

ANÁLISE GEOMORFOPEDOLÓGICA DE BACIA HIDROGRÁFICA NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA – ACRE: PRESSUPOSTOS PARA O USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Santos, W.L. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE) ; Augustin, C.H. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS)

RESUMO

As mudanças no uso da terra desde a segunda metade do século XX, especialmente no estado do Acre, sudoeste amazônico, têm causado transformações na dinâmica natural. Este trabalho constitui uma contribuição ao conhecimento das condições geomorfopedológicas atuais enfocando, como estudo de caso, a bacia do igarapé Judia, localizada no leste do estado do Acre. Análises físicas, químicas e de difratometria de argilas foram realizadas em amostras de solos da bacia, indicando baixos valores de pH e elevados teores de Al³⁺, decréscimo na concentração de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ e frequência da argila caulínica. Constatou-se, ainda, a presença de goethita e quartzo, e de illita, indicando tratar-se de solos mais jovens, originados da Formação Solimões. Essas características, caracterizam os solos como distróficos e estruturalmente frágeis. A carência de nutrientes e a acidez, associadas às demais características, como o relevo, mostram que esses solos não são muito favoráveis para a agricultura.

PALAVRAS CHAVES

Análise geomorfológica; Uso dos recursos naturais; Geoambientes; Mineralogia e geoquímica de solos; Acre

ABSTRACT

Changes in land use observed since the second half of the 20th century, especially in the state of Acre, in the southwest of the Amazon, have caused transformations in natural dynamics. This work constitutes a contribution to the knowledge of the current geomorphopedological conditions focusing, as a case study, the Judia igarapé basin, located in the eastern region of the state of Acre. Physical, chemical and clay diffraction analyzes were performed on soil samples from the upper to lower portions of the basin, with the results indicating low pH values and high Al³⁺ contents, a decrease in the concentration of nutrients such as Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ and Na⁺ and higher frequency of kaolinitic clay. As also pointed out in other works carried out in soils of Acre, the presence of goethite and quartz, and of illite was also verified, indicating that these are younger soils, originated from claystones, siltstones and sandstones of the Solimões Formation.

INTRODUÇÃO

Os estudos ambientais na região amazônica tendem a apresentar lacunas que são, contudo, essenciais para investigação da base biofísica da região, imprescindíveis para a compreensão da complexidade regional. Muitos se baseiam, fundamentalmente, em trabalhos que remontam aos meados da segunda parte do século XX, e que necessitam, frente à necessidade de exploração e ocupação da região em bases sustentáveis, ser reformulados e revisados (BRASIL, 1976a). É importante ressaltar que literatura mais recente busca cobrir essas deficiências, abordando aspectos amplos do meio biofísico que mesmo que às vezes incluam a temática climática e da cobertura vegetal (MERTES et al., 1996; RODRIGUES et al., 2002; PHILLIPS et al. 2003; HOORN et al., 2010; QUESADA et al. 2012; CINTRA et al., 2013; VAL et al., 2014; UNITED NATIONS SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK, 2021). Nesse sentido, é fundamental que os resultados dessas e de novas pesquisas sejam incorporadas à base analítica que deve orientar o desenvolvimento sustentável, visando melhor embasamento para as políticas de gestão territorial da região amazônica. A crescente necessidade de apresentar estratégias e soluções que interrompam e revertam os efeitos da degradação ambiental e do esgotamento dos recursos naturais vem se tornando cada vez mais clara, provocando uma série de questionamentos, como por exemplo: como

enfrentar o conjunto de problemas ambientais, principalmente os decorrentes de ações antrópicas no âmbito das bacias de drenagem? Quais recursos naturais merecem maior atenção para manter o equilíbrio dos ecossistemas? Como elaborar e desenvolver estratégias eficazes para minimizar os efeitos negativos sobre o ambiente natural? Como garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, notadamente os recursos hídricos e os solos, em plena região amazônica? As respostas para tais perguntas devem ir além da questão mais imediata das ações decorrentes das catástrofes naturais resultantes das mudanças da dinâmica própria dos ecossistemas, e buscar integrar os aspectos envolvidos na relação do binômio homem/natureza (NEPSTAD et al., 2007). Isso inclui aqueles relacionados à aceleração de processos erosivos (WITTIMAN et al., 2012; SANTOS, 2013; GOVIN et al., 2014; SANTOS; AUGUSTIN, 2015; FLORES, et al., 2019), com o consequente aumento da produção e descarga de sedimentos, assoreamento de canais fluviais, decréscimo da quantidade e qualidade de água potável e a perda de nutrientes do solo (LABRIÈRE et al., 2015; GUILLAUME; DAMRIS; KUZYAKOV, 2015). Deve ainda abordar a influência de outros fatores do meio físico, como o relevo e sua influência na cobertura vegetal (LUIZÃO et al., 2004; TOMASELLA, et al., 2008; PHILLIPS, et al., 2010; QUESADA et al., 2012; BALDECK et al., 2013; SCHIETTI et al., 2014;; TUOMISTO, et al. 2019; WANDERLEY- FILHO, 2019). Compreende-se que a dinâmica do uso e ocupação da terra na Amazônia deve ser acompanhada por modelos de gestão que considerem as especificidades regionais, tendo em vista, entre outros fatores, a complexidade deste ecossistema florestal (NEPSTAD, et al., 2007; CATTANEO, 2008). Nesse sentido, este trabalho objetiva analisar, em escala de detalhe, as condições geomorfopedológicas de uma bacia de drenagem, que possui semelhanças com outras em termos de características naturais,, sendo, portanto, representativa no contexto regional, considerando-se as condições do sudoeste amazônico que ao longo de cerca de quatro décadas, vem apresentando uma rápida substituição das áreas de floresta por outros tipos de uso e ocupação, sobretudo pela urbanização e formação de pastagens. Esse cenário poderá gerar problemas decorrentes do mau uso e manejo dos solos o que torna esta, uma contribuição fundamental para a compreensão dos fatores analisados, e que têm como base, dados oriundos de pesquisa sobre os solos e suas características físico-químicas e sua localização nas vertentes, utilizando-se a bacia do Igarapé Judia (AC), como representativa.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do Igarapé Judia localiza-se entre as coordenadas geográficas 10°2'40''S e 67°44'25''W e 9°58'27''S e 67°47'29''W, englobando os municípios de Rio Branco (AC) - baixo e médio curso - e Senador Guimard (AC) - alto curso. Tem uma área aproximada de 123 km², com predomínio de atividades pecuaristas de criação de bovinos, pequena atividade de agricultura de subsistência e construção de habitações de forma rarefeita no trecho que compreende a zona rural. A bacia em estudo está inserida em uma grande planície aluvionar e, no contexto regional, está localizada na porção que compreende o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental (ACRE, 2000), em região de baixa altitude, com cota máxima de 220 m e mínima de 130 m. O igarapé que dá nome à bacia possui uma extensão aproximada de 30 km, com suas nascentes a 220 m de altitude, descendo em quotas médias de 10 m até o encontro com o rio Acre, onde está situada a foz. É considerado o principal afluente da margem direita do rio Acre, com uma população residente de aproximadamente 100 mil habitantes, incluindo as áreas dos dois municípios abrangidos (SANTOS, 2005). O tipo climático predominante na bacia do igarapé Judia é o Am, (classificação de W. Köppen), correspondendo ao tropical chuvoso (quente e úmido), com ocorrências de precipitação do tipo monção, caracterizada como excessivas durante alguns meses do ano (AYOADE, 1998). O período chuvoso corresponde ao “inverno amazônico” (compreendido entre os meses de outubro a abril), e o período de estiagem caracteriza o “verão amazônico” (compreendido entre os meses de maio a setembro). A bacia do Igarapé Judia está situada em uma área de relevo de topo convexo separado por vales em forma de “U” com fundos planos e fraca dissecação, prevalecendo as características aplainadas com depósitos de sedimentos pliopleistocênicos da Formação Solimões, de idade Cenozóica recoberta por uma seqüência de ambiente tipicamente continental fluvial (BRASIL, 1976a apud SANTOS, 2013). Segundo Latrubesse (1996), quase a totalidade da Amazônia Ocidental está coberta por sedimentos cenozóicos, principalmente silto-argilosos e arenosos em menor proporção. As características desses sedimentos levaram Rego (1930) a denominar a área, originalmente, de Formação Solimões porque os sedimentos afloram ao longo dos rios desta bacia,

