

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

GILMARA SOUZA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SEDIMENTOS ORIGNÁRIO DA
FORMAÇÃO SOLIMÕES, BENJAMIN CONSTANT, AMAZONAS.

BENJAMIN CONSTANT-AM
2021

GILMARA SOUZA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SEDIMENTOS ORIGINÁRIOS DA
FORMAÇÃO SOLIMÕES, BENJAMIN CONSTANT, AMAZONAS.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Ciências Agrárias e do Ambiente da
Universidade Federal do Amazonas-
UFAM, como requisito para obtenção de
Licenciado em Ciências Agrárias e do
Ambiente.

PROF. DR. JOSÉ FURTADO DE MIRANDA

BENJAMIN CONSTANT-AM
2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Gilmara Souza da
S586c Caracterização física e química de sedimentos originários da
formação Solimões de Benjamin Constant, Amazonas / Gilmara
Souza da Silva . 2022
29 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: José Furtado de Miranda
TCC de Graduação (Ciências Agrárias e do Ambiente) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Formação. 2. Solimões. 3. Sedimento. 4. Solo. I. Miranda, José
Furtado de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Só eu sei cada passo por mim dado nessa estrada esburacada que é vida, passei coisa que até mesmo Deus duvida, fiquei triste, capiongo, aperreado, porém nunca me senti desmotivado, me agarrava sempre numa mão amiga, e de forças minha alma era munida, pois do céu a voz de Deus dizia assim: - suba o queixo, meta os pés, confia em mim, vá pra luta que eu cuido das feridas.

Autor: Bráulio Bessa.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por iluminar toda minha caminhada acadêmica.

A toda minha família pelo apoio. Em especial a minha mãe Maria Jovita Maricaua Souza ao meu pai Salomão Marques da Silva, aos meus irmãos, por sempre acreditarem no meu potencial. Agradeço meu esposo Rainor Dias Fernandes pela paciência ao meu filho Arthur Chris da Silva Fernandes, que é o motivo de toda minha felicidade e esforço.

A Universidade Federal do Estado do Amazonas.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Furtado de Miranda, por todos ensinamentos compartilhados, pela paciência e apoio durante a caminhada acadêmica. Toda minha gratidão pelos incentivos e apoio na realização deste trabalho.

Aos meus amigos por todas as palavras de incentivos, em especial a minha amiga Hirlen Maria Leão Paula, por todos os momentos compartilhados, e por sempre acreditar no meu potencial e por sempre estar comigo em todos os momentos. Toda minha sincera gratidão por todos que fizeram parte e contribuíram para realização deste trabalho.

RESUMO

No Amazonas, destacam-se duas grandes bacias, Esta última. Amazonas e Solimões. É composta de argilito vermelho e cinza, com camadas de conchas e de linhito, além de ser muito rica em fósseis vegetais e animais. O siltitos e os arenitos são outras rochas sedimentares que também estão presentes na Formação Solimões. Assim objetivou-se caracterizar os atributos, morfológicos, físicos e químicos, a partir de dois perfis de solo originados de material sedimentar da formação Solimões. A área de estudos localiza-se na região do alto Solimões, no município de Benjamin Constant, estado do Amazonas. Assim objetivou-se caracterizar os atributos, morfológicos, físicos e químicos, a partir de dois perfis de solo originados de material sedimentar da formação Solimões. Na margem do rio Solimões, os resultados indicam a fração Silte como predominante seguido de argila e areia, diferente dos resultados do perfil 02. O perfil 01 (margem do Solimões) tem formação granulométrica mais fina, para a profundidade estudada. Na camada 6 do perfil 01 é visto a maior capacidade de troca catiônica (T), $165 \text{ cmol}_{(C)}.\text{dm}^{-3}$, muito distinta das demais camadas. Denota-se que este valor é originário dos altos teores de Hidrogênio (H^+) e de Alumínio Trocável (Al^{3+}), presente no carvão vegetal (Linhito). O perfil 02 (margem direita do Solimões), quando comparado ao perfil 01, as camadas demonstram resultados com menor acidez e maiores riquezas químicas, como pode ser observado na elevada capacidade troca catiônica (T) variando de 25 a 42 $\text{cmol}_{(C)}.\text{dm}^{-3}$, e ampla saturação por bases (V), que ultrapassam 95%, em todas as camadas. A formação Solimões no Município de Benjamin Constant é heterogênea nos atributos físicos e químicos, mas na margem do Solimões o predomínio é de material mais fino como silte e argila, já distante da margem, o predomínio é de areia, seguido de silte e argila. O linhito (carvão vegetal), na Formação Solimões, possui elevados teores de elementos químicos, em função da sua capacidade de reter/absorver cargas. A riqueza química na formação Solimões é mais expressiva na margem do Solimões e em maiores profundidades, indicada pelos elevados teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio e fósforo.

Palavras- chave: Formação Solimões, sedimento, solo.

ABSTRACT

In Amazonas, there are two large basins, the latter. Amazons and Solimões. It is composed of red and gray clay, with layers of shells and lignite, in addition to being very rich in plant and animal fossils. Siltstones and sandstones are other sedimentary rocks that are also present in the Solimões Formation. Thus, the objective was to characterize the morphological, physical and chemical attributes, from two soil profiles originated from sedimentary material of the Solimões formation. The study area is located in the upper Solimões region, in the municipality of Benjamin Constant, state of Amazonas. Thus, the objective was to characterize the morphological, physical and chemical attributes, from two soil profiles originated from sedimentary material of the Solimões formation. On the Solimões river bank, the results indicate the Silte fraction as predominant followed by clay and sand, different from the results of profile 02. Profile 01 (bank of Solimões) has a finer granulometric formation, for the studied depth. In layer 6 of profile 01 is seen the highest cation exchange capacity (T), 165 cmol (C).dm⁻³, very different from the other layers. It is noted that this value originates from the high contents of Hydrogen (H⁺) and Exchangeable Aluminum (Al³⁺), present in charcoal (Lignite). Profile 02 (right bank of Solimões), when compared to profile 01, the layers show results with lower acidity and greater chemical richness, as can be seen in the high cation exchange capacity (T) ranging from 25 to 42 cmol (C). dm⁻³, and ample base saturation (V), which exceeds 95%, in all layers. The Solimões formation in Benjamin Constant's Municipality is heterogeneous in physical and chemical attributes, but in the Solimões bank the predominance is of finer material such as silt and clay, far from the bank, the predominance is sand, followed by silt and clay. Lignite (charcoal), in the Solimões Formation, has high levels of chemical elements, due to its capacity to retain/absorb loads. The chemical richness in the Solimões formation is more expressive in the Solimões margin and in greater depths, indicated by the high levels of calcium, magnesium, sodium, potassium and phosphorus.

