



CONTRIBUIÇÃO DA PEDOGÊNESE NO MORRO REDONDO – BACIA SEDIMENTAR DO TACUTU: INSIGHTS DE UM CAMBISSOLO

Raquel Araújo Alves¹

Luciana Diniz Cunha²

Franzmilller Almeida Nascimento³

Rubenita da Cruz dos Santos Lopes⁴

RESUMO

A Bacia Sedimentar Tacutu, no norte da Amazônia, com cerca de 280 km de comprimento e 40 km de largura, é composta por sete unidades litoestratigráficas, sendo a Formação Apoteri (Sinemuriano – Jurássico Inferior) uma delas. Com o objetivo de registrar a atuação da pedogênese na evolução da paisagem da bacia, foram analisados atributos de um pedon — coordenadas: 3°12'08.3"N 60°10'07.4"W, situado no sopé do Morro Redondo, um afloramento originado por vulcanismo basáltico da Formação Apoteri, associada a rearranjos tectônico-estruturais que afetaram essa região durante o Mesozoico. Sob condições atuais de clima tropical com inverno seco, a área apresenta vertentes convexas, patamares de erosão diferenciados e encostas ravinadas, recobertas por vegetação savânica. A análise do solo incluiu os teores de Ca, Mg e Al e H+Al. Com base nesses dados, foram calculados a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), a Soma de Bases (SB), a Saturação por Bases (V) e a Saturação por Alumínio (m). Os constituintes mineralógicos foram identificados por difração de raios X (método do pó). O solo foi classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico Argissólico, a argila (334 a 656 g/kg), é composta majoritariamente pelo filossilicato caulinita, relacionado ao material de origem (andesitos e diabásios) e à posição do perfil em zona de sopé, propícia ao acúmulo de água e a concentração de argilominerais. Descontinuidades texturais foram identificadas nos horizontes subsuperficiais, com variações na concentração de argila e redução na relação silte/argila. Os teores de Al total foram muito baixos (<0,1 cmolc/kg). A CTC variou de 167 a 543,6 cmolc/kg, com V% entre 78 e 98%, indicando alta fertilidade — característica incomum nas savanas da região, explicada pela natureza máfica das rochas do afloramento. Os atributos encontrados são indicadores de evolução do perfil, portanto, estudos comparativos em outros setores do Morro Redondo são essenciais para confirmar os processos pedogenéticos observados.

INTRODUÇÃO

O rifte intracontinental do Tacutu, situado na fronteira entre o Brasil e Guiana, com cerca de 280 km de comprimento e 40 km de largura, estende-se na direção NE-SW (Vaz et al. 2007). É composto por sequências de depósitos vulcânicos, constituída predominantemente por

¹ Professora do Curso de Geografia da Universidade Federal de Roraima - UFRR, raquel.ar@yahoo.com;

² Professora do Curso de Geografia da Universidade Federal de Roraima - UFRR, luciana.diniz@ufrr.br;

³ Professor do Curso de Geografia da Universidade Federal de Roraima - UFRR, franzmiller.nascimento@ufrr.br

⁴ Professora de Geografia, Secretaria Estadual de Educação e Desporto - SEED - RR, rubenitalopes.santos@hotmail.com

basaltos, e sedimentares na bacia, sendo elas: duas formações pré-rifte, a Formação Apoteri e Formação Manari; três formações rifte, Formação Pirara, Formação Tacutu e Formação Tucano; e duas formações pós-rifte, Formação Boa Vista e Formação Areias Brancas (Vaz *et al.* 2007; Beserra Neta e Tavares Junior 2020; Mendes *et al.* 2023;).

No extremo norte da bacia do Tacutu se encontra o Morro Redondo, cerne desta pesquisa (Figura – 1), um afloramento representante do vulcanismo basáltico da Formação Apoteri (Sinemuriano – Jurássico Inferior). A Formação Apoteri constitui a maior expressão de exposição de corpos máficos do Estado de Roraima, sendo produto de rearranjos tectônico-estruturais que afetaram a crosta continental durante o Mesozoico, resultando em derrames magmáticos na bacia, os quais integram a unidade morfoestrutural de Relevos Residuais de Roraima, permanecendo na paisagem como remanescente das flutuações climáticas ocorridas na região (Brasil 1975, Alves e Beserra Neta, 2018; Oliveira, 2024).

