azul-de-molibdênio, utilizando-se o molibdato de amônio e ácido ascórbico 3%, enquanto a leitura foi elaborada via espectrofotômetro UV-VIS (660 nm). Quanto à análise de Carbono e Matéria Orgânica, foi pesado 1.000 mg de solo e analisado por cromatografia pelo método de análise elementar – CN, com o equipamento VARIO MAX. Já em relação ao pH do solo, foi usado o método do pH em H₂O, solução de 1:2,5. A leitura das amostras foi feita no aparelho potenciômetro.

A análise mineralógica consistiu no método da difratometria de raios – X (DRX) ou roentgonográfico, em amostras selecionadas dos perfis das margens, nas profundidades (0-10, 10-50 e 50-110 cm). Este procedimento foi realizado utilizando um composto de partículas de solo (argila, silte e areia).

O método consistiu em inserir 10 g de solo no grau de ágata para ser pulverizado (pó), com o auxílio de uma espátula, montada em porta amostra do tipo “janela”. Em seguida com a ajuda de uma lâmina, o material foi friccionado até que formasse uma película fina. A amostra foi levada ao difratômetro, a um tempo de 30 min para cada amostra, com leitura de varredura

2 θ/min entre 5° e 65°C. Tal procedimento seguiu as normas da EMBRAPA (1997) e foi realizado com o equipamento Shimadzu XDD 600.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de pH do solo podem ser usadas para prever o comportamento químico dos solos, especificamente em relação à disponibilidade de nutrientes e à presença de elementos tóxicos. Os valores de pH do solo encontrados na área de estudo, mostraram fraca acidez, variando de 6,0 a 6,4, quando comparados por Kiehl (1979). Em média, os valores de pH foram de 6,2.

Em todos os tratamentos, o pH do solo se elevou com o aumento da profundidade. Kiehl (1979) afirma que o valor de pH aumenta nas camadas mais baixas em comparação às camadas de cima, quando se realizam análises em diferentes camadas de um solo. Primavesi (1988) afirma que quando o pH tende a baixar além de seu limite, torna-se solo compactado, adensado, suscetível a processos erosivos.

Desta forma, quanto mais elevado for o pH de um solo, maior será sua quantidade de matéria orgânica que agregará mais partículas no solo, ascendendo sua capacidade de cátions e facilitando a coesão entre as partículas. O fraco índice de pH encontrado nesse solo está relacionado aos culminantes valores de bases encontrados nesses solos, assim como a ausência de Al.

Foram encontrados valores bastante elevados de carbono nas primeiras camadas (10-30 cm) de solo como 6,38 a 9,34 g/kg. Apesar de ter ocorrido uma diminuição dos valores com o aumento da profundidade (5,76 a 3,73 g/kg). Isso pôde ser verificado por Derpsch *et al.* (1991) e Longo e Espíndola (2000) que a ocorrência da redução mais acentuada da camada superficial para as subseqüentes é normal ou esperada, pois está relacionada com a maior deposição superficial dos resíduos vegetais e animais, assim como pela natureza superficial das raízes nas áreas de várzeas. Portugal (2009) explica que geralmente nos Neossolos Flúvicos, ocorre um retardamento no processo de decomposição da matéria orgânica durante um período do ano, decorrente das inundações sazonais, justificando os baixos teores de carbono em profundidade. Isso pôde ser confirmado nos baixos valores de matéria orgânica (8 a 4 g/kg) encontrada ao longo das camadas do solo.

Quanto ao teor de P disponível, todos os tratamentos apresentaram níveis mais elevados em relação aos outros nutrientes. Comparativamente os resultados de P (173,77 a 334,97 mg/kg) entre profundidades dos perfis do solo deste estudo, com os dados de Alfaia *et al.* (2007), apresentaram valores médios a elevados de P (7 a 153 mg/kg) em solo de várzea na região do Baixo Solimões-AM, indicando a alta disponibilidade desse nutriente na área de estudo.

Foi também observado uma diminuição dos valores de P em profundidade ao longo dos perfis. Tomé Jr. (1997) esclarece que o teor de P decresce em profundidade, acompanhando o teor de matéria orgânica, nas amostras das margens, já descrito neste trabalho.