Keywords: Formation Solimões, sediment, soil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização dos perfis estudados.....	16
Figura 2 - Camadas dos perfis estudados no Município de Benjamin Constant.....	19
Figura 3 - Amostra do perfil 01 Estrada Umarizal.....	20
Figura 4 - Amostra do perfil 02 margem do Rio Solimões.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análises físicas dos solos estudados do perfil 01 Estrada Umarizal.....	21
Tabela 2 - Análises físicas do perfil 02, Rio Solimões.....	22
Tabela 3 - caracterização análises química dos perfis topográficos estudados.....	22
Tabela 4 – caracterização análises química, margem do Solimões.....	23

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Formação geológica dos solos do alto Solimões.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Características morfológica e física dos perfis estudados.....	18
4.2 Caracterização química dos perfis estudados.....	22
4.3 Características físicas dos perfis topográficos estudados.....	25
5. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

As geociências, abrangendo a geologia e geomorfologia clássica, formaram o alicerce fundamental em que a ciência do solo moderna apoiou-se, vindo a estabelecerem-se de forma independente, com um corpo de conceitos e métodos próprios. Contudo, continuam sendo os pedólogos, como nos primórdios históricos da Pedologia, e nas geociências que devem buscar o necessário suporte para o avanço das pesquisas, em moldes mais inovadores e promissores para os desafios atuais, (SCHAEFER 2013).

Duas grandes estruturas geológicas compõem a Amazônia, sendo os Crátons, onde estão as rochas mais antigas (embasamento cristalino) e as bacias Sedimentares com rochas mais recentes, (SCHAEFER 2013).

No estado do Amazonas, região da pesquisa, destacam-se duas grandes bacias, Amazonas e Solimões. Esta última, conforme Eiras et al. (1994), é composta de argilito vermelho e cinza, com camadas de conchas e de linhito, além de ser muito rica em fósseis vegetais e animais, como: troncos, folhas, carófitas, escamas, dentes e ossos. Siltitos e arenitos são outras rochas sedimentares que também estão presentes na Formação Solimões, Brasil (1977). Apesar destas informações, ainda assim são poucos os estudos sobre os recursos naturais da Amazônia, (COELHO et al. 2005).

No Alto Solimões destaca-se o levantamento dos recursos naturais com trabalhos pedológicos/geológicos (levantamento e classificação), feito em levantamento exploratório realizado em escala 1:1.000.000, pelo projeto RADAM BRASIL, em 1977.

É importante lembrar, que a região Amazônica é formada por áreas extensas, como o antigo Cráton Amazônico, que preenche a parte central do mapa, sendo recoberta por sedimentos de idades variadas (Bacias), com domínio de áreas baixas com relevos suavizados, resultante de milhões de anos de evolução de seus ecossistemas, que foram retrabalhados pela erosão e a sedimentação, favorecidas pela combinação de temperatura elevada e abundantes precipitações pluviais (SCHAEFER et al., 2017).

A bacia do Solimões, área de estudo se desenvolveu em rochas cristalinas e sedimentares proterozóicas da Província Amazônia Central, sendo subdividida em sub-bacia de Jandiatuba, a oeste, e sub-bacia do Juruá, a leste, separadas pelo Alto (arco) de Caruari. Por sua vez, o limite com a Bacia do Amazonas é feito através do Arco de Purus (EIRAS et al., 1994).

Com relação aos ambientes deposicionais das formações, a sequência Cretácea é caracterizada por um sistema fluvial de alta energia, responsável pela deposição da Formação Alter do Chão, sob clima úmido, enquanto a sequência Terciária - Quaternária, discordante sobre a Formação Alter do Chão, e representada pelas Formações Solimões e Içá, forma uma cunha sedimentar desde o Arco de Purus até as bacias subandinas (BARATA, CAPUTO, 2007).

Neste trabalho, o material geológico da área de estudo, pertence à Formação Solimões, que é caracterizada por sedimentos terciários de origem flúvio-lacustre, portanto é proveniente de material sedimentar que provavelmente sofreu muito deslocamento e carreamento/transporte, tornado muito heterogêneo. O conhecimento da geologia para estudos de pedogênese é muito significativo, pois a geologia é a base para a compreensão da formação dos solos, ou seja, conhecer o material de origem dos solos combinando com relevo, clima e organismos, torna mais segura a postulação da origem pedológica.

O objetivo deste trabalho foi compreender os atributos morfológicos, físicos e químicos, a partir de duas trincheiras de sedimentos do terciário na formação Solimões, em profundidades próximas de 20 metros. E assim contribuir para o aumento da base de conhecimentos geral, geológico/pedológico, na formação Solimões, no município de Benjamin Constant, Amazonas.

2. REVISAO BIBLIOGRAFICA

2.1. Formação geológica do Alto Solimões

A região Amazônica é formada por áreas extensas antigas (Cráton Amazônico), a parte central é recoberta por sedimentos de idades variadas, com domínio de áreas baixas com relevos suavizados, resultante de milhões de anos de evolução de seus ecossistemas, que foram retrabalhados pela erosão e a sedimentação, favorecidas pela combinação de temperatura elevada e abundantes precipitações pluviais (SCHAEFER et al., 2017). No Estado do Acre ocorrem várias formações geológicas, sendo a Formação Solimões a mais significativa, cobrindo quase toda a região interfluvial. Depositada no fim do Mioceno e o início do Plioceno é a mais significativa e representa a maior do Estado (ACRE, 2006; Westaway, 2006).

