







## Caracterização de perfis geológicos desenvolvidos em geoambientes da Formação Cruzeiro do Sul, Amazônia sul-ocidental

### Characterization of geological profiles developed in geoenvironments of the Cruzeiro do Sul Formation, southwestern Amazon

Caline Pereira da Silva<sup>1</sup>  | Edson Alves de Araújo<sup>1</sup>  | Jessé de França Silva<sup>1</sup>  |  
Willian Carlos de Lima Moreira<sup>11</sup>  | Francisco Ricardo Negri<sup>1</sup>  | Wilber Moacir Souza Oliveira<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal do Acre. *Campus Floresta*. Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil

<sup>11</sup>Universidade Federal do Acre. *Campus Sede*. Rio Branco, Acre, Brasil

**Resumo:** O presente trabalho objetivou realizar a caracterização de atributos morfológicos, físicos e químicos de solos originados da Formação Cruzeiro do Sul, no Vale do Juruá, Acre. Para a descrição morfológica, cinco perfis geológicos foram selecionados e as análises física (granulometria) e químicas (pH em H<sub>2</sub>O, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> e matéria orgânica) foram realizadas por meio de amostras dos horizontes e das camadas correlatas. Os solos apresentaram intenso aprofundamento do manto de intemperismo, com predominância das cores alaranjadas e amareladas associadas aos matizes 5 YR, 7.5 YR e 10 YR. A textura franco-argilo-arenosa a arenosa foi predominante, com maiores proporções de areia fina em subsuperfície. A acidez variou de média a elevada, com pH entre 4,6 a 5,2. Os valores das bases trocáveis foram baixos, indicando a pobreza química do material de origem associado à textura arenosa, resultando na baixa fertilidade natural. A textura arenosa também refletiu em baixos teores de matéria orgânica. Os teores de Al<sup>3+</sup> chegaram a 12,05 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, sendo considerados limitantes para o desenvolvimento vegetal. A capacidade de troca de cátions apresentou correlação positiva com o Al<sup>3+</sup> e com a acidez trocável. Os solos originários de sedimentos da Formação Cruzeiro do Sul apresentam baixa fertilidade natural.

**Palavras-chave:** Intemperismo. Pedogênese. Vale do Juruá.

**Abstract:** The diversity of soils and environments in the Amazon demands studies that improve the information with regard to their use and management. The objective of this study was to characterize the morphological, physical and chemical attributes of soils originating from the Cruzeiro do Sul Formation, in the Juruá Valley, Acre. Five geological profiles were selected and physical (granulometry) and chemical analyses (pH in H<sub>2</sub>O, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> and organic matter) were conducted, and samples of horizons and related layers were obtained. The soils showed intense deepening of the mantle of weathering, with predominance of orange and yellowish colors associated with 5 YR, 7.5 YR and 10 YR hues. Sandy clay-sandy texture was predominant, with higher proportions of fine sand at subsurface level. Acidity ranged from medium to high, with pH between 4.6 and 5.2. The levels of exchangeable bases were low, indicating the chemical poverty of the source material associated with sandy texture. The sandy texture also reflected in low levels of organic matter. Al<sup>3+</sup> contents reached 12.05 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, which may generate phytotoxicity for plant development. CTC showed a positive correlation with Al<sup>3+</sup> and exchangeable acidity. The soils originating from sediments of the Cruzeiro do Sul Formation present low natural fertility.

**Keywords:** Weathering. Pedogenesis. Juruá Valley.

---

SILVA, C. P., E. A. ARAÚJO, J. F. SILVA, W. C. L. MOREIRA, F. R. NEGRÍ & W. M. S. OLIVEIRA, 2021. Caracterização de perfis geológicos desenvolvidos em geoambientes da Formação Cruzeiro do Sul, Amazônia sul-ocidental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 115-127. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.304>.

Autor para correspondência: Edson Alves de Araújo. Universidade Federal do Acre. *Campus Floresta*. Estrada do Canela Fina, km 12. Cruzeiro do Sul, AC, Brasil. CEP 69980-000 (earaujo.ac@gmail.com).

Recebido em 08/05/2020

Aprovado em 11/11/2020

Responsabilidade editorial: Milena Marília Nogueira de Andrade



## INTRODUÇÃO

A heterogeneidade de solos e ambientes amazônicos resulta na demanda elevada por informações que subsidiem seus usos e manejo de forma racional. Entretanto, as particularidades inerentes à região, como o acesso aos locais, geram dificuldades ao desenvolvimento de estudos pedológicos. Adicionalmente, nos trabalhos direcionados à caracterização de solos na região, é essencial considerar, além das práticas de manejo – que, por sua vez, também resultam em alterações pedoambientais –, os aspectos intrínsecos à sua gênese e aos fatores e aos processos que regulam o intemperismo do solo.

No estado do Acre, cuja área territorial abrange 164.220 km<sup>2</sup> (4% da Amazônia Legal), em termos geológicos, predominam sedimentos cenozoicos da Formação Solimões, constituída essencialmente de argilitos e siltitos finamente laminados e maciços, contendo lentes de linhitos e turfa, concreções carbonáticas, gipsíferas e menor conteúdo de areia, que originaram solos com baixo grau de desenvolvimento pedogenético (Bernini *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2006). A partir dos estudos conduzidos por IBGE (1994), Cavalcante (2005, 2006, 2010) e Bahia (2015), parte da formação geológica antes denominada na região do Juruá como pertencente à Formação Solimões foi designada como Formação Cruzeiro do Sul.

A Formação Cruzeiro do Sul, depositada no período Quaternário (1,8 Ma), ocupa área de 3.115 km<sup>2</sup> na regional do Vale do Juruá, na porção sudoeste da cidade de Cruzeiro do Sul, na confluência entre os rios Moa e Juruá, conforme Cavalcante (2010). Ainda segundo esta autora, estes materiais são oriundos de sedimentos arenosos da época do Pleistoceno, depositados por correntes fluviais, fluviolacustres e em leques aluviais, compostos por arenitos finos, friáveis maciços, argilosos, com intercalação de argilitos.