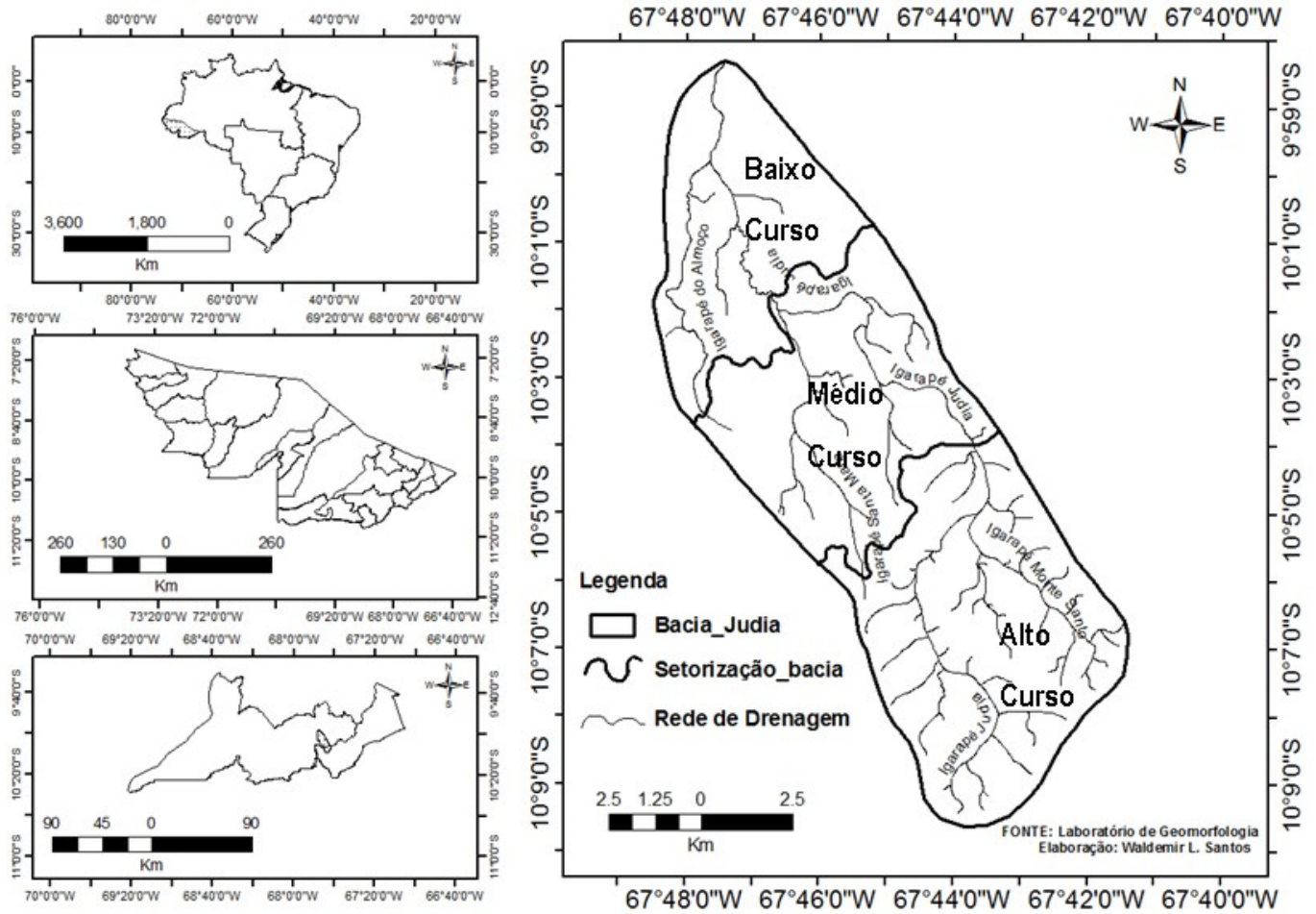
ocorrendo também nos cortes de estradas expostos, compostos por duas associações deposicionais, uma de alta e outra de baixa energia. Foram selecionados 11 (onze) pontos amostrais, sendo 9 (nove) em cobertura de pastagem e 2 (dois) de floresta. Os pontos de coleta foram distribuídos ao longo da bacia, do topo até sua base, abrangendo todos os setores da mesma. Para selecioná-los, seguindo metodologia proposta por Augustin (1997), foram medidas as declividades ao longo de transectos, com o uso de 3 balizas de 2 m, locadas a cada 20 m de distância e um clinômetro Suunto de leitura direta. Com as leituras de declividade realizadas, definiu-se os pontos amostrais nas porções centrais dos segmentos com declividades mais homogêneas, onde foram abertos e descritos os perfis, seguindo procedimentos de Santos et al. (2005), com a coleta de 37 amostras de solo. No Laboratório de Fertilidade de Solos da UFAC, foram analisadas: textura, porosidade total, pH, matéria orgânica, Ca, Mg, K, Na, Al e Al saturado e a separação da fração argila para Difractometria de Raio-X. A classificação dos solos da bacia foi realizada com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018). A análise da Difractometria de Raio-X (DRX) da fração argila foi realizada no Centro de Pesquisa Manoel Teixeira da Costa (CPMTC), do Instituto de Geociências/UFMG, aonde a leitura foi feita conforme metodologia adotada por este, com equipamento de difratometria X'PertPRO, da marca Panalytical, com fendas 0,6mm e tubo de raios-X de cobre (Cu) cujo comprimento de onda (λ) = 1,540619 Å.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, os solos do estado do Acre são bastante diversificados, seja pela existência de processos pedogenéticos acelerados, em função das características biofísicas da região, seja pelas suas características morfogenéticas, uma vez que esta fez parte de uma bacia de deposição de sedimentos inconsolidados, com predomínio de formas aplainadas, o que influenciou na formação e desenvolvimento dos solos. Os Argissolos, que correspondem a 32,9% das ocorrências na Amazônia onde o predomínio é, no entanto, dos Latossolos (41,1% da área total), cobre 63,9% do estado do Acre, são encontrados na área de estudo, com características semelhantes aos de âmbito regional. Na bacia do igarapé Judia, a situação não é muito diferente da condição regional, tendo sido detectadas cinco grandes manchas de ocorrência de solos distribuídos na sequência decrescente: Argissolos, Plintossolos, Cambissolos, Latossolos e Neossolos Flúvicos associados a Gleissolos. É possível verificar, a partir da localização e das características das formas do relevo, declividade e altimetria das áreas de ocorrência dos solos, que a bacia encontra-se dividida em 3 (três) pedoambientes bem definidos. Mostra que na alta porção a maior ocorrência é a dos Argissolos e Latossolos, formando as áreas de cabeceira da bacia, com relevo plano a suave ondulado e declividades entre 0 e 8%. Na porção média, há domínio dos Cambissolos e Plintossolos. Os primeiros são típicos das formas moderadamente onduladas a onduladas, com declividades entre 12 e 20%, e os segundos, de relevo planos a suave-ondulados com declividades entre 0 e 8%. Na baixa porção, detectou-se a presença de manchas de Plintossolos, Argissolos, Cambissolos e Neossolos Flúvicos associados aos Gleissolos. À exceção destes últimos, que ocorrem na planície de inundação do rio Acre (nível de base local), com predomínio relevo plano (declividades entre 0 e 3%), os demais ocorrem nos terraços constituídos por depósitos aluvionares, com declividades de 8 a 12%. Considerando toda a bacia, a maior ocorrência é dos Argissolos (35,73%), seguida dos Plintossolos (33,84%) e Cambissolos (18,99%). Os Latossolos apresentam-se restritos à 9,29% da área da bacia. A distribuição espacial dos tipos de solos na área de estudo sugere, portanto, uma relação com o relevo correspondente, que varia de suave a moderadamente ondulado, conforme os perfis de localização. Guarda, também, relação direta com o material de origem da Formação Solimões. Em todos os perfis analisados, a distribuição granulométrica das partículas demonstra que a fração argila tende a aumentar da superfície para a subsuperfície, em detrimento das demais frações (areia e silte) que apresentam diminuição, o que é comum em solos tropicais úmidos. Os resultados do pH indicam que os solos da bacia são ácidos, com valores de pH variando de 3,8 a 6,3, com os menores valores nas áreas de topo e alta vertente diminuindo nas baixas porções da bacia. Os valores de pH são inversamente proporcionais aos valores de Al^{3+} , apresentando correlação negativa ($r = -0,51$) evidenciando a dominância de cargas superficiais líquidas negativas no pH do solo. O mesmo comportamento foi detectado nos perfis individuais nos quais o pH manteve tendência a aumentar em profundidade, o que, possivelmente, está relacionado com os valores de matéria orgânica que também diminuem na mesma proporção. Os valores da soma de bases dos solos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e

