

Ano 12, Vol XXIII, Número 2, Jul-Dez, 2019, p. 154-167.

## **ATRIBUTOS FÍSICOS, MINERALOGIA E COMPACTAÇÃO DO SOLO EM AMBIENTES NATURAIS NO EXTREMO NORTE DA AMAZÔNIA, BRASIL**

Fernando Gomes de Souza  
Valdinar Ferreira Melo  
Josimar da Silva Chaves  
Rafael Jorge do Prado  
Elilson Gomes de Brito Filho  
Eduardo Antonio Neves dos Santos

**RESUMO:** Os solos da Amazônia em sua grande maioria são caracterizados como de baixa fertilidade natural, baixa saturação por bases, e elevada saturação por alumínio, embora apresentem boas características morfológicas e físicas, sabe-se que os ecossistemas naturais apresentam integração harmoniosa entre a cobertura vegetal e os atributos do solo, decorrente de processos essenciais de ciclagem de nutrientes e acumulação e decomposição da matéria orgânica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos físicos, mineralogia e compactação de solos em ambientes naturais em Boa Vista, Roraima. Em cada ponto amostral das respectivas áreas em estudo, foram coletadas amostras na forma de torrão e anéis volumétricos para determinação de atributos do solo. A resistência do solo a penetração foi determinada por medidor eletrônico de compactação de solo marca FALKER PLG1020. A mineralogia das frações areia, silte e argila foram determinadas por difratometria de raios-X, de acordo com Whittig; Allardice (1986). Os maiores valores de compactação foram observados na área de savana. Os solos das áreas de savana e floresta foram classificados em textura argilosa e franco-argilo-arenosa, respectivamente. A caulinita foi predominante na composição da argila dos solos estudados, o alto grau de intemperismo associado a composição mineralógica mostra indícios de baixa fertilidade desses solos, outros minerais comuns (goethita, hematita e gibsitita) foram poucos expressivos nos ambientes estudados.

**Palavras-chave:** Solos amazônicos, atributos físicos, mineralogia.

## PHYSICAL ATTRIBUTES, MINERALOGY AND SOIL COMPACTION IN NATURAL ENVIRONMENTS IN THE NORTHERN AMAZON, BRAZIL

**ABSTRACT:** Most Amazonian soils are characterized by low natural fertility, low base saturation, and high aluminum saturation. Although they have good morphological and physical characteristics, it is known that natural ecosystems have a harmonious integration between cover. and soil attributes, resulting from essential processes of nutrient cycling and accumulation and decomposition of organic matter. The present work aimed to evaluate the physical attributes, mineralogy and soil compaction in natural environments in Boa Vista, Roraima. At each sampling point of the respective areas under study, samples were collected in the form of clod and volumetric rings to determine soil attributes. The penetration resistance of the soil was determined by a FALKER PLG1020 electronic soil compaction meter. The mineralogy of sand, silt and clay fractions were determined by X-ray diffraction. The highest compaction values were observed in the savannah area. The soils of the savannah and forest areas were classified in clayey and sandy loamy texture, respectively. The kaolinite was predominant in the clay composition of the studied soils, the high degree of weathering associated with mineralogical composition shows signs of low fertility of these soils, other common minerals (goethite, hematite and gibbsite) were few expressive in the studied environments.

**Keyword:** Amazonian soils, physical attributes, mineralogy

### INTRODUÇÃO

O estado de Roraima apresenta uma área total em torno de 226.232 km<sup>2</sup>. Em geral, os solos do estado são caracterizados como de baixa fertilidade natural, baixa saturação por bases, e elevada saturação por alumínio, embora apresentem boas características morfológicas e físicas, traduzindo em bom potencial agrícola (BENEDETTI et al., 2011). MELO et al. (2006) afirmam que solos em áreas sob savana em Roraima apresentam grau relativamente avançado de intemperismo, baixa fertilidade natural, reação ácida e presença de caulinita como o principal mineral da fração argila, além de limitações físicas dos solos para uso agrícola nos ecossistemas naturais.