Apesar dos avanços nos estudos pedológicos no território amazônico nos últimos anos, com ênfase ao Acre, o maior acervo de informações que subsidiam o uso e o manejo dos solos na região foi gerado de solos de natureza sedimentar da Formação Solimões

(Lima *et al.*, 2006; Salimon *et al.*, 2007; Araújo *et al.*, 2011; Bernini *et al.*, 2013). Quanto aos solos originados a partir da Formação Cruzeiro do Sul, estes carecem de informações que contribuam para o entendimento de seus atributos (morfológicos, físicos e químicos), do intemperismo e da evolução da paisagem, os quais geram incertezas quanto às suas potencialidades e restrições para o uso agrícola, pecuário e florestal.

Nesse contexto, conhecer a gênese dos solos e dos atributos de depósitos desenvolvidos a partir da Formação Cruzeiro do Sul torna-se um passo importante na elaboração e recomendação de estratégias de uso e manejo, pois a natureza dos sedimentos pode ser o fator determinante de suas características físicas, químicas e mineralógicas.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar os atributos morfológicos, físicos e químicos de solos originados de sedimentos da Formação Cruzeiro do Sul, a partir do exame de perfis geológicos, na regional do Vale do Juruá, Amazônia sul-ocidental.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Cruzeiro do Sul, Acre, e nos arredores, na regional do Vale do Juruá (Figura 1). A região está situada sob a unidade geomorfológica Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul, caracterizada por altitudes que variam de 150 a 270 m, relevo tabular com suaves declives, com exceção da porção oeste, caracterizada por relevo ondulado a forte ondulado (Acre, 2010). O clima da região é do tipo equatorial quente e úmido, com temperatura média anual em torno de 24,5 °C (Acre, 2006) e precipitações pluviométricas elevadas (média anual de 2.109 mm) (Moreira *et al.*, 2019).

A área de estudo está sob a formação geológica Cruzeiro do Sul, cujo material sedimentar predominante é de natureza arenosa, com transição para materiais pelíticos (argilitos) (Cavalcante, 2010). As principais classes de solo que ocorrem nos locais de estudo são os Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Amarelos, além de Latossolos Amarelos (Acre, 2010; Amaral *et al.*, 2013).

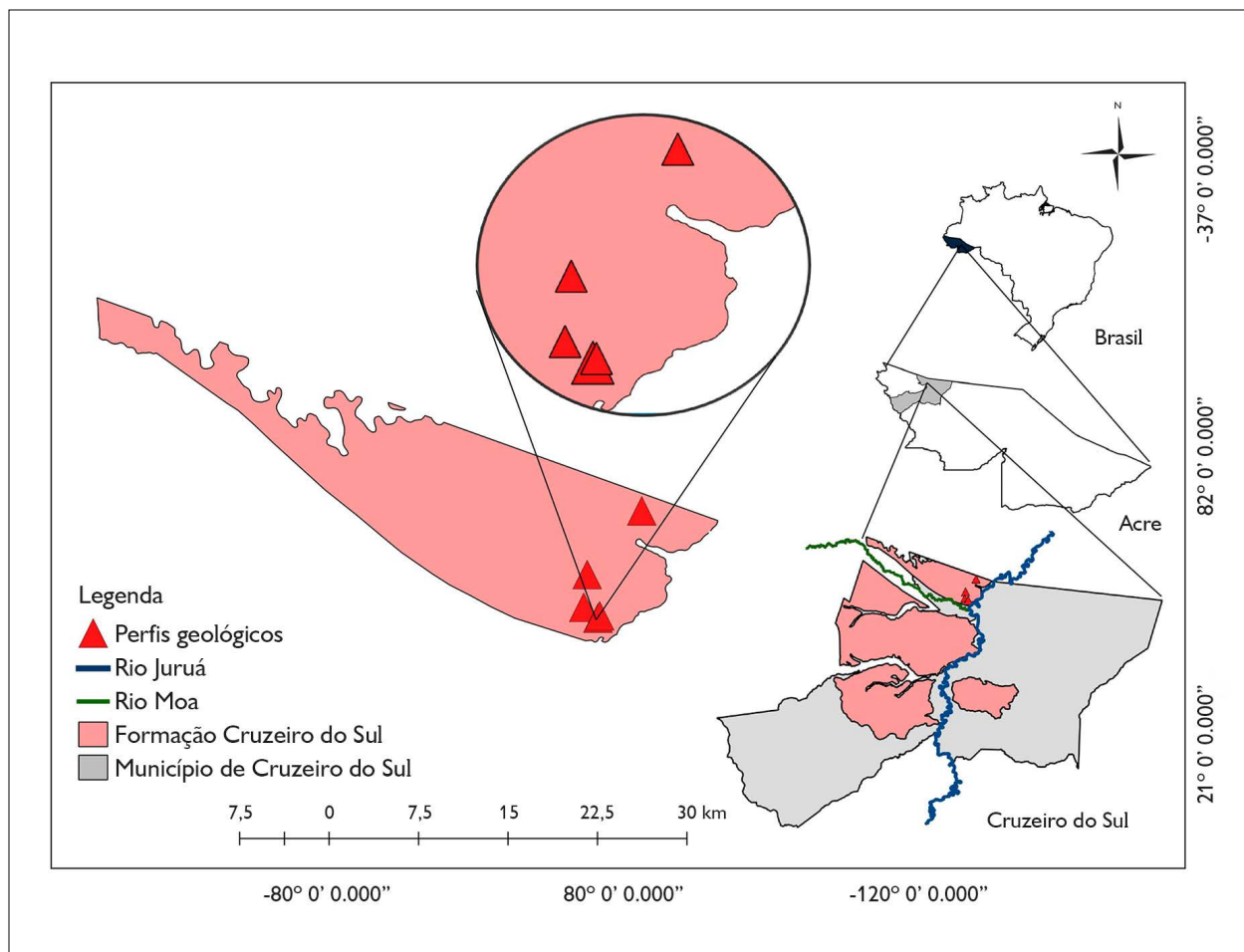


Figura 1. Área de ocorrência da Formação Cruzeiro do Sul com indicação dos pontos dos perfis geológicos e coleta de amostras de solos, Cruzeiro do Sul, Acre. Mapa: Jessé de França Silva (2020).