Na⁺), de acordo com os limites utilizados pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da UFAC, foram considerados baixos (< 2,0 cmolc/dm³), com tendência a decrescer com a profundidade, exceto no perfil nº 6, que apresentou valor de 2,91 cmolc/dm³. Nos perfis localizados na baixa porção da bacia (nºs. 9, 10 e 11) foram detectados os menores valores de soma de bases, possivelmente em função de processos de hidromorfismo, considerando-se a superficialidade do lençol freático, associados à característica argilosa do solo, que retém o Al³⁺ e ocasiona a perda das bases, principalmente de Ca²⁺, tornando-os pobres em nutrientes e bastante ácidos e álicos (saturação de alumínio > 50%). Os teores de Al³⁺ foram elevados (> 0,2 cmolc/dm³), apresentando correlação positiva com a fração argila (r = 0,72), bem como com a capacidade de troca catiônica (CTC) (r = 0,92), também apresentaram tendência de aumento com a profundidade. Corroborando esses dados, os maiores valores de Al³⁺ foram registrados nos perfis de solos mais argilosos, localizados em parte da média para a baixa porção da bacia do Igarapé Judia. Nesses perfis, foram registrados baixos teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e pH, verificando-se a baixa mobilidade do Al³⁺ frente aos demais cátions, em razão da sua carga iônica e da alta eletronegatividade da argila. Os dados também fortalecem o papel das características mineralógicas da fração argila nestes perfis que permite a lixiviação dos cátions de menor valência em função da composição da caulinita, constituída basicamente por sílica e alumínio. Os valores de Ca²⁺ foram considerados baixos (< 1,5 cmolc/dm³), conforme os limites estabelecidos pelo Laboratório de Fertilidade de Solos da UFAC (tab. 4). As ocorrências de teores maiores foram proporcionadas pela presença da matéria orgânica, notadamente nas camadas superficiais dos solos, com exceção do solo do perfil 3 (Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico), que apresentou correlação forte e positiva do Ca²⁺ com os teores de argila (r = 0,99) e negativa com a matéria orgânica (r = -0,67). A bacia em estudo apresentou, portanto, gradientes bem definidos em relação às variáveis analisadas. Da sua alta para a baixa porção, os solos são acrescidos em características de acidez, com a diminuição do pH. No entanto, Wadt (2002) defende que não devem ser utilizados somente os valores de Al³⁺ como índice de acidez para os solos do Acre, uma vez que se deve considerar haver um balanço positivo quando os valores de Al³⁺ são comparados com os valores de Ca²⁺, que também tendem a apresentar-se elevados, o que resulta, dessa forma, na desnecessária correção do solo para uso na agricultura. Portanto, os valores de Ca²⁺ foram considerados baixos nos solos ora pesquisados, com baixos valores de pH, enquanto o Al³⁺ apresentou-se, elevado, assemelhando-se ao comportamento da maioria dos solos amazônicos, resultante da perda das principais bases (Ca, Mg e K), o que resulta na condição de acidez pelos valores elevados de Al³⁺, condições estas associadas às características cauliniticas dos solos. Observou-se um comportamento da concentração de Al³⁺ e Ca²⁺ nos solos pesquisados ao longo do igarapé da Judia, com a identificação de um gradiente da alta para a baixa porção da bacia sendo, que, no primeiro caso, há uma diminuição com a altura do relevo, enquanto no segundo, é encontrada uma situação inversa. Dessa forma, o nível de fertilidade natural dos solos é baixo, com sérios problemas nutricionais e de alta toxicidade por alumínio extraível (> 0,2 cmolc/dm³), fatores que limitam o uso dos Latossolos e Argissolos, enquanto nos Plintossolos e Neossolos/Gleissolos, além da baixa fertilidade natural e alto nível de toxicidade do alumínio, ocorre ainda uma drenagem deficiente. Os dados de difratometria da fração argila dos solos vêm confirmar o grau de evolução dos mesmos e dar respostas mais embasadas sobre a sua composição mineralógica. Os dados indicam a predominância de caulinita na maioria das amostras dos solos da porção superior da bacia (setor A), seguidas, por vezes, de quartzo, goethita e ilita. Pela composição mineralógica visualizada no âmbito da bacia, detectou-se que esses solos são constituídos de material mais antigo, altamente intemperizado com predominância de argilas do tipo 1:1 (caulinita e gipsita), refletindo a sequência mineralógica acima citada.