Os resultados de K variaram de baixo a alto (0,09 a 0,36 Cmol/kg), tendo sido observado um aumento em profundidade ao longo dos perfis. Stallard e Edmond (1981) explicam que uma das fontes de K são os exsudatos de raízes em sistemas recobertos por vegetação – líquido que atravessa os tecidos de uma árvore devido à lesão no tronco ou ao ataque de bactérias (GOULART, 1991). Outra explicação para os elevados valores de K, em Neossolos Flúvicos, pode ser dada por Horbe *et al.* (2007) que esclarecem que o elemento K possui participação nos minerais de argila 2:1 (Muscovita e a Ilita), tornando-se mais resistente ao intemperismo.

Todas as amostras de solo apresentaram teores dos nutrientes Ca e Mg trocáveis consideráveis elevados variando de 14,0 a 20,23 cmol/kg e 4,0 a 4,69 cmol/kg. Alfaia *et al.* (2007) encontraram valores de Ca e Mg em Neossolo Flúvico na várzea do Baixo rio

Solimões semelhantes aos encontrado neste trabalho, variando de 6,2 a 24,7 cmol/kg e 2,1 a 6,4 cmol/kg. Lopes *et al.* (2006) explicam que o aumento desse nutriente em profundidade em solos de várzea está relacionado ao movimento descendente do lençol freático.

Em razão dos fracos valores de pH, os teores de Al foram nulos em todas as profundidades do solo. Tomé Jr. (1997) explica que em solos arenosos é comum a ocorrência de pH com fraca acidez e ausência de Al trocável, o que confere a este solo segundo Portugal (2009), boas propriedades agronômicas para o cultivo e, ótimo crescimento radicular das plantas.

Outra breve explicação para um baixo teor de Al encontrado neste solo de várzea é o processo de queima da vegetação através da ação das cinzas.

Com relação aos teores de micronutrientes, zinco, manganês e ferro, foram bastante altos segundo a classificação de Tomé Jr. (1997) e Cochrane *et al.* (1985). Esses resultados são condizentes com a origem andina dos seus sedimentos (PORTUGAL, 2009). Observou-se, ainda, uma tendência aos nutrientes manganês e ferro (104,8 a 72,3 e 335 a 172 mg/kg) em relação ao zinco (15,3 a 6,2 mg/kg). Esse fato pode ser esclarecido pela sazonalidade das águas (cheia e vazante) e pela elevação do lençol freático, o que torna aqueles mais abundantes no solo. Lima *et al.* (2005) e Portugal (2009), estudando a dinâmica de mobilização de nutrientes em solos de várzea na Amazônia Central submetidos à inundação, verificaram que tanto o manganês quanto o ferro aumentam com as cheias dos rios, descritos conforme (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos dos perfis do Neossolo Flúvico da comunidade do Divino Espírito Santo.

Profundidade	pH	M.O	C	P	K	Ca	Mg	Al	Zn	Mn	Fe
cm	H ₂ O	g/kg	g/kg	mg/kg	Cmol _c kg			mg/kg			
10	6,3	8	6,38	320,45	0,09	15,97	4,00	0,00	15,3	101,6	278
30	6,4	7	9,34	178,13	0,10	16,22	4,00	0,00	10,9	104,8	335
50	6,0	7	4,98	334,97	0,16	14,00	4,18	0,00	10,7	95,6	255
70	6,0	6	5,76	186,84	0,32	18,44	4,66	0,00	8,4	101,7	215
90	6,2	5	3,73	173,77	0,32	20,23	4,72	0,00	7,4	86,7	190
110	6,2	4	4,82	175,22	0,36	19,24	4,69	0,00	6,2	72,3	172

Org. das autoras.

A saturação por base acima de 50 % em todos os horizontes atribui a esse solo o caráter Eutrófico, com boa CTC, destacando segundo Tomé Jr. (1997) um solo com elevado potencial nutricional.

A identificação do tipo de argila é de extrema importância, pois certas especificidades de materiais retêm grande quantidade de água, como a argila montmorilonita (KIEHL, 1979). Além disso, Lima (1998) argumenta que essa argila possui elevada expansão e contração, capaz de absorver moléculas de água entre os cristais, podendo influenciar tanto na infiltração (PAIXÃO *et al.*, 2004) como na resistência do solo, devido à força de cisalhamento ser controlada pelo

conteúdo de água presente no solo (SELBY, 1990).