Foram selecionados cinco paredões expostos no núcleo urbano do município e de seus arredores, resultantes dos cortes efetuados para a construção de infraestrutura viária e para este estudo designados de perfis geológicos – P1, P2, P3, P4 e P5 (Figura 2; Tabela 1), considerando a espessura destes materiais e a amostragem de horizontes master (A, B e C) e de camadas (argilitos sobrepostos).

Para a seleção dos pontos amostrais, realizou-se a prospecção da área considerando os padrões de cores e os aspectos do relevo (pedoforma), a vegetação e a drenagem. Em seguida, procederam-se as etapas de limpeza,

escarificação e divisão dos horizontes pedogenéticos e posterior descrição morfológica (descrição da cor, textura, estrutura) e coleta de amostras de solo para análises físicas e químicas, conforme os procedimentos descritos em R. Santos *et al.* (2013).

A amostragem foi realizada em todos os horizontes e, com exceção do perfil 2, as coletas foram efetuadas a partir do horizonte B, em razão das alterações antrópicas no local que resultaram na remoção do horizonte superficial. A determinação das cores observadas ao longo dos horizontes e das camadas foi executada utilizando-se a carta de cores de Munsell (Munsell, 1994).



Figura 2. Perfis geológicos (P1, P2, P3, P4 e P5) e sedimentos originários dos solos da Formação Cruzeiro do Sul, Acre. Fotos: Wilber Moacir de Souza Oliveira (2017).



Tabela 1. Informação sobre os locais selecionados para estudo dos perfis geológicos no município de Cruzeiro do Sul e adjacências.

Amostras	Local	Coordenadas (latitude e longitude)	Elevação (metros)
Perfil 1	Final da avenida Mâncio Lima	S 07° 37' 18,8" W 72° 40' 47,0"	188
Perfil 2	Cruzamento: rua Lauro Muller/ rua Yaco	S 07° 37' 25" W 72° 40' 52"	204
Perfil 3	Bairro: Formoso Loteamento Green Ville	S 07° 36' 55,3" W 72° 41' 30,6"	207
Perfil 4	Estrada do Divisor km 08, s/n. Boca da Alemanha	S 07° 35' 25,9" W 72° 41' 21,1"	220
Perfil 5	Estrada do Guajará	S 07° 32' 32,0" W 72° 38' 51,7"	208

As análises físicas consistiram na determinação da granulometria (areia grossa e fina, silte e argila), a qual foi determinada conforme os procedimentos descritos pelo DNER (1994). As análises químicas consistiram nos seguintes procedimentos: pH em água – determinado mediante suspensão solo: líquido (1:2,5); carbono orgânico, através do método de Walkley-Black, com oxidação da matéria orgânica por via úmida, com dicromato de potássio 0,1667 mol L<sup>-1</sup>, sem aquecimento, e titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L<sup>-1</sup>; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, extraídos com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e quantificados, no caso de Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica; e do Al por titulação com solução NaOH 0,25 mol L<sup>-1</sup>; potássio trocável extraído com solução de HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> e quantificado por fotometria de chama. Para tanto, foram adotados os procedimentos descritos por Teixeira *et al.* (2017). Foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%).

A discussão dos dados químicos, sob o ponto de vista da fertilidade do solo, foi feita com base nos níveis de fertilidade adotados por Wadt *et al.* (2005) e Amaral & Souza (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espessura dos horizontes pedogenéticos mostrou-se variável, com ênfase ao horizonte C, que variou de 0,40 m a 7,0 m (Tabela 2). Quanto ao horizonte B, verificou-se que os perfis 3 e 4 apresentaram maior espessura (5,50 m e 4,0 m), indicando maior grau de desenvolvimento pedogenético. O intenso aprofundamento do manto de intemperismo indica que estes materiais tiveram atuação intensa dos fatores e processos de formação do solo. A natureza da matriz arenosa do horizonte C deve ter facilitado a atuação do intemperismo químico, em virtude da facilidade do fluxo vertical da água. Embora existam poucos platôs residuais, nos quais predominam a classe dos Latossolos, a região pode ter tido planícies mais extensas no pretérito, que, com possíveis alterações climáticas ocorridas na Amazônia (períodos mais secos ou mais úmidos), devem ter modelado o relevo da região (Lucas *et al.*, 1993; Kronberg & Benchimol, 1992), além de contribuições associadas ao tectonismo na região do Juruá (Amaral *et al.*, 2010; Caputo, 2014; Sousa & Oliveira, 2020).

As cores predominantes no horizonte B foram o alaranjado e amarelado, associadas aos matizes 5 YR, 7.5 YR e 10 YR; valor 8 e 5 e croma 8 da carta de

cores de Munsell (1994), respectivamente. Os matizes verificados no horizonte B caracterizam os Argissolos Vermelho-Amarelos (matiz 5 YR) e Argissolos Amarelos (matizes 7.5 YR e 10YR), comumente verificados na região, conforme caracterização de solos realizada em geoambientes (extensão geográfica cujas características ambientais são uniformes) da Formação Cruzeiro do Sul por Araújo *et al.* (2018, 2019).