Os ecossistemas naturais apresentam integração harmoniosa entre a cobertura vegetal e os atributos do solo, decorrente de processos essenciais de ciclagem de nutrientes e acumulação e decomposição da matéria orgânica. Entretanto, a ação

antrópica promove alterações nesses atributos e, na maioria das vezes, causa impacto ambiental negativo (SILVA et al., 2007). De acordo com Bayer e Mielniczuk (2008), sob vegetação natural a matéria orgânica do solo se encontra estável e, quando submetida ao uso agrícola, pode ocorrer redução acentuada no seu conteúdo, principalmente quando utilizados métodos de preparo com intenso revolvimento do solo e sistemas de cultura com baixa adição de resíduos. Nessa situação, pode ser estabelecido um processo de degradação das condições químicas, físicas e biológicas do solo, além de perda da produtividade das culturas.

Outro ponto importante no que se refere aos atributos físicos e mineralógicos de solos, é a qualidade física e o manejo do solo, pois o efeito do manejo sobre as propriedades físicas do solo é altamente dependente da sua textura, a qual influencia a resistência e a resiliência do solo a determinada prática agrícola (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009; GOMES et al. 2019). O uso, o manejo, o nível e o tempo de utilização do solo promovem alterações nas propriedades do solo. Entre elas, destaca-se a estrutura que está relacionada com a agregação. São vários os agentes que causam essas alterações, que podem ser passageiras ou prolongadas por vários anos (WENDLING et al., 2005).

É importante salientar ainda que a conversão de sistemas naturais agrícolas possa resultar em compactação do solo, devido ao pisoteio animal, tráfego de máquinas e implementos agrícolas, cultivo intensivo e sistema de manejo inadequado (HAMZA; ANDERSON, 2005). O grau de compactação provocado pelo pisoteio animal pode ser influenciado pela textura, pelo sistema de pastejo, pela altura de manejo da pastagem, pela quantidade de resíduo vegetal na superfície e pela umidade do solo, (LANZANOVA et al., 2008) influenciado diretamente na qualidade do solo (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009) desta forma se faz necessário estudos que visem observar informações relacionadas e manejos e seus impactos nos meios o qual são estabelecidos.

De acordo com Six et al. (2000) e Salton et al. (2008), a estrutura do solo, na maioria das vezes avaliada pela distribuição e estabilidade dos agregados, tem sido proposta como um importante indicador da qualidade do solo. Assim a estrutura apresenta grande importância no comportamento agrícola do solo, uma vez que exerce grande influência nos ciclos de carbono e de nutrientes, na capacidade de receber,

estocar e transmitir água, na difusão de gases, na penetração das raízes e na capacidade de resistir à erosão, que são fatores importantes para o crescimento das plantas (SIX et al., 2000; PORTUGAL et al., 2008).

Sob o ponto de vista prático e de interesse econômico, o estudo das alterações na estrutura e agregação do solo, induzidas por seu uso do mesmo, assume importância relevante na previsão dessas alterações, com a finalidade de subsidiar a adoção de um sistema de manejo, que vise à manutenção ou recuperação do seu potencial agrícola e produtivo. Em condições tropicais existem poucos estudos sobre o estado de agregação de solos em diferentes tipos de usos agrícolas, bem como sua relação com as diferentes frações orgânicas do solo (PORTUGAL et al., 2010). O Presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos físicos e mineralógicos em área de floresta e savana em Boa Vista, Roraima.

## METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em duas áreas adjacentes com savana e floresta, no município de Boa Vista, norte do estado de Roraima. As mesmas estão localizadas à margem direita da BR 174 no sentido Boa Vista – Pacaraima, a 10 km da sede do município, coordenadas geográficas de referência 2° 52' 16'' N e 60° 42' 47'' W (Figura 1). A área é caracterizada pela ocorrência de sedimentos Pliopleistocênicos inferior a médio (Formação Boa Vista), interrompidos por afloramentos basálticos da Formação Apoteri (Jurássico inferior a médio) (Melo et al., 2010b).