A bacia do Amazonas, situada na região norte do Brasil, constitui uma unidade sedimentar intracratônica que limita duas áreas de embasamento arqueano-proterozóico: ao norte, o Escudo das Guianas e ao sul, o Escudo Brasil Central (CPRM 2006). Possui área de aproximadamente 500.000 Km² e separa-se a leste da Bacia Tafrogênica do Marajó pelo Arco de Gurupá e a oeste da Bacia do Solimões pelo Arco de Purus (CUNHA et al. 2007). Apresenta forma alongada no sentido WSW-ENE com eixo deposicional em forma de dog leg (Caputo 2009), marcado pelo curso atual do Rio Solimões.

De acordo com Cunha et al. (2007), sua evolução geológica iniciou-se no proterozóico a partir da formação de um rift que evoluiu para uma sinéclise intracontinental sob um regime de subsidência térmica de escala regional. Para região do Alto Solimões são escassas as informações sobre seus recursos naturais. Estudos envolvendo a distribuição e classificação de solos pode ser encontrados apenas no levantamento exploratório dos solos realizado pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1977).

Apesar de a Amazônia ser dominada por terras baixas, boa parte da região é associada a solos bem drenados e se encontra muito influenciada por oscilações do nível do mar, que acompanharam as grandes mudanças climáticas do quaternário. Poucas regiões brasileiras possuem influência tão marcante dos regimes hidrológicos fluviais e marinhos nos solos quanto a Amazônia, fenômeno este operante em escalas de tempo variáveis. Podem-se experimentar anos de pouca chuva, quando o nível dos lagos e rios descem muito, até cheias extraordinárias, quando fenômenos climáticos continentais (El

Niño, La Niña) influenciam toda a extensão da bacia amazônica (SCHAEFER et al., 2017).

A formação Solimões é bastante diversificada. Na sua maior parte predomina rochas argilosas com concreções carbonáticas e gipsíferas, ocasionalmente com material carbonizado (turfa e linhito), concentração esparsas de pirita e grande quantidade de fósseis de vertebrados e invertebrados. Subordinadamente ocorrem siltitos, calcáreos silicos-argilosos, arenitos ferruginosos e conglomerados plómiticos (CAVALCANTE, 2006).

A diversificação da Formação Solimões implica em grandes variações das classes de solos, na variabilidade na sua suscetibilidade natural à erosão, no seu ciclo hidrológico e em sua vegetação natural (CAVALCANTE, 2006).

Räsänen et al. (1998) concluem que a origem da Formação Solimões está vinculada a um sistema fluvial que drenava a região de leste para oeste, em direção a uma área deprimida posicionada nas bordas da cadeia andina em processo de soerguimento (Orogenia Quéchuá), que também recebia sedimentação de alta energia sob a forma de leques aluviais provenientes de oeste, ou seja, da Cordilheira Andina. Tais sedimentos foram acumulados em ambiente de águas rasas pouco movimentadas, provavelmente lagos rasos ou em áreas pantanosas, o que gerou as condições de ambiente redutor característico da Formação Solimões. Decorre disso, a abundância de níveis carbonosos e de fósseis e a predominância de sedimentos finos, ocasionalmente com precipitação química.

Conforme GAMA, 1986; Latrubesse et al., 1997; Lima et al., (2006). A formação Solimões destaca-se em relação às demais regiões, pelo fato dos solos terem sido formados a partir de sedimentos terciários marinhos e sedimentos quarternários fluviais e de deposição de cinzas vulcânicas.

2.2. Caracterização dos Solos do Alto Solimões

Em geral, são escassas as informações sobre os recursos naturais da Amazônia. Para a região do Alto Solimões, destaca-se o levantamento dos recursos naturais realizado em pequena escala (1:1.000.000) pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1977). As características mineralógicas e químicas dos solos da Amazônia são, em grande parte, ditadas pela natureza do material de origem. Áreas mais extensas de solos eutróficos só existem onde há influência atual (planície aluvial) ou pretérita (terraços e baixos planaltos das bacias do Acre e do Alto Amazonas) de sedimentos andinos; ou, ainda, onde afloram rochas de maior riqueza em bases (calcários e margas em Monte

Alegre-Ererê; basaltos e diabásios em Roraima, Pará e Amapá) (SCHAEFER et al., 2000). De modo geral, nas demais áreas, as condições bioclimáticas atuais, as características do material de origem e o relevo levam à formação de solos profundos e muito intemperizados (Lima, 2001).

No município de Benjamin Constant (AM), próximo à fronteira Brasil-Peru, na bacia sedimentar do Amazonas, sub-bacia do Alto Solimões, evidenciam que os solos identificados tem maior riqueza de nutrientes e minerais alteráveis, com pouco grau de intemperismo, em comparação a formação Alter do chão ou Barreiras, que apresentam solos mais bem-drenados, derivados de sedimentos mais antigos, sendo que, no Plintossolo os baixos teores de Fe e Mn indica processos de remoção desse ambiente, já no Neossolo Flúvico essa falta é superada com novos sedimentos que são depositados sazonalmente (Lima et al. 2006).

O nível elevado do lençol freático e a inundação periódica limitam o processo pedogenético, ocasionando solos jovens e, em alguns casos, sedimentos em processo incipiente de pedogênese (Lima, 2001). Por sua natureza sedimentar recente, os solos destas várzeas guardam estreita relação com o material de origem, sedimentos provenientes das regiões, andina e subandina, transportados pelos rios e depositados na planície aluvial (Gibbs, 1964; Irion, 1976).