Conforme os matizes predominantes, torna-se possível inferir a influência marcante dos óxidos de ferro goethita e hematita nos horizontes B e C. De acordo com Schwertmann (1993) e Kämpf & Curi (2000), os óxidos de ferro são indicadores de ambientes pedogênicos, sendo a cor impressa nos solos e sedimentos um forte indicador do tipo de óxido de ferro presente no ambiente. Com base nesses autores, constatou-se certo padrão de cores ao longo dos perfis geológicos, quais sejam: cores alaranjadas e amareladas para o horizonte B, cores avermelhadas para o horizonte C e cores mistas na camada de argilito (Tabela 2). As cores alaranjadas

presentes e associadas ao matiz 5 YR no horizonte B denotam a presença concomitante de óxidos de ferro do tipo goethita e hematita. As cores avermelhadas (rósea) para o horizonte C estão associados à presença de hematita e do argilomineral caulinita (Corrêa, 1984). E as cores misturadas (vermelhas, acinzentadas, amareladas) na camada de argilito denotam ambiente em que ocorre a flutuação do lençol freático. Este comportamento decorre da restrição de drenagem interna, em razão da baixa permeabilidade do argilito, bastante comum em sedimentos derivados da Formação Solimões (Amaral *et al.*, 2013).

As condições de relevo, associadas à presença de material laterítico, sobretudo no horizonte B do perfil 5, indicam baixo grau de evolução desses materiais (lateritos imaturos), que, por sua vez, são comuns na Amazônia (Costa, 1991). A intensidade do processo de intemperismo sobre os lateritos imaturos resulta na formação de solos que apresentam linhas de pedra, com textura argilo-arenosa (Costa, 1991).

Tabela 2. Atributos morfológicos de perfis geológicos no município de Cruzeiro do Sul, Acre. Legendas: Hor. = horizonte; Esp. = espessura; Obs. = observação; fr. = fraca; mod. = moderada; ang. = blocos angulares; sub. = blocos subangulares; lm = aspecto laminar.

(Continua)

Hor.	Esp.	Cor		Classe textural	Estrutura	Obs.
	m	Matiz, valor e cromia	Nomenclatura			
Perfil 1 (Espessura – 9,08 m)						
B	1,50	5 YR 5/8	Vermelho-amarelado	Franco-arenosa a franco-argilo-siltosa	fr. mod. gr. sub.	Presença de cascalhos
Cr	7,0	5 YR 8/2 5 YR 4/6	Branco-rosado Vermelho-amarelado	Franco arenosa	mod. gr. ang. sub	
C1	0,10	7.5 YR 3/6 2.5 YR 8/1	Bruno-escuro Branco	Argilosa	fr.	
C2	0,20	5 YR 8/2	Branco-rosado	Franco-arenosa	fr. mod. ang. sub	
C3	0,25	10 YR 6/8 10 YR 5/8 7.5 YR 8/1	Amarelo-brunado Bruno-amarelado Branco	Argilosa	ang. sub. mod.	
C4	0,03	10 YR 5/8	Bruno-amarelado	Argilosa	ang. sub. mod.	

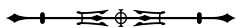


Tabela 2.

(Conclusão)

Hor.	Esp.	Cor		Classe textural	Estrutura	Obs.
	m	Matiz, valor e cromas	Nomenclatura			
Perfil 2 (Espessura – 7,71 m)						
A	1,25	10 YR 5/8	Bruno-amarelado	Franco-arenosa	ang. sub. mod.	Grãos de quartzo e caulinita desferrificada
B	2,50	5 YR 5/8	Vermelho-amarelado	Textura média	ang. sub. fr. mod.	
C	0,70	2.5 YR 5/8	Vermelho	Franco-arenosa	ang. sub. mod.	
Argilito	1,16	10 YR 7/1 10 YR 7/6 2.5 YR 4/8	Cinza-claro Amarelo Vermelho	Argilosa	ang. sub. mod.	
Perfil 3 (Espessura – 7,20 m)						
B	5,50	7.5 YR 6/8	Amarelo-avermelhado	Franco-argilo-arenosa	ang. fr. mod.	Presença de cascalhos
C	1,70	2.5 YR 5/6	Vermelho	Franco-argilo-arenosa	ang. sub. mod.	Cascalhos e pontos acinzentados
Perfil 4 (Espessura – 5,70 m)						
B	4,0	10 YR 5/8	Bruno-amarelado	Franco-arenosa	ang.	Veios de quartzo
C1	0,70	2.5 YR 4/8	Vermelho	Franco-arenosa	ang.	
C2	0,40	5 YR 5/8 2.5 Y 7/8	Vermelho-amarelado Amarelo	Franco-argilosa	ang. sub.	
C3	0,60	7.5 R 3/6 2.5 Y 8/2 2.5 Y 6/8	Vermelho-escuro Bruno-claro Vermelho-claro	Franco-argilo-arenosa	ang. sub.	
Perfil 5 (Espessura – 2,90 m)						
B	1,0	5 YR 6/8	Amarelo-avermelhado	Franco-argilo-arenosa	ang. lm. mod.	Linhas de pedra; couraças lateríticas (ferro, sílica e argila)
C	0,90	2.5 YR 6/8	Vermelho-claro	Franco-argilo-arenosa	ang. fr. mod.	
Argilito	1,0	2.5 YR 5/6 10 R 5/2 2.5 Y 8/1	Vermelho Vermelho-acinzentado Branco	Franco-argilo-arenosa	ang. mod.	

Além dos materiais ferruginosos (coureira laterítica), verificou-se a presença de veios de quartzo (P3) (Figura 2). De acordo com L. Santos *et al.* (2010), o desenvolvimento local em oscilações climáticas é uma das hipóteses que melhor elucidam a gênese e a evolução das linhas de pedra. Assim, seriam necessárias estações secas, as quais são mais expressivas, e úmidas, para formação dessas linhas. As variações no clima resultariam

no retrabalhamento e na desagregação dos veios de quartzo, os quais são transportados para a subsuperfície. Ademais, conforme os mesmos autores, os produtos do intemperismo de veios de quartzo contribuem para formação dessas linhas.

Observou-se tendência de maiores proporções de areia em subsuperfície, em detrimento da proximidade com o material de origem – arenito (Tabela 3). No horizonte B,



verificou-se o predomínio da textura franco-argilosa a argilosa, o que está associado ao maior acúmulo de argila no horizonte B textural, sobretudo em Argissolos. Os teores de areia verificados nos solos sob domínio da Formação Cruzeiro do Sul condicionam menor restrição de drenagem em relação aos solos de textura argilosa e com argilas expansíveis (Amaral *et al.*, 2013).