Figura 1 - Localização da área de estudo

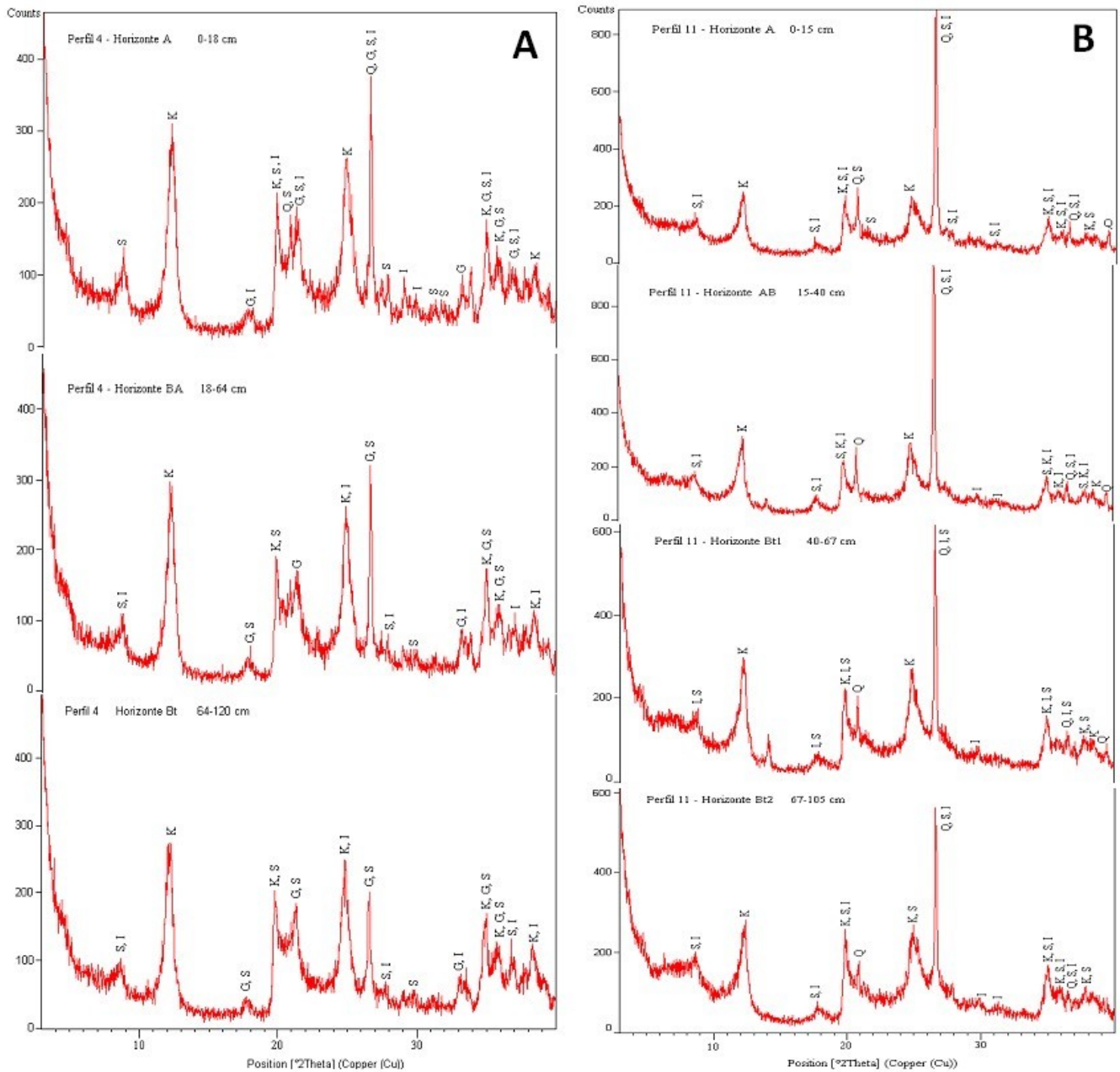


Classes, relevo e perfil de localização da coleta de amostras de solo

Nº	CLASSE DE SOLO	CV	R/D	Perfil da vertente
01	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos	P	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	
02	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos	F	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	
03	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos típicos	P	Moderadamente ondulado a ondulado (12 a 20%)	
04	ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos típicos	P	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	
05	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Alíticos abruptos	P	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	
06	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Aluminicos abruptos	F	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	
07	CAMBISSOLOS FLÚVICOS Ta Distróficos típicos	P	Moderadamente ondulado a ondulado (12 a 20%)	
08	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Aluminicos abruptos	P	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	
09	PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Alíticos típicos	P	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	
10	CAMBISSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos	P	Moderadamente ondulado a ondulado (12 a 20%)	
11	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Alíticos plinticos	P	Plano a suave ondulado (0 e 8%)	

Demonstra-se as classes, forma da vertente e localização do ponto de coleta de amostras do solo.