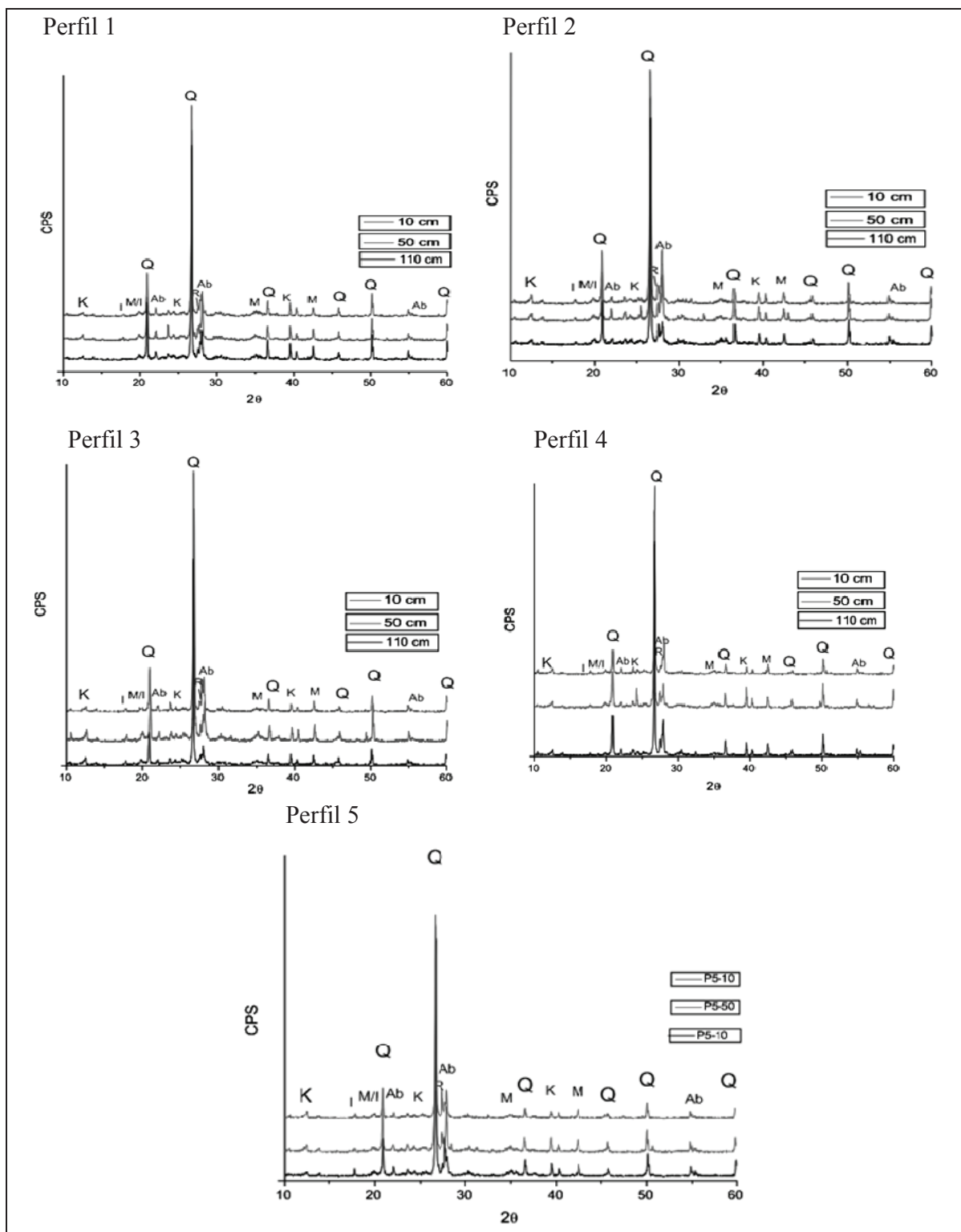
O resultado da análise mineralógica das amostras selecionadas das margens nos cinco pontos indicou uma riqueza elevada dos minerais primários, com pequenas variações de minerais silicatos nas camadas (0-10, 10-50, 50-110 cm) de profundidade (Tabela 2). Essa homogeneidade mineralógica encontrada nas camadas do solo (Figura 4) é proveniente, segundo Portugal (2009), da natureza sedimentar dos solos das várzeas que guardam uma estreita relação com seu material de origem, vindo da região andina e subandina e sendo depositado na planície de inundação.