Dois ecossistemas principais separam bem a Amazônia, as terras que não sofrem inundação são regionalmente denominadas terra firme, sendo 98% de terra firme constituída de solos bem drenados e muito intemperizados, onde predominam os rios de águas claras. e as que sofrem inundação são denominadas várzeas, apenas 2% é constituído por várzeas, (solos mais novos), a elevada carga de sedimentos do Solimões/Amazonas, principalmente de origem andina e pré-andina, (MEGGERS, 1987).

Os principais aspectos pedológicos dominantes nos ambientes de terra firme da Amazônia são os Latossolos Amarelos com caráter distrófico, às vezes alumínico, nas posições de topo transicionando para plúntico no terço superior, e argissólico, nos sopés das encostas. Nos ambientes de várzeas amazônicas, há presença marcante de Neossolos Flúvicos ou Gleissolos com atividade alta de argila e caráter eutrófico (Lima et al.; Campos et al., 2011).

Na várzea do Solimões/Amazonas, os solos normalmente apresentam teores elevados de silte e de areia fina. São, frequentemente, eutróficos, apresentando elevados valores de capacidade de troca de cátions e de cátions trocáveis, especialmente Ca^{2+} ,

Mg^{2+} e, em alguns casos, Na^+ e Al^{3+} . Em contraste aos solos bem drenados de terra firme, apresentam reação menos ácida, níveis mais elevados de cátions básicos, baixos graus de saturação por alumínio e argilominerais de alta atividade (Lima, 2001).

A composição mineralógica dos solos da várzea é bastante rica, destacando-se a presença de minerais primários, tais como: mica, clorita e feldspato, além de conteúdo significativo de esmectita, caulinita e vermiculita (Kitagawa & Möller, 1979; Irion, 1984; Möller, 1986) e, em menor concentração, lepidocrocita, hematita e gibbsita (Möller, 1991). Frailey et al., 1998, a geologia recente da Formação Solimões, composta principalmente por sedimentos, proporcionou um pequeno tempo para a exposição do material de origem à ação dos agentes intempéricos mesmo em clima quente e úmido, direcionando a formação de solos com baixo grau de desenvolvimento pedogenético. Tal fato pode ser constatado ao analisar a alta atividade da fração argila, mineralogia da fração argila e areia com minerais 2:1 e primários, altos valores de k_i e da relação silte/argila, indicando que os solos ainda preservam características do material de origem sedimentar.

De acordo com os estudos de Marques et al., (2002). Essas características são bastante peculiares se considerarmos a grande maioria dos solos amazônicos de terra firme que, ao contrário, são muito profundos, podendo atingir algumas dezenas de metros, além de apresentarem baixos teores de silte, geralmente inferiores a 100 g/kg de solo e mineralogia predominantemente caulínica. Portanto, os solos estudados e, por extensão e similaridade de material de origem, do Alto Solimões, são de idade relativa bem mais jovem em relação aqueles profundos e bem drenados de grande parte das terras firmes da região amazônica. Os teores de alumínio extraível são considerados bastante anormais em relação à maioria dos solos da região Amazônica ou mesmo, do Brasil. Em superfície (profundidade média de 0-10 cm) seus teores variam de 0,0 a 14,6 cmolc/ kg de solo (média de 4,2 cmolc/kg de solo), contrastando com teores médios de 2,0 cmolc/kg de solo, registrados para a grande maioria dos solos amazônicos.

3. METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se na região do Alto Solimões, no município de Benjamin Constant, estado do Amazonas (FIGURA 1). Neste trabalho foram estudados dois perfis que estão localizados nas coordenadas geográficas: **Perfil 01** (Estrada do Umarizal) Latitude 4°23'20.62"S, Longitude 70°2'35.50" O, e **Perfil 02** (Margem direita do rio Solimões) latitude 4°22'29.73"S e Longitude 70°1'3.00"O. O clima segundo a classificação de Köppen é Af, clima tropical úmido, temperatura média anual é 25.6 °C, e precipitação média de 2750 mm (RADAM, 1977).

Figura 1. Localização dos perfis estudados

Benjamin Constant, AM.



Fonte: Gogle Earth, 2021.

As áreas estudadas foram dois cortes de barrancos um na estrada do Umarizal e o outro na margem direita do rio Solimões. Nos perfis foram descritos a morfologia por camadas e coleta de amostras de acordo com Santos et al. (2015).

Na superfície, os solos foram classificados conforme Embrapa (2018). As amostras foram condicionadas em terra fina seca ao ar (TFSA) e submetidas às análises de rotinas, conforme descritas abaixo.

Com a finalidade de compreender as principais características físicas e químicas dos solos e dos sedimentos, foram feitas as seguintes análises: Na TFSA foi determinados pH em água e em KCl 1 mol L⁻¹, usando 10 g de TFSA para 25 ml. Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ via extração com KCl 1 mol L⁻¹ e quantificação por titulometria, conforme (EMBRAPA 2011).

De acordo com determinados valores de ΔpH , através da subtração: $\text{pH em KCl} - \text{pH em H}_2\text{O}$.

Os íons trocáveis de Na^+ e K^+ , foram determinados via extração com solução Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) e quantificado via fotômetro de chama. Acidez total ($\text{H} + \text{Al}$), por meio de extração com acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, $\text{pH } 7,0$, e quantificação por titulometria com $\text{NaOH } 0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

A partir dos resultados analíticos foram calculados Soma de Bases ($\text{SB} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$); a capacidade de Troca Catiônica (CTC) a $\text{pH } 7$ ($\text{T} = \text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$), a CTC efetiva ($\text{t} = \text{SB} + (\text{Al}^{3+})$), a saturação por bases ($\text{V } \% = \text{SB} \times 100 / \text{T}$) e saturação por Al^{3+} ($\text{m } \% = \text{Al}^{3+} \times 100 / \text{t}$), conforme a metodologia descrita em Embrapa, (2011). O P disponível foi feito através da extração com a solução Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) e quantificado por colorimétrica com ácido ascórbico segundo BRAGA e Defelipo, (1974).