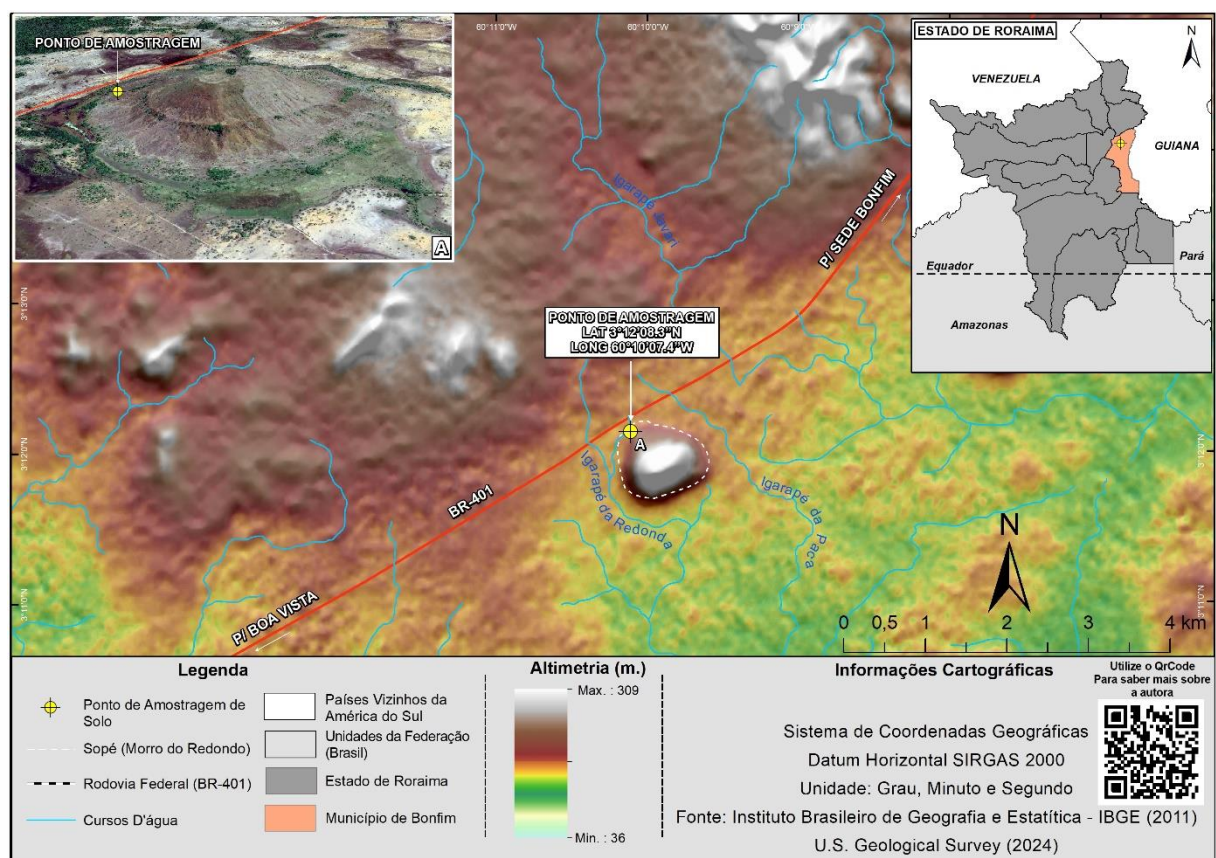


Figura 1 - Mapa de Localização do Morro Redondo, com detalhe para o ponto de amostragem do solo.



A Formação Apoteri é composta por basaltos toleíticos de coloração cinza-escuros a esverdeados, em geral oxidados, de granulação muito fina a afanítica, aspecto conchoidal quando fragmentados, padrão de juntas ortogonais e estruturas de ambientes subaquosos (Vaz *et al.* 2007; Oliveira, 2023;).

O Morro Redondo, constitui uma elevação isolada que sobressai sobre a planura de áreas adjacentes, cuja altimetria alcança ~300 metros. Possui topo convexo e vertentes convexo-retilínea, é recoberto por vegetação graminosa, seu modelado exhibe ravinas formadas pelo fluxo preferencial da drenagem que, por vezes, são ocupadas por vegetação arbustiva. Outra característica importante é a erosão diferenciada, que contribui para a formação de patamares de dissecação, além da exposição de blocos rochosos de tamanhos variados (Alves e Beserra Neta, 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise dos atributos do solo incluiu os teores de Ca, Mg e Al, obtidos por extração com cloreto de potássio, e H+Al (acidez potencial), por acetato de cálcio a pH 7. A matéria orgânica foi determinada por via úmida. Com base nesses dados, foram calculados a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), a Soma de Bases (SB), a Saturação por Bases (V) e a Saturação por Alumínio (m).