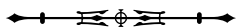
Com relação às proporções de areia, observou-se maior conteúdo da fração areia fina (Tabela 3). Conforme descrevem Campos *et al.* (2012), sedimentos com textura mais grosseira apresentam maior dificuldade para serem

transportados mediante à ação da água. Adicionalmente, o ambiente de deposição dos sedimentos e a vegetação também são fatores que influenciam na textura do solo (Young & Hammer, 2000; Campos *et al.*, 2007). Nesse sentido, o predomínio da fração areia fina sugere ambiente de deposição com menor intensidade da corrente fluvial.

Adicionalmente, maiores teores de areia fina podem tornar o solo mais suscetível à compactação, pois, uma vez que a área de superfície desta é maior, há maior propensão ao adensamento, principalmente quando os

Tabela 3. Granulometria dos solos sob a Formação Cruzeiro do Sul, Acre.

Horizonte	Espessura	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia total	Silte	Argila
	m						
Perfil 1							
B	1,50	20	160	240	420	270	310
Cr	7,0	40	240	270	550	260	290
C1	0,10	30	170	250	450	280	270
C2	0,20	40	210	310	560	280	170
C3	0,25	30	160	210	400	240	360
C4	0,03	30	190	280	510	270	310
Perfil 2							
A	1,25	20	130	230	370	250	380
B	2,50	20	140	230	390	260	350
C	0,70	20	170	240	430	260	300
Argilito	1,16	30	270	260	560	250	190
Perfil 3							
B	5,50	30	130	220	360	250	390
C	1,70	30	160	230	400	260	340
Perfil 4							
B	4,0	30	150	230	410	260	330
C1	0,70	30	190	280	500	270	240
C2	0,40	30	120	190	340	260	400
C3	0,60	20	180	280	490	270	240
Perfil 5							
B	1,0	20	170	260	450	250	300
C	0,90	20	150	250	430	230	340
Argilito	1,0	30	190	280	500	250	250





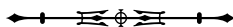
teores de matéria orgânica são baixos (Bennie & Krynauw, 1985). Luciano *et al.* (2012) demonstraram a influência e correlação positiva dessa fração na densidade do solo.

Em geral, a acidez variou de média a elevada, com pH variando entre 4,6 a 5,2 entre os horizontes (Tabela 4). Os teores de potássio, cálcio e magnésio foram baixos ( $< 0,1 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ,  $< 2 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e  $< 0,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , respectivamente).

Os baixos teores de bases trocáveis refletem a pobreza química dos sedimentos que predominam sobre a gênese dos solos sob a Formação Cruzeiro do Sul (arenitos e argilitos). Esse fator, associado à textura arenosa, indica menor capacidade de retenção de cátions trocáveis e capacidade de armazenamento de carbono em relação aos solos de outras regiões do estado, originados a partir de sedimentos argilosos da Formação Solimões.

Tabela 4. Atributos químicos dos horizontes e camadas de solos desenvolvidas sob a Formação Cruzeiro do Sul, Acre. Legendas: Hor. = horizonte; Esp. = espessura; MO = matéria orgânica; CTC = capacidade de troca de cátions; m = saturação por alumínio; V = saturação por bases.

Hor.	Esp.	pH	MO	K	Ca	Mg	H+ Al	Al	CTC	m	V
	m	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				%			
Perfil 1											
B	1,50	4,6	6,4	0,02	0,02	0,01	3,0	2,32	3,02	98	2
Cr	7,0	4,7	6,4	0,02	0,01	0,00	2,5	2,01	2,51	98	1
C1	0,10	4,9	6,4	0,10	0,01	0,06	11,9	10,36	12,05	98	1
C2	0,20	4,7	5,5	0,05	0,00	0,03	5,1	3,47	5,19	98	1
C3	0,25	4,8	11	0,09	0,01	0,01	10,6	8,54	10,67	99	1
C4	0,03	4,9	4,1	0,03	0,00	0,03	3,1	2,68	3,19	98	2
Perfil 2											
A	1,25	4,9	8,7	0,03	0,01	0,07	3,8	2,21	4,01	91	5
B	2,50	4,7	3,7	0,01	0,04	0,02	2,3	1,4	2,38	95	3
C	0,70	4,9	3,7	0,02	0,01	0,05	2,3	2,06	2,34	98	1
Argilito	1,16	5,1	6,9	0,16	0,31	0,09	15,7	12,05	16,94	91	7
Perfil 3											
B	5,50	4,7	3,7	0,01	0,08	0,14	15,2	2,30	15,41	91	1
C	1,70	5,1	5	0,08	0,01	0,04	5,0	3,79	5,04	98	2
Perfil 4											
B	4,0	4,9	7,3	0,06	0,13	0,01	5,0	2,64	5,26	90	6
C1	0,70	5,0	5,5	0,03	0,02	0,04	3,6	2,43	3,72	96	3
C2	0,40	5,0	8,7	0,04	0,03	0,03	5,3	4,48	5,38	98	2
C3	0,60	4,9	6,4	0,03	0,06	0,04	4,3	3,46	4,42	96	3
Perfil 5											
B	1,0	5,0	6,9	0,02	0,05	0,02	2,8	2,55	2,90	97	3
C	0,90	5,2	6,9	0,08	0,06	0,03	3,3	2,78	3,47	94	5
Argilito	1,0	4,9	5,0	0,05	0,01	0,02	9,9	8,04	9,98	99	1



A mineralogia dos solos da região do Vale do Juruá também influencia na retenção de bases trocáveis. Na maioria dos solos do Acre, verifica-se a presença de minerais de argila do tipo 2:1, entre eles esmectitas e vermiculitas, os quais contribuem para a retenção de cátions (Marques *et al.*, 2002). Dessa forma, além da textura arenosa, a ausência de minerais dessa natureza (2:1) pode contribuir para a baixa concentração de bases trocáveis. Assim, baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  são indicativos da presença de argilas com baixa atividade da fração argila.