Difratogramas de raios-X da fração argila do perfil nº 4 - Alta porção



Nota: K = Caulinita; S = Sericita; G = Goethita; I = Ilita, Q = Quartzo.

Demonstra-se a presença da caulinita em todas as amostras de solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento da pesquisa, foi dado um passo importante para o conhecimento do meio físico e seus impactos sobre os solos na área de estudo. Isto, porque análises mais profundas no que se refere à dinâmica da composição dos solos, pode, e deve, subsidiar o entendimento dos efeitos do uso e ocupação da terra das bacias de drenagem no sudoeste amazônico. O fato, por exemplo,

de haver predomínio de pastagem na bacia de drenagem do Igarapé da Judia, pode estar associado às condições geomorfopedológicas da área, que apresenta características que dificultam o desenvolvimento, por exemplo, da agricultura em larga escala, em função da baixa fertilidade dos solos. Conforme demonstrado, os solos caracterizam-se como estruturalmente frágeis, e quimicamente pobres. Nesta região, cujas características gerais são de relevo com declividade de moderada a baixa e de condições de alta pluviosidade e temperatura, há intensa lixiviação de nutrientes e sílica. O que resta são solos cauliniticos, típico de material original muito intemperizado de regiões quentes e úmidas, com predomínio de elementos químicos pouco solúveis, como o Al e o Fe, baixos valores de pH, bem como da soma de bases. Dessa maneira, requerem manejo adequado quanto ao seu uso e ocupação, pois além de muito pobres em nutrientes, são também relativamente susceptível à ação de processos erosivos. As análises de Difratometria de Raios-X (DRX), indicam a predominância do argilomineral caulinita. Conclui-se que a temática e metodologia desenvolvidas nesta pesquisa mostraram importante contribuição para que o entendimento das condições hidroecogeomorfológicas de outras bacias da região amazônica possam ser conhecidas, especialmente considerando o avanço dos núcleos urbanos e atividades rurais, nos dias atuais.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre e ao Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ACRE, Estado do. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente - documento final - v. 1. Rio Branco: SECTMA, 2000.
- ALLEONI, L.R.F., CAMARGO, O.A., CASAGRANDE, J.C., SOARES, M.R. Química dos solos altamente intemperizados. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. (Eds.). Química e mineralogia do solo. Viçosa, MG: SBCS, 2009.
- ARAÚJO, E.A., AMARAL, E.F., WADT, P.G.S., LANI, J.L. Aspectos gerais dos solos do Acre com ênfase ao manejo sustentável. In: WADT, P.G.S. (Ed.) Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre. Rio Branco: EMBRAPA/AC, 2005.
- AYOADE, J.O. Introdução à climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- BALDECK, C.A.; HARMS, K.E.; YAVITT, J.B. et al. Soil resources and topography shape local tree community structure in tropical forests. *Proc. R. Soc. B*, 280, p. 20122532, 2013.
- BARBOSA, V.C.C.; AUGUSTIN C.H.R.R. Estudo preliminar da variação de micro-formas e da cobertura vegetal na geração do runoff e perda de solo em vertente do município de Gouveia/MG. *Geonomos*, v. 8, n. 2, p. 1-7, 2000.
- BLOOM, A.L. Superfície da Terra. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.
- BORTOLUZZI, E.C.; PERNES, M.; TESSIER, D. Interestratificado caulinita-esmectita em um argissolo desenvolvido a partir de rocha sedimentar do sul do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:1291-1300, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600008>> Acesso em: 10 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 19 – Rio Branco: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 15, 1976a.
- _____. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA 21 – Santarém: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 10, 1976b.

_____. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB 19 – Juruá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 15, 1977.

_____. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA 20 – Manaus: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 18, 1978.

BRINKMAN, R. Ferrollysis, a hidromorphic soil formig process. *Geoderma*, v.3, p.199-206, 1970.

CALDERANO, S.B., CARVALHO FILHO, A., GREGORIS, G. Mineralogia da fração da argila dos solos da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos no estado do Acre. In: 9ª REUNIÃO BRASILEIRA DE CLASSIFICAÇÃO E CORRELAÇÃO DE SOLOS. Rio Branco, Acre: SBSC, 2010.
CALDERANO, S.B.; CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J.F.; GREGORIS, G. Ocorrência de argilomineral interestratificado caulinita-esmectita em solos do Acre. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: Uberlândia, MG, agosto de 2010.

CATTANEO, A. Regional comparative advantage, location of agriculture, and deforestation in Brazil. *J. Sustain. Forest*, v. 27, p. 21-28, 2008.

CHAPMAN, S.L., HORN, M.E. Parent material uniformity and origin of silt soils in northwest Arkansas based on zirconium-titanium contents. *Soil Science Society of American Proceedings*, v. 32, nº. 2, p. 265-271, 1968.

CINTRA; B.B.L.; SCHIETTI, J.; EMILLIO, T.; MARTINS, D.; MOULATLET, G.; SOUZA, P.; LEVIS, C.; QUESADA, C.A.; SCHÖNGART, J. Soil physical restrictions and hydrology regulate stand age and wood biomass turnover rates of Purus--Madeira interfluvial wetlands in Amazonia. *Biogeosciences*, v. 10, p. 7759-74, 2013.

COELHO, M.R., LUMBRERAS, J.F., SANTOS, H.G., DART, R.O., LIMA, J.A.S. Atributos químicos e granulometria dos solos da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos do Estado do Acre: Um enfoque pedológico. In: 9ª REUNIÃO BRASILEIRA DE CLASSIFICAÇÃO E CORRELAÇÃO DE SOLOS. Rio Branco, Acre: SBSC, 2010.

CORNU, S., LUCAS, Y., AMBROSI, P., DESJARDINS, T. Transfer of dissolved Al, Fe and Si in two Amazonian Forest environments in Brazil. *Eur. J. Soil Sci.*, v. 49, p. 377-384, 1998.

CURI, N., FRANZMEIER, D.P. Toposequence of Oxisols from the Central Plateau of Brazil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 48, p. 341-346, 1984.

DEMATTÊ, J.L.I., DEMATTÊ, J.A.M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta amazônica e do cerrado do Brasil central. *Scientia Agrícola*, v. 50, nº 2, p. 272-286, 1993.

DEMATTÊ, J.L.I., HOLOWAYCHUCK, N. Solos da região de São Pedro, Estado de São Paulo, II. *Mineralogia. R. Bras. Ci. Solo*, v. 1, p. 99-103, 1977.