Tabela 2. Composição mineralógica da composta de solo (silte, argila e areia) nas camadas representativas do solo estudado, por difratometria de raios-X (minerais primários e secundários).

Perfil 1		Solo composto (silte, argila e areia)					
Camada (cm)	Neossolo Flúvico Tb Eutrófico						
0-10	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
10-50	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
50-110	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
Perfil 2		Neossolo Flúvico Tb Eutrófico					
0-10	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
10-50	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
50-110	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
Perfil 3		Neossolo Flúvico Tb Eutrófico					
0-10	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
10-50	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
50-110	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
Perfil 4		Neossolo Flúvico Tb Eutrófico					
0-10	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
10-50	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
50-110	Q	Ab	R	M	K	M/I	I
Perfil 5		Neossolo Flúvico Tb Eutrófico					
0-10	Q	Ab	R	K	M	M/I	I
10-50	Q	Ab	R	K	M	M/I	I
50-110	Q	Ab	R	K	M	M/I	I

Org. das autoras.

Figura 4. Difratogramas das frações de solo dos perfis (1, 2, 3, 4 e 5) da área de estudo



Convenções: Q = Quartzo; Ab = Albite; R = Rutile; M = Muscovita; K = Caulinita,
M/I = interestratificado Muscovita-Ilita e I = Ilita. Org. das autoras.

Como não houve separação das partículas de solo, e sim uma composta desse solo, os resultados mostraram abundância de minerais primários: Quartzo (Q), Albite (Ab) e grãos de minerais pesados (Rutilo – R), com baixas proporções de Muscovita (M), Caulinita (K), interestratificado Muscovita-Ilita (M/I) e Ilita (I). Os elevados picos de Quartzo, Albite e Rutilo nos Neossolos Flúvicos Tb Eutróficos são provenientes da classe textural da área de estudo (Franco-Arenosa), com alto teor da fração areia muito fina.

Os valores significativos de minerais de argila (Muscovita, Caulinita e Ilita) encontrados nas profundidades resultam da ocorrência das inundações periódicas, fruto da deposição do rio, além da elevação do nível piezométrico da área, das condições periódicas de hidromorfismo e do reduzido grau de pedogênese do solo que limitam a conversão de minerais primários em secundários.

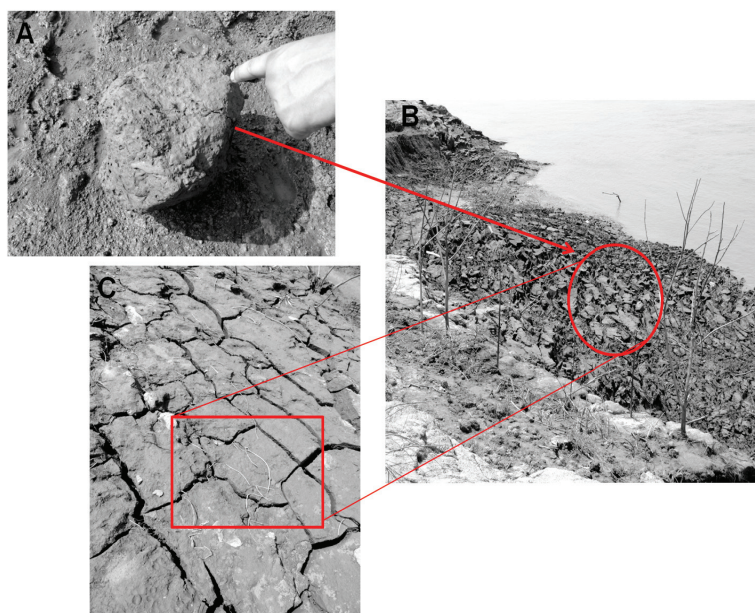
No entanto, Kiehl (1979) sustenta que tanto a Muscovita quanto a Ilita, por serem minerais do grupo das micas do tipo 2:1, apresentam duas lâminas tetraedra de silício e uma camada octaedra; são minerais de argilas de origem sedimentar, porém não apresentam tanta expansividade em relação à montmorilonita. Ainda Kiehl (1979) esclarece que a

troca catiônica resulta em efeitos profundos sobre as propriedades físicas das argilas e, conseqüentemente, sobre as propriedades da mecânica do solo.