O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black, que usa a oxidação via dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ } 0,167 \text{ mol L}^{-1}$) em meio ácido, seguida da titulometria de complexação com solução de sulfato ferroso ($0,025 \text{ mol L}^{-1}$) conforme EMBRAPA (2011). A matéria orgânica calculou-se a partir do carbono orgânico.

A determinação das frações, areia grossa, areia fina, silte e argila, foram feitas de acordo com a metodologia descrita em Embrapa (2011). As amostras de TFSA foram dispersas com solução de $\text{NaOH } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ por 16 horas de agitação em agitador tipo Wagner (50 rpm), enquanto a fração areia foi separada por tamisação e argila pelo método da pipeta, de acordo com Embrapa (2011).

Para compreender a mineralogia dos solos foram feitas análises mineralógicas nas frações areia e argila. Potássio e aquecimento conforme Whittig e Allardice (1986). Todas as análises deste trabalho realizaram-se na sede da Universidade Federal do Amazonas em Manaus e na Universidade Federal de Viçosa.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Caracterizações morfológica e física dos perfis topográficos estudados.

Todas as revisões bibliográficas realizadas em livros e artigos serviram como apoio, e permitiu obter informações para o respectivo tema. Na pesquisa de campo foi possível coletar amostras das camadas de dois perfis do terciário A região do Alto Solimões (região da área de estudo deste trabalho).

As figuras 02 e 03 registram as diferentes constituições morfológicas encontradas nos perfis estudados. Em todos os perfis as cores variam nas tonalidades amarelo, cinza e preto. As camadas subsuperficiais do perfil na margem direita do Solimões, tendem ter cores mais neutras em função do efeito da remoção dos óxidos de ferro (lavagem), ocorrido durante o período das inundações/enchentes dos rios Amazônicos. Já o perfil 01, mais distante da margem do Solimões, possui cores mais amareladas, indicando maior ocorrência de óxidos de ferro, o que indica ser mais drenado que o perfil 02, estas informações podem ser convalidadas através de análises mineralógicas.

Perfil-1 Camada 1 Estrada Umarizal.



Fonte: A autora, 2019.

Camada 2 Estrada Umarizal.



Fonte: A autora, 2019.

Camada 3 Estrada Umarizal.



Fonte: A autora, 2019.

Camada 4 Estrada Umarizal.



Fonte: A autora, 2019.

Camada 6 Estrada Umarizal.



Fonte: A autora, 2019.

Camada 7 Estrada Umarizal.



Fonte: A autora, 2019.

Perfil 2 camada 1 margem do Rio



Fonte: A autora, 2019.

Camada 2, margem do Rio Solimões



Fonte: A autora, 2019.

Camada 3, margem do Rio Solimões



Fonte: A autora, 2019.

Camada 4, margem do Rio Solimões



Fonte: A autora, 2019.

As cores amareladas nas entre camadas, indicam reações de oxidação do ferro, que só ocorrem devido à entrada de gases, como oxigênio. Na figura 1 é registrado o fendilhamento (rachaduras), esta morfologia é típica de ambientes com minerais do tipo 2:1, isto também é validado com análises mineralógicas. Segundo Lima et al. (2002), as condições restritas de drenagem, resultantes das características ambientais e da granulometria fina dos sedimentos originais, condicionaram um processo de intemperismo menos acentuado do que aquele normalmente observado nos solos bem drenados da Amazônia, o que pode resultar em condições favoráveis para existência de minerais mais instáveis como vermiculita e mica/ilita.

Figura 1: Camada na estrada do Umarizal



Fonte: A autora, 2019.

Figura 2: Camada rio Solimões

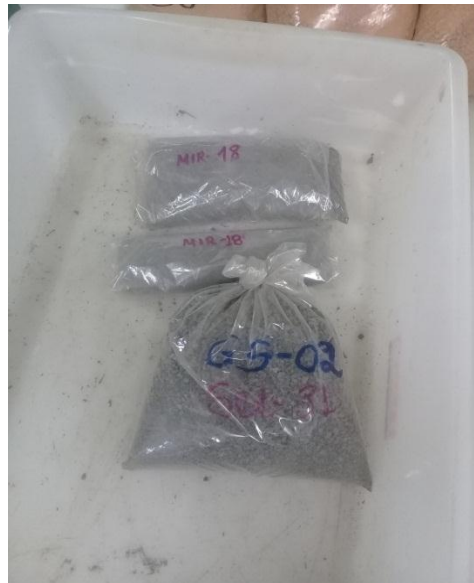


Fonte: A autora, 2019.

Figura 3 amostra do perfil-1 Estrada Umariz Figura 4 amostra do perfil-2 margem do rio Solimões



Fonte: A autora. 2019.



Fonte: A autora. 2019.

Tabela 1. Análise física do perfil 01, Estrada Umarizal sedimentos do Terciário da Formação Solimões, Benjamin Constant-AM.

Prof. Metro	Camada	Areia	Silte -----%-----	Argila	Relação S/A
0,5	C1 (solo)	25,3	40,7	34	1,19
7	C1	78,2	15,8	6	2,63
10	C3	80,5	15,5	4	3,87
12	C4	69,2	22,8	8	2,85
14	C5	62,0	24	14	1,71
16	C6	18,7	79,3	2	39,65
17	C7	2,7	95,3	2	47,65

Legenda: Prof: profundidade S/A: relação silte, argila.

O Perfil 01, na Estrada do Umarizal, apresenta na tabela 01, predomínio de fração areia, seguido da fração silte e argila, exceto para as acamadas 6 e 7, que apresentam maiores valores de silte, na camada 5 é possível observar acréscimo de argila e menor relação silte/argila. Assim é possível ver a diferença granulométrica nestas camadas e a sua heterogeneidade para a profundidade estudada, considerando que as camadas não demonstram ter sofrido muitas alterações físicas. Na camada 01 (solo) o teor de silte também é maior, seguido de argila e areia, indicando que este o solo ainda é relativamente novo, com 40% de silte, este resultado é comum devido ações intempéricas que favorecem essa transformação física. Conforme já mencionado por

COELHO et al (2005), os solos desta região predominam a classe siltosa. Isto é controlado pelo relevo Colinoso que parece inibir o avanço da pedogênese e favorecer a erosão. Conforme postulado por Paulo (2018), o relevo aplaina mais (topo) o intemperismo acentua-se favorecendo a pedogênese destes solos, já onde o relevo é mais acidentado (meio) a erosão parece favorecer dificultando o avanço da gênese deste solo estudos mais detalhados precisam ser feitos para validar a hipótese.