Os solos das áreas de estudos foram classificados como Latossolo Amarelo (LA) e Latossolo Vermelho, para savana e floresta, respectivamente, apresentando relevo plano a suave-ondulado com altitude em torno de 80 m. A caracterização climática da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo AW, tropical chuvoso, quente e úmido, com precipitação pluvial média anual de 1600 mm, com período seco de outubro a março (Araújo et al. 2001). Foram coletadas amostras indeformadas nas respectivas áreas em três profundidades (0,0-0,20 e 0,20-0,40 m) com quatro repetições em cada área.

Em cada ponto amostral das respectivas áreas em estudo, foram coletadas amostras com estrutura preservada na forma de torrão, para determinação da estabilidade dos agregados do solo. As amostras foram secas à sombra e levemente

destorroadas, de forma manual, passando as mesmas em peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha e retidas na peneira de 4,76 mm de diâmetro. As amostras retidas na peneira de 2,00 mm foram utilizadas para análises granulométricas e químicas.

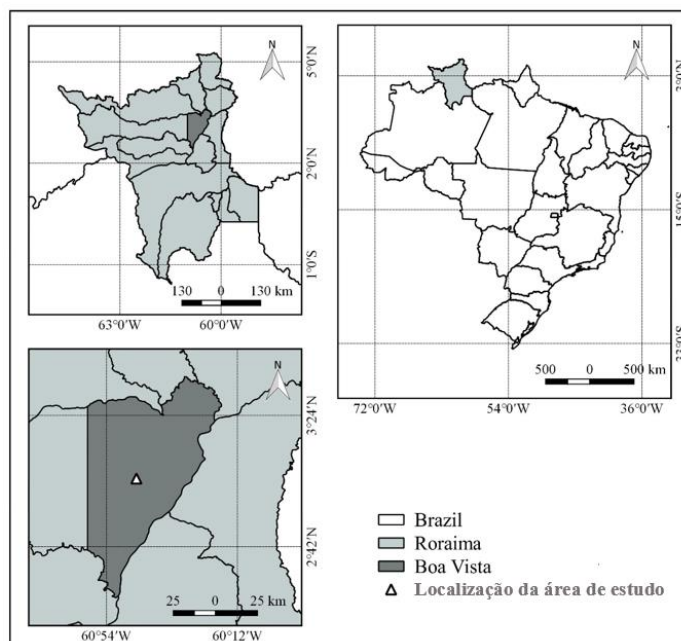


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo no município de Boa Vista, RR.

A densidade foi determinada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 2011), nas profundidades de 0-20 cm e 20 - 40 cm. A resistência do solo a penetração foi determinada por medidor eletrônico de compactação de solo marca FALKER PLG1020 nas profundidades de 0 a 40 cm com cinco repetições em cada ponto de amostragem.

O método empregado para a separação e estabilidade dos agregados foi determinado segundo KEMPER & CHEPIL (1965), com modificações nas seguintes classes de diâmetro: 4,76-2,0 mm; 2,0-1,0 mm; 1,0-0,50 mm; 0,50-0,25 mm; 0,25-0,125; 0,125-0,063 mm. Os agregados provenientes da peneira de 4,76mm foram colocados em contato com a água sobre a peneira de 2,0 mm e submetidos à agitação vertical em aparelho Yoder (SOLOTEST, Bela Vista, São Paulo, Brasil) por 15 min e com 32 oscilações por minuto. O material retido em cada classe das peneiras foi colocado em estufa a 105 °C, e em seguida mensurada as respectivas massas em uma balança digital.