Devido à baixa saturação por bases verificada (< 7%) e à baixa CTC (Tabela 3), práticas de manejo direcionadas tanto à reposição mineral de nutrientes como à incorporação de matéria orgânica são essenciais para a conservação do solo. O distrofismo acentuado é comum nos solos da região, em detrimento da textura arenosa, caracterizando-os como solos oligotróficos ( $V\% < 25$ ), conforme trabalhos de caracterização de solos em geoambiente da Formação Cruzeiro do Sul realizados por Araújo *et al.* (2018, 2019).

O conteúdo de matéria orgânica variou de 3,7 a 8,7 g  $\text{kg}^{-1}$ . Nos perfis P2, P3 e P4, observou-se acúmulo de matéria orgânica em horizontes com maiores profundidades, sugerindo migração ao longo do perfil de solo (Tabela 3).

A elevada taxa de mineralização, devido à pluviosidade, à umidade e à temperatura intrínsecas da região, e a matriz arenosa do solo contribuem para o baixo conteúdo de matéria orgânica. Constataram-se também em alguns horizontes, e camadas inferiores, maiores proporções de matéria orgânica. Este comportamento pode estar associado ao processo de translocação de matéria orgânica e de minerais de argila (processo de podzolização), em virtude do material arenoso. Do processo de podzolização, conforme ressaltam Horbe *et al.* (2003), pode resultar a formação de um horizonte endurecido, formado a partir da migração da matéria orgânica e de complexos organo-metálicos. É válido salientar que na região, em determinados locais

da Formação Cruzeiro do Sul, ocorrem manchas com Espodossolo, ou seja, ecossistemas de areias brancas que são explorados para a retirada de areia e seixo lavado (Brito *et al.*, 2017).

Os baixos teores de nutrientes indicam que a CTC do solo está essencialmente ocupada pela acidez trocável ou alumínio trocável, bastante elevado em todos os horizontes, chegando a 12,05  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de  $\text{Al}^{3+}$  (Tabela 3). A dinâmica do alumínio nos solos do Acre varia quanto à sua fitotoxicidade às plantas, de modo que o material de origem se apresenta como o principal fator que contribui para tais alterações. Grande parte dos solos do estado está sob o domínio da Formação Solimões, que, entre suas características, apresenta minerais do tipo 2:1, acidez, teores de cálcio e magnésio elevados (Wadt, 2002). Assim, nessas condições, os elevados teores de  $\text{Al}^{3+}$  não se configuram como fator limitante para o desenvolvimento vegetal (Marques *et al.*, 2002; Gama & Kiehl, 1999; Wadt, 2002).

Em contrapartida, a baixa atividade da argila nos solos da Formação Cruzeiro do Sul, associada aos baixos teores de Ca e Mg e pH, potencializa o efeito fitotóxico do Al para as plantas, pois, nessas condições, esse elemento encontra-se pouco retido às superfícies de troca, situando-se de forma mais expressiva na solução do solo, podendo limitar o desenvolvimento vegetal. Desse modo, diferentemente de outras regiões acreanas, onde se utiliza o método da saturação de bases, as práticas direcionadas à correção da acidez do solo devem considerar os índices de alumínio no solo.

Os teores de magnésio e alumínio trocável apresentaram correlação positiva com a CTC do solo (Figura 3). Dessa forma, na medida em que a CTC do solo aumenta, os teores de  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  tendem a ser mais elevados.

A correlação verificada entre os teores de cálcio e a saturação por bases evidenciam a importância da calagem tanto para a redução das concentrações de  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$ , como para o fornecimento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