DINIZ, A.D.; OLIVEIRA, C.V.; AUGUSTIN, C.H.R.R. Relação solos- superfícies geomórficas na porção norte da Bacia do Ribeirão do Chiqueiro - Gouveia, MG. *Geonomos*, v. 13, ns.1-2, p.19-27, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

EMILIO, THAISE; QUESADA, C.A; COSTA, F.R.C.; MAGNUSSON, W.E.; SCHIETTI, J; FELDPAUSCH, T.R.; BRIENEN, R.J.W.; BAKER, T.R.; CHAVE, J.; ÁLVAREZ E.; ARAÚJO, A.; BÁNK, O.; CASTILHO, C.V.;

HONORIO C., E.N.; KILLEEN, T.J.; MALHI, Y.; MENDOZA, E.M.O.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D.; PARADA, G. A.; PEÑA-CRUZ, A.; RAMIREZ-ÁNGULO, H.; SCHWARZ, M.; SILVEIRA, M.; STEEGE, H.T.; TERBORGH, J.W.; THOMAS, R.; TORRES-LEZAMA, A.; VILANOVA, E.; PHILLIPS, O.L. Soil physical conditions limit palm and tree basal area in Amazonian forests. *Plant Ecology & Diversity*, v. 7, p. 215-29 2014.

FERREIRA, M.M., FERNANDES, B., CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da Região Sudeste do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 23, p. 507-514, 1999.

FIGUEIREDO, M. do A.; AUGUSTIN, C.H.R.R.; FABRIS, J.D. Mineralogy, size, morphology and porosity of aggregates and their relationship with soil susceptibility to water erosion. *Hyperfine Interactions*, v. 122, p. 177-184, 1999.

FLORES, B.M.; STAAL A.; JAKOVAC, C.C.; HIROTA, M.; HOLMGREN, M.; OLIVEIRA, R.S. Soil erosion as a resilience drain in disturbed tropical forests. 2019. *Plant Soil*. Springer.

<https://doi.org/10.1007/s11104-019-04097-8>.

FRAILEY, C., LAVINA, E., RANCY, A., SOUZA FILHO, J. A proposed Pleistocene-Holocene lake in the Amazon basin and its significance to Amazonian geology and biogeography. *Acta Amazónica*, v. 18, nºs 3-4, p. 119-143, 1988.

GAMA, J.R.N.F. Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do Estado do Acre. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Itaguaí: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1986.

GAMA, J.R.N.F., KUSABA, T., OTA, T., AMANO, Y. Influência de material vulcânico em alguns solos do Acre. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 16, nº 1, p. 103-106, 1992.

GHIDIN, A.A., MELO, V.F., LIMA, V.C., LIMA, J.M.J.C. Topossequências de latossolos originados de rochas basálticas no Paraná: II Influência dos minerais da fração argila nas propriedades físicas dos solos. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 30, p. 307-319, 2006.

GIAROLA, N.F.B., SILVA, A.P., IMHOFF, S. Relações entre propriedades físicas e características de solos na Região Sul do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 26, p. 885-893, 2002.

GOVIN, A.; CHIESSI, C.M.; ZABEL, M.; SAWAKUCHI, A.O., et al. Terrigenous input off northern South America driven by changes in Amazonian climate and the North Brazil Current retroflexion during the last 250 ka. *Clim Past.*, v. 10, p. 843-862, 2014.

GRAHAM, R.C., WEED, S.B., BOWEN, L.H., BUOL, S.W. Weathering of iron-bearing minerals in soils and saprolite on the North Carolina blue-ridge front: I – Sand-size primary minerals. *Clays and Clay Minerals*, v. 37, p. 19-28, 1989.

GRANT, W.H. Chemical weathering of biotite-plagioclase gneiss. *Clays and Clay Minerals*, v. 12, p. 455-463, 1964.

GUERRA, A.T., CUNHA, S.B. (Orgs.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, A.T., GUERRA, A.J.T. *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUILLAUME, T.; DAMRIS, M.; KUZYAKOV, Y. Losses of soil carbono by converting tropical forest to plantations: erosion and decomposition estimated by $\delta^{13}C$. *Glob. Chang. Biol.*, v. 21, p. 3548-3560, 2015.

HARDY, M. Influence of geogenesis and pedogenesis on clay mineral distribution in northern Vietnan

soils. *Soil Science*. v. 156, nº 5, p. 336-345, 1993.

HOORN, C.; WESSELINGH, F.P.; STEEGE, H. ter, et al. Amazonia Through Time: Andean Uplift, Climate Change, Landscape Evolution, and Biodiversity. *Science*, v. 330, p. 927-31, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Geociências: Cartografia. Disponível em: < <http://www.ibge.br/> >. Acesso em: 22 set. de 2010.

JOHAS, R.A.L., CLAESSEN, M.E.C., DURIEZ, M.A.M. Amorfos: Identificação por diferentes metodologias em alguns solos do Acre. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997 (Boletim de Pesquisa, 3).

JOHN, R.; DALLING, J.W.; HARMS, K.E., et al. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. *Proc. Natl. Acad. Sci*, v. 104, p. 864-9, 2007.

KÄMPF, N., CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ, V. (orgs.). *Tópicos em Ciência do Solo*. v. 3, Viçosa: SBCS, 2003.

KÄMPF, N., KLAMT, E. Mineralogia e gênese de Latossolos (Oxisols) e solos podzólicos da região nordeste do Planalto Sul-riograndense. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 2, p. 68-73, 1978.

KER, J.C. Mineralogia, sorção e desorção de fosfato, magnetização e elementos traço de latossolos do Brasil. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa: UFV, 1995.

KITAGAWA, Y., MÖLLER, M.R.F. Clay mineralogy of some typical soils in the Brazilian amazon region. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 14, nº 3, p. 201-228, 1979.

KRONBERG, B., BENCHIMOL, R.E., BIRD, I. Geochemistry of Acre subasin sediments: window on Ice-Age Amazonia. *Interciência*, v. 16, nº 3, p. 138-141, 1991.

LABRIÈRE, N.; LOCATELLI, B.; LAUMONIER, Y.; FREYCON, V.; BERNOUX, M. Soil erosion in the humid tropics: a systematic quantitative review. *Agric Ecosyst Environ*, v. 203, p. 127-139, 2015.

LATRUBESSE, E.M. (Coord.). *Southwestern Amazonia Paleo-And Neoclimates*. Rio Branco: UFAC/ Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia, 1996. 89p. (Conferência de Campo).

LEPSCH, I.F. 19 Lições de Pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

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

LOPES, O.M.N., RODRIGUES, T.E., OLIVEIRA JUNIOR, R.C. Determinação de perdas de solo, água e nutrientes em latossolo amarelo argiloso do nordeste paraense. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Boletim de Pesquisa, 19), 1999.