Os resultados foram expressos em porcentagem dos agregados retidos em cada uma das classes das peneiras e a estabilidade dos agregados avaliados pelo diâmetro médio ponderado (DMP), assim como o índice de estabilidade de agregados da classe <0,25 mm (IEA) ambos obtidos pela fórmula proposta por CASTRO FILHO et al. (1998), e o diâmetro médio geométrico (DMG), segundo SCHALLER & STOCKINGER (1953), citados por ALVARENGA et al. (1986), de acordo com as equações:

$$DMP = \frac{\sum_{i=1}^N n_i D_i}{\sum n_i} \quad (5)$$

$$DMG = 10^{\frac{\sum_{i=1}^N n_i \log D_i}{\sum n_i}} \quad (6)$$

em que  $n_i$  é a porcentagem de agregados retidos em uma determinada peneira,  $D_i$  é o diâmetro médio de uma determinada peneira e  $N$  é o número de classes de peneiras.

$$IEA = \left( \frac{MS - wp_{0,25} - \text{areia}}{MS - \text{areia}} \right) 100 \quad (7)$$

em que MS – massa seca da amostra, g;  $wp_{0,25}$  – massa dos agregados da classe < 0,25 mm, g.

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, utilizando solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 min, seguindo metodologia proposta pela EMBRAPA (2011). A fração argila foi separada por sedimentação, as areias muito grossa, grossa, média, fina e muito fina por tamisação e o silte foi calculado pela diferença. A partir dos resultados da análise granulométrica, foi determinada a textura de cada amostra, representando as duas classes de solo em estudo, baseado no guia para grupamento de classes de textura, conforme Embrapa (2006). Após determinar a textura, foi realizada o cálculo da relação silte/argila. Essa relação é um índice que auxilia na mensuração do grau de intemperização dos solos, conforme destaca Anjos et al., (1998).

A mineralogia das frações areia, silte e argila foram determinadas por difratometria de raios-X. As amostras foram preparadas pelo método do pó, usando-se lâminas de alumínio e analisadas de acordo com Whittig; Allardice (1986). O difratômetro, equipada com ânodo de cobalto e filtro de níquel, foi operado a 25 mA e 35 kV para todas as análises realizadas. A difratometria de raios-X (DRX) foi realizada em um equipamento aparelho RX Lab XRD 6000 da marca Shimadzu com ângulo de inclinação de 10° a 70° radiação; tempo de contagem de 0,5 segundos, totalizando de 30 minutos. A partir dos dados obtiveram-se as médias dos atributos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em se tratando da densidade global nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, foram observadas diferenças significativas entre o Latossolo Vermelho e o Latossolo Amarelo, sendo os maiores valores encontrados em Latossolo Amarelo (Tabela 1). Os maiores valores encontrados no Latossolo Amarelo estão vinculados ao seu caráter coeso, presente nos primeiros 20 cm do solo. Além disso, os níveis de M.O. nos Latossolos Vermelhos foram maiores que nos Latossolos Amarelos. Esses valores melhoram a estrutura do solo, diminuindo a densidade nos horizontes superficiais.

Tabela 1: Valores da composição granulométrica e atributos físicos do solo das áreas de savana e floresta

Área	<sup>1</sup> Prof	Areia	Silte	Argil	<sup>2</sup> S/ A	<sup>3</sup> DM	<sup>4</sup> DM	<sup>5</sup> IEA	<sup>6</sup> DS	<sup>8</sup> CS
		-----%-----				-----mm-----		%	g/cm <sub>3</sub>	Kpa
Floresta (LV)	0-20 cm	67,5 0	9,80	22,70	0,23	0,78	0,68	38,9 4	1,07	558,5 5
	20-40 cm	59,2 0	10,2 0	30,60	0,37	0,75	0,66	28,8 3	1,18	1170, 9
Savana (LA)	0-20 cm	51,0 0	9,20	39,80	0,43	1,41	0,81	66,8 8	1,44	738,6
	20-	38,5	16,5	45,00	0,33	0,40	0,57	20,3	1,38	711,1

---

40	0	0	2
----	---	---	---

cm

---

<sup>1</sup>Prof: profundidade; <sup>2</sup>S/A: relação silte argila; <sup>3</sup>DMG: diâmetro médio gravimétrico das partículas; <sup>4</sup>DMP: diâmetro médio ponderado das partículas; <sup>5</sup>IEA: índice de estabilidade de agregados; <sup>6</sup>DS: densidade do solo; <sup>7</sup>CS: Compactação do solo.