Para a identificação dos constituintes minerais dos sedimentos foi utilizada a 1 amostra da fração argila de cada horizonte (A, B1, B2, B3 e B4). A mineralogia da fração argila foi identificada por difração de raios X (método do pó), no intervalo de 3–4 a 60° 2 θ . As frações de argila do solo foram separadas com método padrão de dispersão, eliminação da matéria orgânica com Peroxido de Hidrogênio e NaOH como solução dispersante. Todas as amostras foram montadas pelo método do “esfregaço” (orientadas), a interpretação dos picos do difratograma foi realizada com base na lista de fases candidatas geradas pela última versão disponível da base COD (Cristallographic Open Database) através da interface do software Match! (Crystal Impact, Germany).

A granulometria foi avaliada pelo método do densímetro, permitindo identificar descontinuidades texturais. O solo foi classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil analisado possui 150cm⁺ de profundidade, está situado em terreno plano, bem drenado em superfície, passando a mal drenado a partir dos 80cm. Posicionado no sopé do Morro Redondo e há 200 metros de um pequeno curso d'água, possui vegetação aberta composta por gramíneas entremeadas por arbustos pertencentes ao lavrado de Roraima, submetido a regime climático quente e úmido (IBGE, 2012).

Por meio da análise dos atributos morfológicos, físico-químicos e mineralógicos, constatou-se a influência dos fatores material de origem e relevo, como principais atuantes na evolução do solo estudado. O material de origem basáltica, é formado por Andesitos e Diabásios, geralmente de cores cinza esverdeadas (Figura 2-B), parcialmente alterados, estes, exercem influência nas cores dos horizontes que apresentaram matiz, valor/croma entre 10YR 4/1 no horizonte A à 5YR 4/2 no horizonte B1. Em razão da saturação e flutuação do nível freático, cores variegadas e mosqueadas, na cor 10R 3/6, foram observados a partir dos 80 cm de profundidade. O relevo, tem atuado na distribuição e organização de materiais (blocos e fragmentos de rochas), no qual forma um ambiente deposicional ao longo da encosta ou em posições de encosta abaixo, que recebem um material mal selecionado e proporciona a formação de solos com textura variada, o que é sugestivo de múltiplos eventos de erosão dos setores mais elevados do ambiente estudado (Figura 2-A).

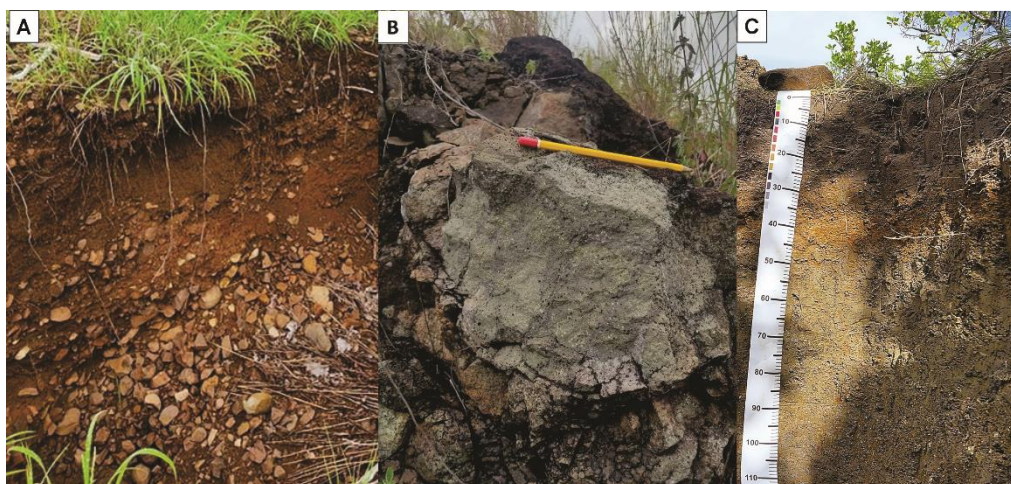


Figura 2 - A) Atuação da pedogênese em blocos rolados. B) rocha com zonação, em algumas partes predominam amígdalas com mineral verde escuro Fonte: Lima (2021). C) Perfil do Cambissolo analisado.

O solo analisado foi classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico Argissólico, apresenta estágio pedogenético inicial, com presença de material friável nos horizontes inferiores, inclusive no B, com a ocorrência de muitos clastos em todo o perfil. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), os Cambissolos são uma ordem de solos caracterizada por apresentar baixo grau de desenvolvimento e intemperismo.