Tabela 2. Análise física do perfil 02, rio Solimões sedimentos do Terciário da Formação Solimões, Benjamin Constant-AM.

Prof. Metro	Camada	Areia -----%-----	Silte	Argila	Relação S/A
	C1	5,4	50,6	44	1,15
	C2	19,7	44,3	36	1,23
	C3	12,2	63,8	24	2,65
	C4	0,7	57,3	42	1,36

Legenda: Prof: profundidade, S/A: relação silte, argila.

Já o perfil 01, na margem do rio Solimões, os resultados da tabela 02, indicam a fração Silte como predominante, seguido de argila e areia, diferente dos resultados do perfil 02. A relação silte/argila do perfil 01 é menor que a relação do perfil 02, portanto o perfil 01 (margem do Solimões) tem formação granulométrica mais fina, para a profundidade estudada. Neste perfil, é possível observar heterogeneidade entre as camadas, contudo parece ser mais homogêneo que o perfil 02. É provável que as inundações do rio Solimões, promovam modificações, homogeneizando as camadas.

4.2. Caracterização química dos perfis topográficos estudados.

Tabela3. Perfil 01, Umarizal, análise química de sedimentos do terciário da formação Solimões em Benjamin Constant-AM.

Prof. Metro	Cam	pH	H ⁺ +Al ³⁺ -----cmol _c dm ⁻³ -----	Al ³⁺	Ca ²⁺ -----cmol _c dm ⁻³ -----	Mg ²⁺	Na	K	P	SB -----cmol _c dm ⁻³ -----	T	T	V -----%-----	m
0,5	C1(solo)	5,6	22,78	12,9	0	0	14	52	0	0,19	22,97	13,09	0,83	98,55
7	C2	6,3	7,94	4	0	0	9	28	0	0,11	8,05	4,11	1,37	97,32
10	C3	6,8	1,47	1	6,6	0,5	18	34	12	7,27	8,74	8,27	83,18	12,09
12	C4	6,4	1,47	0,1	9,3	1,8	20	40	21	11,29	12,76	11,39	88,48	0,88
14	C5	6,2	14,95	5,6	01	0,1	9	20	0	0,29	15,24	5,89	1,9	95,08
16	C6	2,2	151,82	30,4	8,8	4,5	20	6	0	13,4	165,22	43,8	8,11	69,41
17	C7	2,6	65,35	21,2	23	5,8	17	26	4	28,94	94,29	50,14	30,69	42,28

Legenda: Prof: Profundidade, pH: acidez ativa; Al³⁺: alumínio trocável; H+Al: acidez potencial; Ca²⁺: cálcio trocável; Mg²⁺: magnésio trocável; S: soma de base; P: fosforo disponível; K: potássio disponível; t: capacidade de troca de cátions efetiva; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: percentagem de saturação por bases; m: percentagem de saturação por alumínio.

Tabela 4. Perfil 02, Margem do Solimões, análise química, sedimentos do terciário da formação Solimões de Benjamin Constant-Am.

Prof.	Cam.	pH	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	K	P	SB	T	T	V	m
Metro			-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----	
	C1	6,4	1,82	0,1	31	8,5	27	94	22	39,86	41,68	39,96	95,63	0,25
	C2	8,1	0,7	0	15,6	7,9	122	112	83	24,32	25,02	24,32	97,2	0
	C3	8,7	0,63	0	16,6	7,7	119	112	1035	25,1	25,73	25,1	97,55	0
	C4	8,4	0,57	0	30	11,5	106	146	67	42,35	42,91	42,34	98,67	0

Legenda: Prof: Profundidade, pH: acidez ativa; Al³⁺: alumínio trocável; H⁺+Al³⁺: acidez potencial; Ca²⁺: cálcio trocável; Mg²⁺: magnésio trocável; S: soma de base; P: fosforo disponível; K: potássio disponível; t: capacidade de troca de cátions efetiva; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: percentagem de saturação por bases; m: percentagem de saturação por alumínio.

De modo geral o perfil 01 Estrada do Umarizal, apresentou características químicas que indicam pouca riqueza química e elevada acidez, para a maioria das camadas, contudo ocorrem exceções em camadas intermediarias como pode ser observado nos resultados de saturação por bases em valores elevados próximos de 85%, o que sugere maior riqueza química, provavelmente influenciada por conchas, ossos ou material orgânico contendo amplas propriedades bases (Tabela 03). Esta formação é composta de argilito vermelho e cinza, com camadas de conchas e de linhito, além de ser muito rica em fósseis vegetais e animais, como troncos, folhas, carófitas, ostracodes, escamas, dentes e ossos. Siltitos e arenitos são outras rochas sedimentares também presentes na Formação Solimões (BRASIL, 1977)

Ainda no perfil 01, na camada 6 é visto a maior capacidade de troca catiônica (T), 165 cmol_(C).dm⁻³, muito distinta das demais camadas. Denota-se que este valor é originário dos altos teores de Hidrogênio (H⁺) e de Alumínio Trocável (Al³⁺), presente no carvão vegetal (Linhito). Postula-se que o Linhido por ter alta capacidade de absorção/retenção de cargas, esteja adsorvendo/filtrando cargas nesta camada, para estes e outros elementos, como pode ser observado na tabela 03, camada 6. Conforme descrevem DIAS JUNIOR et al, (2015). Uma das propriedades inerentes ao carvão vegetal é sua alta capacidade de absorção de umidade e carga elétrica. Como material higroscópico, sua higroscopicidade pode influenciar significativamente em outras propriedades, a saber, adquirindo cargas elétricas. Conforme GLASER et al. (2001), tais solos apresentam horizonte superficial de cor escura, decorrente dos materiais orgânicos parcialmente queimados que formam carvão pirogênico e matéria orgânica de alta estabilidade. O carvão pirogênico é muito estável, uma vez que é submetido a uma

lenta oxidação nas bordas da sua estrutura aromática, desenvolvendo grupos carboxílicos que são responsáveis por potencializar a formação de complexos organo-minerais, incrementando a capacidade de troca de cátions e outros elementos.