Quanto à compactação do solo, os maiores valores superficiais foram encontrados nos Latossolos Amarelos sob savana, seguidos dos Latossolos Vermelhos sob floresta. Devido a ausência de revolvimento do solo, os agregados tendem a se ligar mais fortemente. Isso é reflexo da deposição de M.O ao longo dos anos. Também é possível observar que esses valores estão associados com a densidade do solo, onde solos com densidade maior tendem a ter compactação maior, e como se trata de dois ambientes naturais é possível observar a dinâmica natural desses atributos no ecossistema (Rossetti & Centurion, 2017). Pedrotti et al. (2001) avaliaram a compactação do solo sob diferentes sistemas de cultivo e concluíram que a densidade do solo é diretamente proporcional ao revolvimento do solo. Em oposição, Souza e Alves (2003) afirmam que o manejo e uso do solo com pastagem provocam mudanças na resistência do solo à penetração devido o intenso pisoteio dos animais durante o pastejo.

A análise granulométrica dos Latossolos Amarelos revelou que estes solos apresentam textura média, onde o teor de argila variou de 22,7 a 30,6% nos horizontes superficiais e subsuperficiais. Em ambas as profundidades o teor de areia mostrou-se relativamente constante, na profundidade 0-20 cm com valor de 67,5%, decrescendo na profundidade 20-40 cm para 59,2. Na profundidade de 20-40 cm, foram observados valores mais elevados de argila, com 30,6%. Para a composições de silte e argila houve crescimento nos teores da camada superficial de 0-20 cm para a cama subsuperficial de 20-40 cm.

Os teores de areia elevados estão associados à boa porosidade que estes tipos de solos possuem, refletindo em uma boa drenagem. Os valores da relação silte/argila são baixos indicando baixos valores de silte e, portanto, avançado estágio de intemperismo. No geral, estes solos apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila. Apresenta boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e índice médio de erodibilidade.



Em se tratando do Latossolo Vermelho, os resultados da análise granulométrica (Tabela 2) revelaram textura argilosa, com o teor de argila variando de 39,8 a 45,0%, em virtude de sua proximidade com áreas de florestas. O horizonte superficial na profundidade de 0-20 cm apresenta teor de argila de 39,8%, aumentado com a profundidade. A mesma caracterização foi encontrada pela Embrapa (1983) em área de floresta e savana sobre Latossolo Vermelho com textura argilosa e muito argilosa (EMBRAPA, 1990b).

Os valores da relação silte/argila apresentaram-se baixos na profundidade de 0-20. Houve aumento na relação silte/argila na profundidade de 20-40 cm em relação ao horizonte superficial, ainda satisfazendo as condições de estágio avançado intemperismo para essa classe. Os Latossolos Vermelhos são solos com teores de argila superiores a 35%. Possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Segundo Benedetti et al. (2011), a porosidade média no horizonte superficial é superior a 50% nestes tipos de solos, facilitando a boa drenagem. Esses solos apresentam maior força de coesão entre as partículas, o que além de dificultar a penetração, facilita a aderência do solo aos implementos, dificultando os trabalhos de mecanização. Embora sejam mais resistentes à erosão, são solos altamente susceptíveis à compactação, o que merece cuidados especiais no seu preparo, principalmente no que diz respeito ao teor de umidade, no qual o solo deve estar com consistência friável.