LUCAS, Y., LUIZÃO, F.J., CHAUVEL, A., ROUILLER, J., NAHON, D. The relation between biological activity of the rain Forest and mineral composition of soils. *Science*, v. 260, p. 521-523, 1993.

LUIZÃO, R.C.; LUIZÃO, F.J.; PAIVA, R.Q.; MONTEIRO, T.F.; SOUSA, L.S.; KRUIJT, B. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. *Glob Chang Biol*, v. 10, p. 592-600, 2004.

MARTINS, J.S. Pedogênese de Podzólicos Vermelho-Amarelos do Estado do Acre, Brasil. Dissertação (Mestrado em Agropecuária Tropical). Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1993.

- MELO, V.F., ALLEONI, L.R.F. (Eds.). Química e mineralogia do solo. Viçosa, MG: SBCS, 2009.
- MELO, V.F., MOURA, R., TOLEDO, F.H., LIMA, V.C., GHIDIN, A.A. Morfologia de agregados de Latossolos Bruno e Vermelho localizados no estado do Paraná, avaliada por imagens obtidas em escâner. R. Bras. Ci. Solo, v. 32, p. 85-99, 2008.
- MELO, V.F., SINGH, B., SCHAEFER, C.E.G.R., NOVAIS, R.F., FONTES, M.P.F. Chemical and mineralogical properties of kaolinite-rich Brazilian soils. Soil Sci. Soc. Am. J., v. 65, p. 1324-1333, 2001.
- MERTES, L.A.K.; DUNNE, T.; MARTINELLI, LA. Channel-floodplain geomorphology along the Solimões-Amazon River, Brazil. Geol Soc Am., v. 108, p. 1089-107, 1996.
- MESSIAS-MARTINS, R.; AMORIM, M.A.F.; AUGUSTIN, C.H.R.R.; AZEVEDO, P.A.A. Relação entre forma da vertente, cobertura superficial e sítios geomorfológicos na bacia do ribeirão do Chiqueiro, Depressão de Gouveia, Serra do Espinhaço Meridional – MG. Geonomos, v. 21, n.2, p. 38-45, 2013.
- MÖLLER, M.R.F., KITAGAWA, Y. Mineralogia de argilas em Cambissolos do Sudoeste da Amazônia Brasileira. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1982 (Boletim de Pesquisa, 34).
- MONIZ, A.C., JACKSON, M.L. Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and state. Wisconsin, 1967. (Soil Science Report, 212).
- NASCIMENTO, E.J. Alterações mineralógicas e distribuição de metais traços em perfis de argissolos desenvolvidos de argilitos e folhelhos na região de Piracicaba-SP. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal de Minas Gerais: Instituto de Geociências, 2007.
- NEPSTAD, D.C.; STICKLER, C.M.; SOARES-FILHO, B.; MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. Phil. Trans. R. Soc. B. doi:10.1098/rstb.2007.0036. Published online p: 1-10. 2007.
- NEVES, W.V.; AUGUSTIN, C.H.R.R.; ARANHA, P.R.A.; OLIVEIRA, F.S. Mecanismos da dinâmica hidrogeomorfológica em bacia de drenagem ocupada por vereda, norte de Minas Gerais. Universidade Federal do Piauí. Revista Equador, Ed. Especial 2, v. 4:3, p. 394-401, 2015.
- NEVES, W.V.; MENEZES, E.P.; DE OLIVEIRA, F.S.; AUGUSTIN, C.H.R.R.; ARANHA, P.R. ANTUNES. Estudo das coberturas superficiais na interface cerrado-vereda no norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v.16, n.3, p. 351-367, Jul-Set 2015b.
- NWADIALO, B.E., LIETZKE, D.A. Mineralogy and weathering of soils in the Tennessee Copper basin. Soil Sci., v. 147, p. 162-173, 1989.
- PEDROTTI, A., FERREIRA, M.M., CURI, N., SILVA, M.L.N., LIMA, J.M., CARVALHO, R. Relação entre atributos físicos, mineralogia da fração argila e formas de alumínio no solo. R. Bras. Ci. Solo, v. 27, p. 1-9, 2003.
- PHILLIPS, O.L.; VARGAS, P.N.; MONTEAGUDO, A.L., et al. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. J. Ecol., v. 91, p. 757-75, 2003.
- PINHEIRO-DICK, D., SCHWERMANN, U. Características químicas, mineralógicas e morfológicas de microagregados de oxissolos. In: Anais do CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. 1995, Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 262-264, 1995.
- PINTO, O.C.B., YAHNER, J.E., ROTH, C.B. Natureza e formação de caulinita em forma de pseudomorfa, em solos de Viçosa, Minas Gerais. Experientiae, v. 13, p. 383-421, 1972.