O perfil 02 (margem direita do Solimões), quando comparado ao perfil 01, as camadas demonstram resultados com menores acidez e maiores riquezas químicas, como pode ser observado na elevada capacidade troca catiônica (T) variando de 25 a 42 $\text{cmol}_{(\text{C})}.\text{dm}^{-3}$, e ampla saturação por bases (V), que ultrapassam 95%, em todas as camadas. Portanto, o perfil mais próximo da margem do rio Solimões parece ser mais influenciado pelos substratos geológicos ricos em elementos básicos, possivelmente é oriundo de ossos e conchas fossilizadas, com maior expressão quando comparado ao perfil 01. Ressalta-se que o perfil 02, na margem do rio Solimões, está abaixo do nível do Perfil 01, o que leva a entender que a formação com ossos e conchas é mais expressiva nessa profundidade.

No perfil 02 os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis são muitos elevados, variando de 31 a 30 $\text{cmol}_{(\text{C})}.\text{dm}^{-3}$. Os teores de Potássio disponível (K) variam de 94 a 146 mg dm^{-3} , assim como o sódio (N) 27 a 122 mg dm^{-3} . Além dos atributos geológicos de caráter básico, outro fator que pode estar influenciando nestes valores são os sedimentos depositados pelas subidas do rio Solimões (enchentes), pois os sedimentos são ricos em minerais do tipo 2:1, conforme já mencionado por (LIMA et al., 2006). A presença de quantidades expressivas de argilominerais de estrutura 2:1, teores elevados de silte e alumínio, associados a teores também elevados de cálcio e magnésio trocáveis, contribuem para os elevados valores na soma de bases e da capacidade de troca catiônica dos solos (VOLKOFF et al., 1989; COELHO et al. 2005; LIMA et al., 2006). Ainda no perfil 2, na camada 3, observa-se os valores mais expressivos de Cálcio (Ca^{2+}) e Fósforo (P), 16 $\text{cmol}_{(\text{C})}.\text{dm}^{-3}$, 1035 mg dm^{-3} , respectivamente. Nesta camada observou-se em campo as maiores concentrações de fragmentos de conchas em variados estados de decomposição (sofrendo reação de dissolução). Portanto atribui-se estes valores elevados para estas conchas. Conforme descreve o trabalho de Sandrinha Clemete (2019), (Relatório de PIBIC), postula-se que o contato destas conchas com água e a matriz pedológica muito ácida, vem sofrendo reações de hidrólise /dissoluções, ao longo do tempo, liberando cátions que aumentam significativamente os níveis de fertilidade do solo, principalmente para P e provavelmente cálcio e magnésio. De acordo com, Coelho et al., (2005), Lima et al., (2006), Dantas, (2019) e Paulo (2019), Os altos teores de Ca^{2+} e P, encontrados neste

substrato geológico (Formação Solimões), sugere ser oriundos de ossos e conchas, e esclarecem os elevados teores destes elementos em estudos pedológicos, nesta região. Os teores P disponíveis apresentam valores muito elevados e muito incomuns aos solos da formação Solimões, o que sugere que sua origem tenha relação com o material de origem formador deste solo. Valores altos de fósforo em sítios de Sambaquis (solo de concheiras) estão relacionados principalmente pelo aporte de resíduos de apatita biogênica (ossos), o que parece muito conveniente postular que isto ocorra também neste solo.

CONCLUSÕES

Redução de óxidos de ferro é expressivo indicado pelas cores neutras predominante no perfil topográfico próximo à margem do rio Solimões, já no perfil distante da margem do Solimões denotam-se cores amareladas, postulando ter melhor drenagem, e a cor preta foi identificada como linhito (carvão vegetal);

A heterogeneidade indicada pelas variações de cores, estruturas morfológicas e texturas, assinalam estratificação das camadas na formação solimões estudada;

A formação Solimões no Município de Benjamin Constant, é heterogênea nos atributos físicos e químicos, mas na margem do Solimões o predomínio é de material mais fino como silte e argila, já distante da margem, o predomínio é de areia, seguido de silte e argila.

O linhito (carvão vegetal), na Formação Solimões, possui elevados teores de elementos químicos, em função da sua capacidade de reter/absorver cargas.

A riqueza química na formação Solimões é mais expressiva na margem do Solimões e em maiores profundidades, indicada pelos elevados teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio e fósforo;

Os elevados teores de cálcio, magnésio e fósforo, encontrados nas camadas da formação Solimões sugerem ser oriundos de conchas e ossos, e corroboram na explicação destes mesmos elementos com teores elevados, em estudos pedogenéticos, já publicados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFFICAS

Acre, governo do estado do acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecologico Economico do estado do acre**. Zoneamento Econômico- ZEE/A 2ª fase. Rio Branco: SECTMA, 2006.

BARATA, C. F.; CAPUTO, M. V. Geologia do petróleo da Bacia do Solimões. 2007. “O Estado da Arte”, 4º Pdpetro – Campinas, SP - ABPG.

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fosforo em extrato de solo e material vegetal. **Revista Cores**. V21, p. 73-85,1974.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto **RADAMBRASIL. Folha SB. 19 – Juruá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1977. 436p (Levantamento de Recursos Minerais, 15).