Os valores para DMP e DMG em Latossolo Vermelho sob floresta sofreram leve diminuição com a profundidade, variando de 0,78 para 0,75 mm e 0,68 para 0,66 mm para as variáveis supracitadas. Os valores de IEA sofreram queda acentuada, variando de 38,94% para 28,83%. Em se tratando dos Latossolos Amarelos sob savana, os valores de DMP e DMG variaram de 1,41 para 0,40 mm e 0,81 para 0,57 mm. Por consequência, o IEA variou de forma acentuada de 66,88 para 20,32%. Lacerda et al. (2005), analisando o DMP, DMG e IEA de um Nitossolo Vermelho distroférico sob quatro diferentes manejos de solo nas profundidades de 0 - 0,1 e 0,3 - 0,4, perceberam a diminuição dos valores com a profundidade. Os resultados correlacionam com os níveis de M.O. e CTC encontrados no perfil, fatores esses que agem com agentes cimentantes das partículas de solos, favorecendo a maior estruturação, caso também percebido no experimento. Castro Filho et al. (1998) observaram diminuição do DMP e DMG em um Latossolo Vermelho com a profundidade, não havendo diferença significativa do IEA

nesse intervalo. A variação encontrada no Latossolo Vermelho do presente estudo deve-se aos índices de M.O provindo da floresta local. Esses resultados comprovam uma maior sensibilidade do DMP e do DMG, comparativamente ao IEA, em função da profundidade em diferentes manejos (WENDLING, 2005).

Área	Fração	Profundidade	Principais minerais presentes
Savana	Areia	0-20 cm	Quartzo
		20-40 cm	Quartzo
	Silte	0-20 cm	Quartzo, Halosita
		20-40 cm	Quartzo, Halosita
	Argila	0-20 cm	Quartzo, Caulinita, Halosita
		20-40 cm	Quartzo, Caulinita, Halosita
Floresta	Areia	0-20 cm	Quartzo
		20-40 cm	Quartzo
	Silte	0-20 cm	Quartzo, Caulinita
		20-40 cm	Quartzo, Caulinita
	Argila	0-20 cm	Goethita, Hematita, Caulinita
		20-40 cm	Goethita, Hematita, Caulinita

Tabela 2: Mineralogia das frações areia, silte e argila nas áreas de savana e floresta.

O mineral predominante na fração argila dos Latossolos estudados é a caulinita, indicativa de grau de intemperismo avançado com forte lixiviação de bases, resultando em baixa fertilidade química (Tabela 1 e Figuras 1 a 9), com expressão maior de hematita para o Latossolo Vermelho. A composição mineralógica destes é similar à obtida por Vale Júnior (2000); Melo et al. (2006) e Benedett (2007), que apresentam mineralogia herdada do retrabalhamento do material de origem pré-intemperizado e também de alterações monossiláticas, com forte predomínio de caulinita, e menor proporção de oxi-hidróxidos de Fe/Al. Segundo Melo et al. (2006) e Campos et al. (2011) em solos derivados dessas rochas sedimentares, os baixos teores de minerais ferromagnesianos podem ser atribuídos ao material que deu origem aos sedimentos, ao

alto grau de intemperismo ocorrido antes da deposição e às condições úmidas que favorecem a concentração de caulinita e a remoção de minerais de óxidos de Fe.

A presença de outros minerais, como goethita, hematita e gibbsita, foi menos expressiva. Outros autores encontraram resultados semelhantes para solos similares da região (SCHAEFER et al., 1993; VALE JÚNIOR, 2000; MELO et al., 2006; MELO, 2010). Vale destacar que a ocorrência de hematita no Latossolo Vermelho distrófico da Formação Boa Vista está associada ao contato com o basalto da Formação Apoteri.

## CONCLUSÕES

Os maiores valores de compactação foram observados na área de savana. Os solos das áreas de savana e floresta foram classificados em textura argilosa e franco-argilo-arenosa, respectivamente.

Os valores para DMP e DMG em Latossolo Vermelho sob floresta sofreram leve diminuição com a profundidade. Já os valores de IEA sofreram queda acentuada, variando de 38,94% para 28,83%.

A caulinita foi predominante na composição da argila dos solos estudados, o alto grau de intemperismo associado a composição mineralógica mostra indícios de baixa fertilidade desses solos, outros minerais comuns (goethita, hematita e gibbsita) foram poucos expressivos nos ambientes estudados.