Mesmo sendo esses minerais (Muscovita, Ilita e Caulinita) do tipo 2:1 e 1:1, porém não muito expansivos, eles absorvem certa quantidade de água entre suas camadas no período da cheia, aumentando o peso do pacote sedimentar durante a vazante. Conseqüentemente, contraem-se e racham, provocando fendas na superfície de arranque das cicatrizes (Figura 5), contribuindo para a formação do movimento de massa do tipo escorregamento rotacional no período da vazante na área de estudo. Bigarella (2003) afirmou que a presença do argilomineral Ilita no solo favorece a ocorrência dos deslizamentos, em virtude de apresentar um limite de liquefação inferior ao da Caulinita.

Já a Caulinita (1:1), segundo Kiehl (1979), não é expansiva, possui baixa contração, coesão, plasticidade, dilatação, capacidade de troca catiônica, decorrente de suas camadas que se unem por ligação OH-O, impedindo a penetração das moléculas de água entre as camadas que compõem o mineral. Lima *et al.* (2006), D'Antona *et al.* (2007), Horbe *et al.* (2007) e Portugal (2009) observaram, em ambiente de várzea, a presença desse mineral rico em silicato e pobre em ferro livre.

Figura 5. Características superficiais do solo da área de estudo. Material contraído - A, solo com presença de rachaduras – B e fendas - C.



Fotos e organização: Regiane Campos Magalhães (2011).

CONCLUSÕES

O Neossolo Flúvico da comunidade do Divino Espírito Santo possui condições químicas muito favoráveis ao cultivo, com pH de acidez fraca, altos teores de Ca, Mg, K, P, micronutrientes e zero teor de Al, apresentando saturação por base acima de 50%, com boa CTC, proveniente da qualidade das águas e dos sedimentos que inundam essa planície. Sob essas condições, caracteriza-se como solo Tb Eutrófico. Os elevados teores de Ca e Mg encontrados no solo devem-se à predominância de minerais primários localizados nos cinco perfis. Os teores de carbono orgânico, muito altos nos primeiros centímetros, vão decrescendo em profundidade, em razão do baixo valor da matéria orgânica encontrada. Portanto, associando a fraca acidez do solo da área de estudo e textura Franco-Arenosa com alto teor de areia muito fina, além do baixo teor de matéria orgânica, têm-se um solo pouco resistente a força de cisalhamento.

Os teores de micronutrientes analisados de maneira em geral situaram-se muito acima do nível considerado alto, demonstrando que esses elementos não são limitantes em ambiente de várzea.

A mineralogia do Neossolo Flúvico Tb Eutrófico mostra-se homogênea nos perfis do solo da área de estudo, com predominância de minerais primários: Quartzo (Q), Albite (Ab) e grãos de minerais pesados (Rutilo – R), com baixas proporções de minerais de argila Muscovita (M), Caulinita (K), interestratificação Muscovita-Ilita (M/I) e Ilita (I). Esta composição mineralógica reflete as características do material de origem e mantidas devido à variação do nível piezométrico do lençol freático, já a predominância dos minerais primários em relação aos minerais de argila (minerais secundários), é devido às condições periódicas de hidromorfismo e ao reduzido grau de pedogênese do solo que limitam a conversão de minerais primários em minerais secundários.

Os minerais secundários encontrados na área de estudo Muscovita, Ilita e Caulinita do tipo 2:1 e 1:1, permitem a retenção de água nos perfis. Estes argilominerais por possuírem estruturas laminadas permite a adsorção de moléculas de água, conferindo às argilas sua plasticidade, quando úmidas, e levando à formação de materiais refratários, endurecidos e

porosos quando a água é perdida sob aquecimento, provocando o surgimento de fendas nas bordas dos barrancos, favorecendo o Movimento de Massa (Terras Caídas) do tipo Escorregamento Rotacional no período de cotas baixas do rio Solimões.

O processo natural das Terras Caídas torna esta localidade instável devido às perdas de solos das margens para dentro do rio Solimões, inviabilizando a agricultura desse ambiente fluvial.

AGRADECIMENTOS

À FAPEAM, pela concessão de bolsa de mestrado, ao Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP/INPA) pelas análises químicas e ao Laboratório de Práticas Mineralógicas de Geociências da Universidade Federal do Amazonas – UFAM pela oportunidade de realização das análises mineralógicas.