As propriedades físicas do perfil refletem a participação do material de origem alóctone. A textura variou desde argilosa, média argilosa a muito argilosa e consistência úmida muito friável, na maioria dos horizontes. A distribuição granulométrica é discordante, caracterizada pelo aumento dos valores de areia grossa (413 g/kg) em detrimento do silte (62 g/kg) no horizonte B1 e alternância nos valores de argila nos horizontes subsuperficiais, a exemplo de B3 (334 g/kg) e B4 (656 g/kg) (Tabela 1).

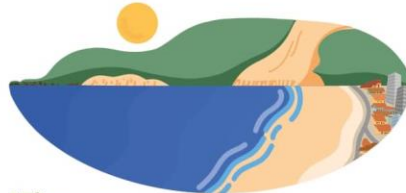
Tabela 1 Atributos granulométricos do perfil de solo estudado

Hz	Granulometria (g/kg)				Relação Silte/Argila	Classe Textural	CE (µS/cm)
	Argila	Silte	Areia Grossa	Areia Fina			
CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico Argissólico							
A	414	378	11	197	0,91	Argilosa	60,16
B1	415	62	413	111	0,15	Argilosa	41,76
B2	501	117	220	162	0,23	Argilosa	61,32
B3	334	80	302	283	0,24	Média Argilosa	85,1
B4	656	175	103	65	0,27	Muito Argilosa	265,1

Em termos químicos, o pH no horizonte superficial é levemente ácido (5,91) com valor de ΔpH 1,86, influenciado principalmente pela presença do alumínio trocável, (43 cmolc Kg^{-1}) e pela matéria orgânica ($9,6 \text{ dag/ kg}^{-1}$). Nos horizontes subsuperficiais, de B1 a B4, mesmo com teores de alumínio trocável entre ($18,4$ e $11,4 \text{ cmolc kg}^{-1}$) apresentam pH alcalinos ($6,21$ a $7,05$). A CTC nos horizontes é elevada a muito elevada, ocupada principalmente pelos cations Ca^{2+} e Mg^{2+} . Os valores de saturação por base (78 a 98%) e baixa saturação por alumínio indicam solo eutrófico, com cations básicos bem balanceados (Tabela 2).

Tabela 2 Valores dos atributos químicos dos perfis de solos estudados

Horiz	pH (1:2,5)			P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N	Al ³⁺	H+Al	S	t	T	V	m	MOS
	Água	KCl	ΔpH	mg/dm ³			-----cmolc kg ⁻¹ -----					----%----			dag/ kg ⁻¹	
A1	5,91	4,05	1,86	<1,2	0,36	115,9	66,2	5,05	1,8	43	187,5	225,5	230,5	81	1	9,6



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE

GEOMORFOLOGIA

B1	6,21	4,44	1,77	<1,2	0,35	106,1	158,8	13,09	<0,1	142,8	148,3	187,5	190,6	78	0	7
B2	6,59	4,56	2,03	<1,2	0,69	165,4	116,8	7,22	<0,1	37,1	290,1	320	327,2	89	0	4,6
B3	6,74	4,94	1,80	<1,2	0,46	79,2	60,2	4,18	<0,1	18,4	144	158,3	162,4	89	0	7,1
B4	7,05	5,32	1,73	<1,2	0,26	269,7	253	9,26	<0,1	11,4	532,2	534,4	543,6	98	0	2,5

A maioria dos solos de Roraima apresentam características distróficas e são considerados de baixa fertilidade, reflexo do material de origem e das condições bioclimáticas, contudo, a presença de afloramentos de rochas máficas, introduzem uma variabilidade de solos eutróficos em áreas específicas como o Morro Redondo (Melo et al. 2010.b; Benedetti et al. 2011)

A Caulinita foi o mineral prevalecente no solo, tal como constatado por estudos de Nascimento *et al.* (2024) envolvendo solos na região. A Goethita e Hematita, foram os óxi-hidróxido de ferro detectados com maior evidência no horizonte B1, a presença desses óxi-hidróxidos de ferro é concordante com a coloração amarelada observada neste horizonte. No horizonte B4, foram detectados a coexistência de minerais 1:1 (Caulinita) e 2:1 (Esmectita), os quais são produtos associados ao material rochoso formado por Andesitos e Diabásios. Picos de Anatasio, Rutilo e Quartzo, também foram encontrados no horizonte A, a presença desses minerais pesados na fração argila, evidencia a resistência em dissolverem facilmente, mesmo tendo seu tamanho de grão reduzido até poucos micrometros.