- QUESADA, C.A.; LLOYD, J. Soil-Vegetation Interactions in Amazonia. In: Nagy, L.; Artaxo, P.; Forsberg, B.R. (Eds). *Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin*. Springer. 2016.
- QUESADA, C.A.; LLOYD, J; ANDERSON, L.O., et al. Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. *Biogeosciences*, v. 8, p. 1415–40, 2011.
- QUESADA, C.A.; PHILLIPS, O.L.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C.I.; BAKER, T.R.; PATIÑO, S.; FYLLAS, N.M.; HODNETT, M.G.; HERRERA, R.; ALMEIDA, S.; ALVAREZ DÁVILA, E.; ARNETH, A.; ARROYO, L.; CHAO, K.J.; DEZZEO, N.; ERWIN, T.; L.; DI FIORE, A.; HIGUCHI, N.; HONORIO CORONADO, E.; JIMENEZ, E.M.; KILLEEN, T.; LEZAMA, A.T.; LLOYD, G.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, G.; LUIZÃO, F.J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D.A.; NÚNEZ VARGAS, P.; PAIVA, R.; PEACOCK, J.; PENUELA M.C.; PENA CRUZ A.; PITMAN, N.; PRIANTE FILHO, N.; PRIETO, A.; RAMIREZ, H.; RUDAS, A.; SALOMAO, R.; SANTOS, A.J.B.; SCHMERLER, J.; SILVA, N.; SILVEIRA, M.; VASQUEZ, R.; VIEIRA, I.; TERBORGH, J.; LLOYD, J. Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate. *Biogeosciences*, v. 9, n. 6, p. 2203–2246. 2012. <https://doi.org/10.5194/bg-9-2203-2012>.
- REBERTUS, R.A., WEED, S.B., BUOL, S.W. Transformations of biotite to kaolinite during saprolite-soil weathering. *Soil Sci Soc. Am J.*, v. 50, p. 810-819, 1986.
- REGO, L.F. de M. *Notas sobre a Geologia do Território do Acre e da Bacia do Javari*. Manaus: Imp. C. Cavalcanti, 1930. 45 p.
- RESENDE, M., CURTI, N., KER, J.C., REZENDE, S.B. *Mineralogia de solos brasileiros: Interpretação e aplicações*. Lavras: UFLA, 2005.
- RIBEIRO NETO, M.A. *Caracterização e gênese de uma topossequência de solos do município de Sena Madureira – Acre*. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Recife: UFRPE, 2001.
- RIGHI, D., TERRIBILE, F., PETIT, S. Pedogenic formation of kaolinite-smectite mixed layers in a soil topossequence developed from basaltic parent material in Sardinha (Italy). *Clays and Clay Minerals*, v. 47, p. 505-514, 1999.
- RODRIGUES, L., BICUDO, D.C. Limnological characteristics comparison in three systems with different hydrodynamic regime in the upper Paraná river floodplain. *Acta Limnol. Bras.* v. 13, nº 1, p. 39-49, 2001.
- RODRIGUES, T.E., GAMA, J.R.N.F., SILVA, J.M.L., VALENTE, M.A., SANTOS, E.S., ROLIM, P.A.M. *Caracterização e classificação de Solos do Município de Senador Guimard, Estado do Acre*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Documentos 166), 2003.
- RODRIGUES, T.E., OLIVEIRA JUNIOR, R.C., SILVA, J.M.L., VALENTE, M.A., CAPECHE, C. *Características físico-hídricas dos principais solos da Amazônia Legal. I. Estado do Pará*. Belém: Embrapa SNLCS, 1991.
- RODRIGUES, T.E., SILVA, B.N.R., FALESI, I.C., REIS, R.S., MORIKAWA, I.K., ARAÚJO, J.V. *Solos da rodovia PA-70: trecho Belém- Brasília-Marabá*. Belém: IPEAN (IPEAN, Boletim Técnico, 60), 1974.
- RODRIGUES, T.E., SILVA, J.M.L., CORDEIRO, D.G., GOMES, T.C.A., CARDOSO JÚNIOR, E.Q. *Caracterização e Classificação dos Solos do Campo Experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, Estado do Acre*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Documentos, 122), 2001.
- RODRIGUES, T.E., SILVA, R.C., SILVA, J.M.L., OLIVEIRA JÚNIOR, R.C., GAMA, J.R.N.F., VALENTE, M.A. *Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

SANTOS R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Embrapa, Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005. 92 p.

SANTOS, W.L. Dinâmica hidroecogeomorfológica em bacia de drenagem: efeitos do uso e ocupação da terra no sudoeste amazônico – Acre – Brasil. 289f. 2013. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. IGC/UFMG, 2013.

SANTOS, W.L. O processo de urbanização e impactos ambientais em bacias hidrográficas: o caso do Igarapé Judia-Acre-Brasil. 165f. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2005.

SANTOS, W.L.; AUGUSTIN, C.H.R.R. Water and sediment loss through runoff in areas of forest and pasture cover in southwestern Amazonia – Acre – Brazil. *Zeitschrift für Geomorphologie*, v. 59, Suppl. 2, p. 23-39, Stuttgart, June 2015.

SCHIETTI, J.; EMILIO, T.; RENNÓ, C.D., et al. Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in na Amazonian rainforest. *Plant Ecol. & Divers*, v. 7, p. 241-53, 2014.

SCHULTZ, L.G., SHEPARD, A.O., BLACKMON, P.D., STARKEY, M.C. Mixed-layer kaolinite-montmorillonite from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Clays and Clay Minerals*, v. 21, p. 137-150, 1971.

SCHWERTMANN, U., KÄMPF, N. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils of Southern and Central Brazil. *J. Soil Sci.*, v. 139, p. 344-350, 1985.

SILVA, F.A.M., BROWN, I.F., AMARAL, E.F. Estudos do impacto do uso da terra sobre os estoques de nutrientes dos solos em diferentes ecossistemas no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa, MG. Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 2, p. 619-621, 1995.

SILVA, J.M.L. Caracterização e classificação de solos do Terciário no nordeste do Estado do Pará. (Dissertação de Mestrado). Itaguaí: UFRRJ, 1989.

SILVA, J.R.T. Solos do Acre: Caracterização Física, Química e Mineralógica e Adsorção de Fosfato. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 1999.

SINGH, B., GILKES, R.J. Properties of soil kaolinites from south-western Australia. *J. Soil Sci.*, v. 43, p. 645-667, 1992.

SRODON, J. Synthesis of mixed-layer kaolinite/smectite. *Clays and Clay Minerals*, v. 28, p. 419-424, 1980.

SUMMERFIELD, M.A. *Global Geomorphology – An introduction to the study of landforms*. Longman Singapore Publishers Ltd. Singapore, 1991.

TOMASELLA, J.; HODNETT, M.G.; CUARTAS, L.A., et al. The water balance of an Amazonian micro-catchment: the effect of interannual variability of rainfall on hydrological behaviour. *Hydrol. Process*, v. 22, p. 2133-47, 2008.

TUOMISTO, H.; DONINCK, J. VAN, RUOKOLAINEN, K, et al. Discovering floristic and geocological gradients across Amazonia. *J. Biogeogr.*, v. 46, p. 1734-1748, 2019.

UEHARA, G., GILLMAN, G.P. The mineralogy, chemistry and physics of variable charge soils. West View Press. Boulder, 1981.

UNITED NATIONS SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK (UN-SDSN). Geology and geodiversity of the Amazon. In: Geological History and Geodiversity of the Amazon, Three billion years of history. Science Panel for the Amazon (SPA), Amazon Assessment Report,1, 2021. 38p. website: theamazonwewant.org.

VAL, P.; SILVA, C.; HARBOR, D.; MORALES, N.; AMARAL, F.; MAIA, T. Erosion of an active fault scarp leads to drainage capture in the Amazon region, Brazil. Earth Surf Process Landforms, v. 39, p. 1062–74, 2014.

WADT, P.G.S. Manejo de solos ácidos do Estado do Acre. Rio Branco, AC: EMBRAPA-ACRE, 2002. 28 p.

WANDERLEY- FILHO, J.F.; CRUZ CUNHA, J.R.; EIRAS, P.R. da; VEN P.H. van der. The Paleozoic Solimões and Amazonas basins and the Acre foreland basin of Brazil. In: Amazonia: Landscape and Species Evolution: A look into the past. Wiley-Blackwell Publishing Ltd Oxford. 2010.

WITTMANN ,H.; BLANCKENBURG, F. von; MAURICE, L., et al. Sediment production and delivery in the Amazon River basin quantified by in situ--produced cosmogenic nuclides and recent river loads. Bulletin, v. 123, p. 934–50, 2011.