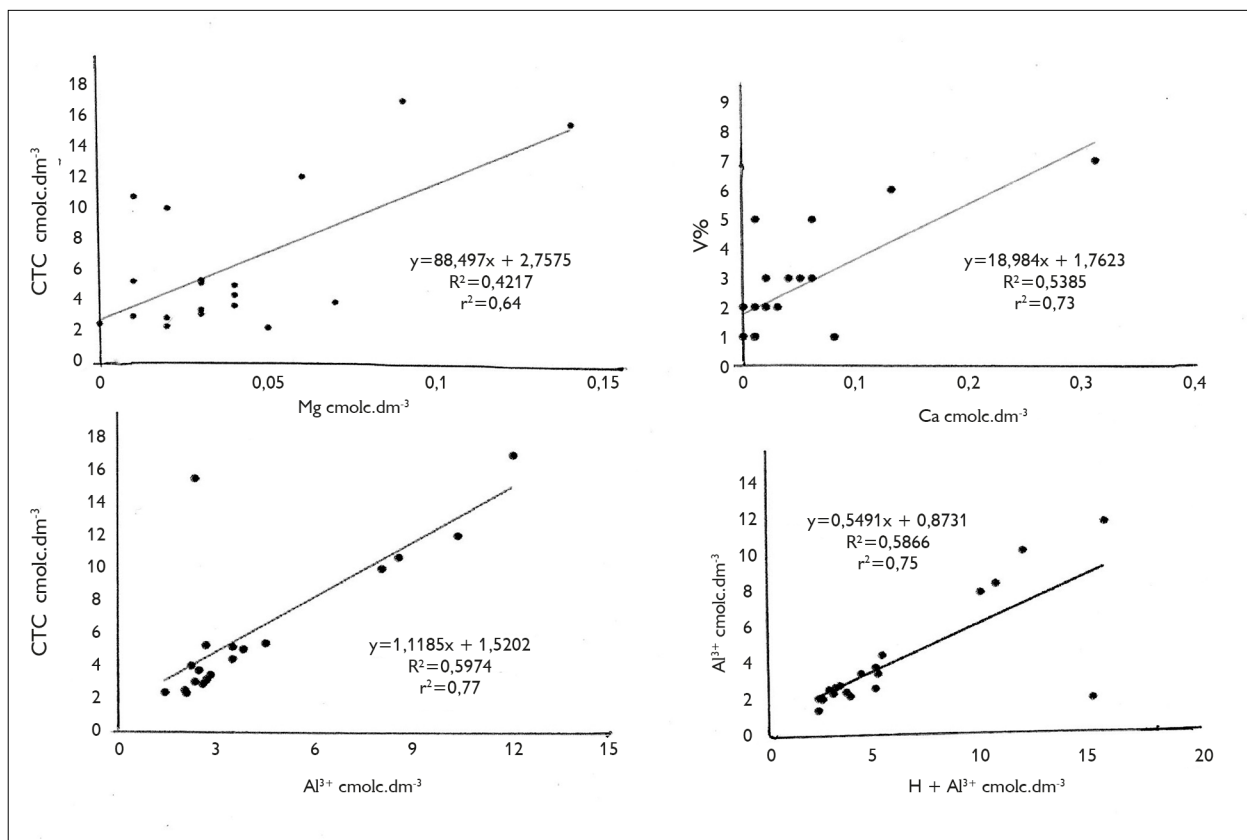


Figura 3. Correlação linear entre os teores de magnésio (Mg) e CTC; cálcio (Ca) e saturação por bases (V%); alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ) e CTC; e acidez trocável ( $H + Al^{3+}$ ) e  $Al^{3+}$  em solos originados de sedimentos arenosos da Formação Cruzeiro do Sul, Acre.

## CONCLUSÕES

Os solos originados a partir de sedimentos da Formação Cruzeiro do Sul tiveram intenso aprofundamento do manto de intemperismo, resultando em solos pobres quimicamente, profundos, bem drenados, de classe textural arenosa a média, com a fração areia fina dominante.

As cores amareladas constatadas no horizonte B denotam que, no passado, durante sua formação, experimentou condições de ambiente redutor, ou seja, baixo pH, condições de encharcamento do solo e presença de matéria orgânica. As cores rosadas do horizonte C devem-se à combinação de hematita e caulinita em ambiente oxidante.

O manejo físico-químico de solos originados da Formação Cruzeiro do Sul demanda por estratégias

conservacionistas, sobretudo devido à fragilidade física e à baixa fertilidade natural e à presença de alumínio trocável em níveis considerados elevados à nutrição mineral de plantas.

## REFERÊNCIAS

- ACRE, 2006. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre**. Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE/AC 2a fase: 1-356. SECTMA, Rio Branco.
- ACRE, 2010. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre**. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre-ZEE/AC fase II, escala 1:250.000: 1-100. SEMA Acre, Rio Branco.
- AMARAL, E. F. & A. N. SOUZA, 1997. **Avaliação da fertilidade do solo no sudeste acreano: o caso do PED/MMA no município de Senador Guiomard**. EMBRAPA, Rio Branco.

- AMARAL, E. F., C. E. SCHAEFER, L. M. CAVALCANTE, S. B. REZENDE & J. L. LANI, 2010. Bases geológicas e geomorfológicas da formação e distribuição dos solos no estado do Acre. In: C. SOUZA, E. A. ARAÚJO, M. F. S. T. MDEIROS & A. A. MAGALHÃES (Ed.): **Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre: 44-62**. SEMA, Rio Branco.
- AMARAL, E. F., E. A. ARAÚJO, J. L. LANI, T. E. RODRIGUES, H. OLIVEIRA, A. W. F. MELO, E. F. AMARAL, J. R. S. SILVA, M. A. RIBEIRO NETO & N. G. BARDALES, 2013. Ocorrência e distribuição das principais classes de solos do estado do Acre. In: L. H. C. ANJOS, L. M. SILVA, P. G. S. WADT, J. F. LUMBRERAS & M. G. PEREIRA (Org.): **Guia de campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: 98-129**. EMBRAPA, Brasília.
- ARAÚJO, E. A., J. C. KER, E. S. MENDONÇA, I. R. SILVA & E. K. OLIVEIRA, 2011. Impacto da conversão floresta – pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma amazônico. **Acta Amazonica** 41(1): 103-114. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000100012>
- ARAÚJO, E. A., W. C. L. MOREIRA, J. F. SILVA, L. H. B. SILVA, N. G. BARDALES & E. F. AMARAL, 2018. Caracterização e classificação taxonômica de solos sedimentares da Formação Cruzeiro do Sul, Vale do Juruá, Acre. **Anais da Semana Acadêmica de Agronomia - UFAC/Campus Floresta** 4: 1-5.
- ARAÚJO, E. A., W. C. L. MOREIRA, J. F. SILVA, N. G. BARDALES, E. F. AMARAL, S. R. OLIVEIRA, E. OLIVEIRA, R. E. SOUZA, S. S. SILVA & A. W. F. MELO, 2019. **Levantamento pedológico, aptidão agrícola e estratificação pedoambiental do Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, Acre: 1-116**. Itacaiúnas, Ananindeua.
- BAHIA, R. B. C., 2015. Contexto geológico da bacia do Acre. In: A. ADAMY (Coord.): **Geodiversidade do estado do Acre: 17-36**. CPRM (Programa Geologia do Brasil - Levantamento da Geodiversidade), Porto Velho.
- BENNIE, A. T. P. & G. N. KRYNAUW, 1985. Causes, adverse effects and control of soil compaction. **South African Journal of Plant and Soil** 2(3): 109-114. DOI: <https://doi.org/10.1080/02571862.1985.10634148>
- BERNINI, T. A., M. G. PEREIRA, A. FONTANA, L. H. C. ANJOS, S. B. CALDERANO, P. G. S. WADT, A. G. L. MORAES & L. L. SANTOS, 2013. Taxonomia de solos desenvolvidos sobre depósitos sedimentares da Formação Solimões no estado do Acre. **Bragantia** 72(1): 71-80. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000014>
- BRITO, T. F., R. C. SILVA, S. A. V. OLIVEIRA & M. SILVEIRA, 2017. **Complexo vegetacional sobre areia branca: campinaranas do sudoeste da Amazônia: 1-93**. Edufac, Rio Branco.
- CAMPOS, M. C. C., J. MARQUES JÚNIOR, G. T. PEREIRA, R. MONTANARI & D. S. SIQUEIRA, 2007. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. **Revista Ciência Agronômica** 38(2): 149-157.
- CAMPOS, M. C. C., M. R. RIBEIRO, V. S. SOUZA JÚNIOR, M. R. RIBEIRO FILHO & M. C. ALMEIDA, 2012. Relações solo-superfície geomórfica em uma toposequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36(2): 325-336. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000200002>
- CAPUTO, M. V., 2014. Orogeny: Brazil and Andean Countries. **Brazilian Journal of Geology** 44(2): 181-190. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400020001>
- CAVALCANTE, L. M., 2005. **Zoneamento geológico e geomorfológico entre Feijó e Mâncio Lima: 1-24**. EMBRAPA Acre (Documentos 99), Rio Branco.
- CAVALCANTE, L. M., 2006. **Aspectos geológicos do Acre e implicação na evolução da paisagem: 1-28**. EMBRAPA Acre (Documentos 104), Rio Branco.
- CAVALCANTE, L. M., 2010. Geologia do estado do Acre. In: ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/AC, fase II, escala 1:250.000/Programa Estadual de Zoneamento Ecológico do Acre: 10-31**. SEMA, Rio Branco.
- CORRÊA, G. F., 1984. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- COSTA, M. L., 1991. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências** 21(2): 146-160. DOI: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1991146160>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER), 1994. **Solos - análise granulométrica, norma rodoviária, método de ensaio**. DNER ME 051, [S. J]
- GAMA, J. R. N. F. & J. C. KIEHL, 1999. Influência do alumínio de um Podzólico Vermelho-Amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 23(2): 475-482. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06831999000200030>
- HORBE, A. M. C., M. A. HORBE & K. SUGUI, 2003. Origem dos depósitos de areias brancas no nordeste do Amazonas. **Revista Brasileira de Geociências** 33(1): 41-50.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 1994. **Projeto de proteção do meio ambiente e das comunidades indígenas: diagnóstico geoambiental e socioeconômico. Área de influência do Vale do Juruá: 1-144**. IBGE, Rio de Janeiro.
- KÄMPF, N. & N. CURI, 2000. Óxidos de ferro: indicadores de ambientes pedogênicos. In: R. F. NOVAIS, V. ALVAREZ & C. E. G. R. SCHAEFER (Ed.): **Tópicos em ciência do solo: 107-138**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa.
- KRONBERG, B. I. & R. E. BENCHIMOL, 1992. Geochemistry and geochronology of surficial Acre Basin sediments (Western Amazonia): key information for climate reconstruction. **Acta Amazonica** 22(1): 51-69. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921992221069>