A variação mineralógica nos horizontes desse solo, aponta para diversidade na composição química do material parental, combinado à intensidade dos processos de formação do solo em função das condições ambientais de relevo plano e clima quente e úmido. De acordo com Van Straate (2006), as taxas de dissolução dos minerais e as reações entre a superfície dos minerais e a solução do solo são aumentadas sob alta temperatura e regime de umidade alta. É possível portanto, que as propriedades intrínsecas encontradas no solo sejam reflexo da adaptação pós-deposicional, a qual está ocorrendo de forma relativamente rápida entre os horizontes (Kühn, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições ambientais observadas no perfil, como o relevo plano associado ao aporte de material granulométrico mal selecionado, sugerem que está ocorrendo pedogênese sobre depósitos coluviais oriundos dos setores mais elevados do Morro Redondo. O solo



analisado foi classificado como Cambissolo, evidenciando um estágio inicial de desenvolvimento pedogenético. No entanto, a presença de minerais do tipo 2:1, como a Esmectita, indica uma forte influência do material de origem, derivado de rochas basálticas, ricas em minerais ferromagnesianos. A natureza mineral do material deposicional contribui para elevada a muito elevada CTC, com a presença de cations como Ca^{2+} e Mg^{2+} . A baixa saturação por alumínio e saturação por base acima de 70% indicam solos férteis, os quais geralmente são encontrados em setores específicos da paisagem Roraimense.

Palavras-chave: Pedologia; Formação Apoteri; Cambissolos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPG-GEO/UFRR, pelo suporte no desenvolvimento da pesquisa. O primeiro autor agradece à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de pós-doutorado (Código de Financiamento 001)

REFERÊNCIAS

ALVES. R.A; BESERRA NETA, L.C. **Compartimentação geomorfológica e classificação morfológica dos ambientes lacustres nas savanas da região nordeste de Roraima.** Revista Acta Geográfica: UFRR, v. 12, n 29, p.1-18 2018.

BESERRA NETA, L.C.; TAVARES JUNIOR, S.S. **Relatório Executivo de Geomorfologia para o Zoneamento Econômico Ecológico de Roraima.** 2020 Disponível em: <https://zeer.institutopiatam.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Geomorfologia.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil.** Folha NA 20 Boa Vista e parte das folhas NA Tumucumaque, NB 20 Roraima e NB 21. Rio de Janeiro. 1975. 428p

KÜHN, P. **Understanding colluvial deposits**, CATENA, V. 254, 2025, 108963, ISSN 0341-8162, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.108963>.

LIMA, S. L. S. **Petrografia das escoadas basálticas da Formação Apoterí em Roraima – extremo Norte do Brasil.** Porto, DP, Universidade do Porto, 2021. 76 p. (Dissertação de Mestrado)



MELO, V.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. & UCHOA, S.C.P. **Indian land use in the Raposa–Serra do Sol Reserve, Roraima, Amazonia, Brazil:** Physical and chemical attributes of a soil catena developed from mafic rocks under shifting cultivation, *Catena*, 80:95-105, 2010b.

MENDES, T.A.A.; OLIVEIRA, A.C.S.; LOPES, P.R.S.; AGUIAR, L.; GRAZZIOTIN, H.F.; ALMEIDA, M.E.; BENEVIDES FILHO, P.R.R. **Mapa Geológico do Estado de Roraima.** Manaus: SGB-CPRM, 2023. 1 mapa. Escala 1:1.000.000.

NASCIMENTO, F.A.; ALVES, R. A; CUNHA, L.D; LOPES, R. C.S. **Mineralogia de solo derivado da Formação vulcânica Apoteri – extremo norte da Amazônia.** In: XX SBGFA – Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA – Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente, [S.l.], Anais... João Pessoa, PB: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/118381>.

OLIVEIRA, S. L. S. **Contribuição à Petrogênese do magmatismo basáltico Apoteri, Rifte Tacutu (RR)** Brasília, DF, Universidade de Brasília, 2023. 70 p. (Dissertação de Mestrado)

VALE JÚNIOR, J.F. **Pedogênese e alterações dos solos sob manejo itinerante, em áreas de rochas vulcânicas ácidas e básicas, no nordeste de Roraima.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 185p. (Tese de Doutorado)

VAN STRAATEN, P. **Farming with rocks and minerals:** challenges and opportunities. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78:731-747. 2006

VAZ, P. T., WANDERLEY FILHO, J. R., BUENO, G. V. Bacia do Tacutu. **Boletim de Geociências da Petrobras.** Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 289-297, 2007.