CAVALCANTE, L.M. Relatório sobre a Geologia do Estado do Acre. Rio Branco: SEMA/IMAC, 2006. (Texto integrante do eixo recursos naturais do ZEE Fase II).

COELHO, M. R. et al. Solos das áreas piloto do projeto BiosBrasil (Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I), Município de Benjamin Constant, Estado do Amazonas. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos**, **67**, p. 159, 2005.

CUNHA, T. J. F. et al. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta) anthropogenic dark earth soils of brazilian amazonic region. **Acta Amazônia**, v. 37, n. 1, p. 91–98, 2007.

CLENTE, S. I. **Formas de Fósforo em Solos em Sedimentos de conchas Marinhas, Alto Solimões**. Relatório Parcial do PIBIC-PAIC-UFAM, 2019.

DANTAS, L.DA S. **Gênese, física, química, forma de fósforo e mineralogia de solos com influência de conchas, Benjamin Constant**. Relatório Parcial do BIBIC/PAIC-UFAM, 2019.

DIAS JÚNIOR., A. F.; BRITO, J. O.; ANDRADE, C. R. Granulometric influence on the combustion of charcoal for barbecue. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 6, 2015b

EIRAS, J.F.; BECKER, C.R.; SOUZA, E.M.; GONZAGA, F.G.; SILVA, J.G.F.; DANIEL, L.M.F.; MATSUDA, N.S.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Solimões. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Janeiro /março, vol. 8, n. 1, p. 17-46, 1994. FIGUEIREDO, A. M. F. (Coord.).

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. In: Rio de Janeiro (Documento 132): EMBRAPA, Solos, 2011. p. 230.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. In: 5. ed. Brasília: EMBRAPA, Solos, 2018. p. 353.

FERNANDES, P.G.; **Gênese, física, química e mineralogia na Bacia do rio Javari**, Relatório de PIBIC/PROPESP-UFAM, 2019.

FRAILEY, C.D.; LAVINA, E.L.; RANCY, A. SOUZA FILHO, J.P. A proposed Pleistocene/Holocene lake in the Amazon basin and its significance to Amazonian geology and biogeography. *Acta Amazônica*, v.18, p.119-143, 1998.

GAMA, J. F. N. F. **Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta no estado do Acre**. Itaguaí: UFRRJ, 1986. 150f. (Tese de Mestrado).

GLASER, B. et al. The “Terra Preta” phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, v. 88, n. 1, p. 37–41, 2001.

Gibbs JR. **The geochemistry of the Amazon Basin [tese de mestrado]**. San Diego: University of California; 1964.

IRION, G. Die entwicklung des zentral-und obeamazonischen tieflands im spat pleistozän und im holozän. Kiel, *Amazoniana*, 6:67-79, 1976.

KITAGAWA, Y. & MÖLLER, M.R.F. Clay mineralogy of some typical soils in the Brazilian Amazon region. *Pesq. Agropec. Bras.*, 14:201-208, 1979.

LIMA, H.N. Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 176p. (Tese de Doutorado).

LIMA, H. N. et al. 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, n. 3, p. 59–68, 2006.

MARQUES, J.J.; TEIXEIRA, W.G.; SCHULZE, D.G.; CURI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. **Clay Minerals**, v.37, p. 651-661. 2002.

Meggers, Betty. Amazonas- A Ilusão de um paraíso. Tradução de Maria Yedda Linhares (Título do original em inglês: amazonia – Man and Culture in a counterfeit Paradise); apresentação de Darcy Ribeiro- belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

PEREIRA FILHO, M. Desenvolvimento e preservação das áreas de várzea da Amazônia brasileira. In: VAL, A.L.; FIGLIVOLO, R.; FELDBERG, E. (Eds.). Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia; fatos e perspectivas. Manaus: Inpa, 1991. p.55-64.

RÄSÄNEN, M.; LINNA, A.; IRION, G.; HERNANI, L. R.; HUANAN, R. V.; WESSELING, F. 1998. Geologia e geofomas da área de Iquitos. In: KALLIOLA, S. F.; PAITÁN, S. F. (Ed.). **Geocologia e desarrollo en la zona de Iquitos, Peru**. Turku, Turun Yliopisto, 544 p. p. 21- 95. il.

RADAM. Projeto RADAMBRASIL, levantamento de recursos naturais. In: V14. (Folh ed. Rio de Janeiro, V14. (Folha SA.19-Içá): Departamento Nacional da Produção Mineral, 1977. p. 446.

RODRIGUES, T.E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Eds.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS, UFV, DPS, 1996. p.19-60.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2015.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Solos da Região Amazônica. In: CURI, N. et al. (Eds) **Pedologia solos dos biomas Brasileiros**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 111–175.

SCHAEFER, C. E. G. R. Bases físicas da paisagem brasileira: Estrutura geológica, relevo e solos. In: *Tópicos Ci. Solo*. Viçosa: MG, Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, 2013 p. 221-278.

SCHAEFER, C. E. G. R. Bases Físicas da Paisagem Brasileira: Estrutural Geologica, Relevo e Solos. In: ARAÚJO, A. P.; ALVES, B. J. R. (Eds.). **Tópicos em Ciências do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. p. 1–69.

Schaefer CEGR, Lima HN, Vale Júnior JF, Mello JWV. Uso dos solos e alterações da paisagem na Amazônia: cenários e reflexões. *B Museu Paranaense Emílio Goeldi, Ser Cienc Terra*.2000;12:63-104.

VOLKOFF, B.; MERLFI, A.J. CERRI, C.C. **Solos Podzólicos e Cambissolos eutróficos do alto Purus (Estado do Acre)**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 13, n. 3, p. 363-372, 1989.

WESTAWAY, R. Late Cenozoic sedimentary sequences in Acre state, southwestern Amazonia: Fluvial or tidal? Deductions from the IGCP 449 fieldtrip Rob Westaway. *Journal of South American Earth Sciences*, v.21, p.120-134, 2006.

WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (Ed.). *Madison: American Society of Agronomy*, 1986. p. 331–362.