- LIMA, H. N., J. W. V. MELLO, C. E. G. R. SCHAEFER, J. C. KER & A. M. N. LIMA, 2006. Mineralogia e química de três solos de uma toposequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30(1): 59-58. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000100007>
- LUCAS, Y., F. SOUBIÈS, A. CHAUVEL & T. DESJARDINS, 1993. Estudos do solo revelam alterações climáticas da Amazônia. **Ciência Hoje** 16(93): 36-39.
- LUCIANO, R. V., J. A. ALBUQUERQUE, A. COSTA, B. BATISTELLA & M. T. WARMLING, 2012. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36(6): 1733-1744. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600007>
- MARQUES, J. J., W. G. TEIXEIRA, D. G. SCHULZE & N. CURI, 2002. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. **Clay Mineralogy** 37(4): 651-661. DOI: <http://doi.org/10.1180/0009855023740067>
- MOREIRA, W. C. L., E. A. ARAÚJO, M. C. L. SILVA, M. P. ALMEIDA & J. R. S. SILVA, 2019. Pluviometria no município de Cruzeiro do Sul, Acre, no período de 1971 a 2014. **Anais da Semana Acadêmica de Agronomia da UFAC/Campus Floresta** 4: EVEN3.
- MUNSELL, A. H., 1994. **Soil color charts**. Revised edition. New Windsor, New York.
- SALIMON, C. I., P. G. S. WADT & A. W. F. MELO, 2007. Dinâmica do carbono na conversão de floresta para pastagens em Argissolos da formação geológica Solimões, no sudoeste da Amazônia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 7(1): 29-38.
- SANTOS, L. J. C., A. A. R. SALGADO & M. L. RAKSSA, 2010. Gênese das linhas de pedra. **Revista Brasileira de Geomorfologia** 11(2): 103-108.
- SANTOS, R. D., R. C. LEMOS, H. G. SANTOS, J. C. KER, L. H. ANJOS & S. H. SHIMIZU, 2013. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**: 7. ed.: 1-103. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa.
- SCHWERTMANN, U., 1993. Relations between iron oxides, soil color and soil formation. In: J. M. BIGHAM & E. J. CIOLKOSZ (Org.): **Soil color**: 51-69. SSSA, Madison.
- SOUSA, M. M. & W. OLIVEIRA, 2020. Detecção de paleocanais no rio Juruá a partir de dados de sensoriamento remoto. **Revista Caminhos de Geografia** 21(73): 1-23.
- TEIXEIRA, P. C., G. K. DONAGEMMA, A. FONTANA & W. G. TEIXEIRA, 2017. **Manual de métodos de análise de solo**: 1-573. EMBRAPA, Brasília.
- WADT, P. G. S., 2002. **Manejo de solos ácidos do estado do Acre**: 1-28. EMBRAPA (Documentos, 79), Rio Branco.
- WADT, P. G. S., J. R. T. SILVA & S. C. FURTADO, 2005. Dinâmica de nutrientes com ênfase para as condições de solos do estado do Acre. In: P. G. S. WADT (Ed.): **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**: 128-167. EMBRAPA, Rio Branco.
- YOUNG, F. J. & R. D. HAMMER, 2000. Defining geographic soil bodies by landscape position, soil taxonomy, and cluster analysis. **Soil Science Society American Journal** 64(3): 989-998. DOI: <http://doi.org/10.2136/sssaj2000.643989x>