REFERÊNCIAS

- ALFAIA, S.S.; NEVES, A.L.; RIBEIRO, G. de A.R.; FAJARDO, J.D.V.; UGUEN, K.; AYRES, M.I. da C. Características Químicas dos solos de várzea em diversos sistemas de uso da terra ao longo da calha dos rios Solimões-Amazonas. In: NODA, S.N. (Org.). *Agricultura familiar na Amazônia das águas*. Manaus: EDUA, 2007.
- BIGARELLA, J. J. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: UFSC, 2003.
- COCHRANE, T.T.; SANCHEZ, L.G.; AZEVEDO, L.G. de; PORRAS, J.A.; GARVEL, C.L. *A terra na América tropical*. Cali: CIAT/EMBRAPA-CPAC, 1985.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. Importância da rotação de culturas. In: DERPSCH, R.; ROTH, C.H; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. *Controle da erosão no Paraná, Brasil*: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ/IAPAR, 1991. P. 271-272.

- D' ANTONA, R.J.G.; REIS, N.J.; MAIA, A.M.M.; ROSA, S.F.; NAVA, D.B. In: *Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru – Iranduba – Manaus – Careiro (Domínio Baixo Solimões)*. Manaus: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2007.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisas de solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- EXSUDATO. In: GOULART, L.H.S.D. *Dicionário do Agrônomo*. Porto Alegre: RIGEL, 1991. P. 73.
- FAGERIA, N.K. Química de solos de várzea. In: DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.A. de C.; FLOSS, E.L. (Coord.). SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., 1989, Piracicaba. *Anais...* Campinas, Fundação Cargill, 1989. p. 93-114.
- FISCH, G.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A. *Clima da Amazônia*. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, 1999. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 19 Jan. 2011.
- FILIZOLA, N. *O fluxo de Sedimentos em Suspensão nos Rios da Bacia Amazônica Brasileira*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 1999.
- HORBE, A.M.C.; PAIVA, M.R.P.; MOTTA, M.B.; HORBE, M.A. Mineralogia e geoquímica dos perfis sobre sedimentos neógenos e quaternários da bacia do Solimões na região de Coari – AM. *Revista Acta Amazonica*, Manaus, v. 37, n. 1, jan./mar. 2007.
- KIEHL, E.J. *Manual de Edafologia, Relações solo - planta*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.
- LIMA, M.S.B. *Movimentos de Massa nos Barrancos do Rio Acre e implicações sócio-econômicas na área urbana de Rio Branco/Acre*. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- LIMA, H.D.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.R.G.; KER, J.C. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. *Acta Amazônica*, v. 35, p. 317-330, 2005.
- LIMA, E.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C.; LIMA, M.N. Mineralogia e Química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 59-68, 2006.
- LOPES, N.L.E; FERNANDES, R.A; GRIMALDI, C.; RUIVO, P.L. de M; RODRIGUES, E.T; SARRAZIN, M. Características químicas de um Gleissolo sob diferentes sistemas de uso, nas margens do rio Guamá, Belém, Pará. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Ciências Naturais*, Belém, v. 1, n. 1, p. 127-137, jan-abr. 2006.
- LONGO, R.M.; ESPÍNDOLA, C.R.. Alterações em características químicas de solos da região Amazônica pela introdução de pastagens. *Acta Amazônica*, v. 30, n. 10, p. 71-80, 2000.
- MAGALHÃES, R.C. *As características físicas, químicas, mineralógicas e hidráulicas do solo e sua susceptibilidade ao processo de Terras Caídas: comunidade do Divino Espírito Santo – Iranduba/AM*. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM, 2011.
- PAIXÃO, F.J.R.; ANDRADE, A.R.S.; AZEVEDO, C.A.V.; SILVA, J.M.; COSTA, T.L.; FEITOSA, R.M. Estimativa da Infiltração da água no solo através de modelos empíricos e funções não lineares. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 5, n. 1, jan./jun. 2004.

PORTUGAL, A.F. *Geoambientes de terra firme várzea da Região do Juruá, Noroeste do Acre*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição em Plantas), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais*. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1988.

SELBY, M.J. *Hillslope Materials & Processes*. New York: Oxford University Press, 1990.

STALLARD, R.F; EDMOND, J.M. Geochemistry of the Amazon. 1. Precipitation chemistry and the marine contribution to the dissolved-load at the time of peak discharge. *Journal Of Geophysical Research-Oceans And Atmospheres*, n. 86, p. 9844-9858, 1981.

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