## REFERÊNCIAS

- ANJOS, L. H.; FERNANDES, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRANZMEIER, D. P. FRANZMEIER. Landscape and pedogenesis of na Oxisol-Inceptisol-Ultisol sequence in Southeastern Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 62, p. 1651-1658, 1998.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.
- BENEDETTI, U. G.; VALE JUNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MELO, V. F.; UCHÔA, S. C. P. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos pliopleitocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 299-312, 2011.
- CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; SOUZA, R. V. C. C.; ALMEIDA, M. C. Características mineralógicas de latossolos

e argissolos na região sul do Amazonas. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 9, p. 11-18, 2011.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. . Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 527-538, 1998.

EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do Pólo Roraima**. Boletim de pesquisa n.18. Rio de Janeiro: Comitê de Publicações do SNLCS, 1983.

EMBRAPA. **Levantamento semidetalhado dos solos e aptidão agrícola das terras do campo experimental Monte Cristo do CPAF-RR, estado de Roraima**. Boletim de pesquisa. Rio de Janeiro: Comitê de Publicações do SNLCS, 1990.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2011. 230p.

GOMES, R. P.; BERGAMIN, A. C.; SILVA, L. S.; CAMPOS, M. C. C.; CAZZETA, J. O.; COELHO, A. P.; SOUZA, E. D. Changes in the physical properties of an Amazonian Inceptisol induced by tractor traffic. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 79, p. 103-113, 2019.

HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil Till. Res.**, 82:121-145, 2005.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A., EVANS, D. D., WHITE, J. L., ENSMINGER, L. E.; CLARK, F. E., eds. **Methods of soil analysis – Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison, American Society of Agronomy, p. 499-510. (Agronomy Series, 9), 1965.

LACERDA, N. B. de.; ZERO, V. M.; BARILLI, J.; MORAES, M. H.; BICUDO, S.J. Efeito de diferentes sistemas de manejo na estabilidade de agregados de um Nitossolo Vermelho. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 686-695, 2005.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. Matéria Orgânica em Solos Desenvolvidos de Rochas Máficas no Nordeste de Roraima. **Acta amazônica**, v. 39, p. 53-60, 2009.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, L. E. F.; CHAGAS, A. C.; JÚNIOR, J. B. L.; ANDRADE, R. P. de. Caracterização física, química e mineralógica de solos da Colônia Agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia) sob diferentes usos e após queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.6, p.1039-1050, 2006.

MELO, V.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. & UCHÔA, 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**, v. 80, p. 95-105, 2010b.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANA, S.. Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido à diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, p. 521-529. 2001.

PORTUGAL, A. F.; JUNCKSH, I.; SCHAEFER, C.E.R.G.; LIMA, J.C. Estabilidade de agregados em Argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 545-553, jul/ago, 2010.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M.; SANTOS, B.C.M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 32: 242-258. 2008.

ROSSETTI, K.V, CENTURION, J. F. Compactação em Latossolos e suas relações com o crescimento radicular do milho. **Revista Agro@mbiente On-Line**, v. 11, p. 181-190, 2017.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C. MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em mato grosso do sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:11-21. 2008.

SCHAEFER, C. E. G. R. **Ambientes no Nordeste de Roraima: Solos, Palinologia e implicações Paleoclimáticas**. Viçosa-MG, 1991. 108f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, J.E.; LEMAINSKI, J.; RESCK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de cerrados do oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.541-547, 1994.

SILVA, M.B.; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRA, P.M. & LANNA, A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42:1755-1761, 2007.

SIX, J.; PAUSTRIAN, K.; ELLIOTT, E.T.; COMBRINK, C. Soil Structure and organic matter: distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. **Soil Science Society American Journal**, 64:681-689. 2000.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C.. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 18-23. 2003.

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,

2000. 185f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.

VALE JUNIOR, J. F.; FREITAS, R. M. S.; UCHÔA, S. C. P.; SOUSA, M. I. L.; CRUZ, D. L. S. Atributos químicos e atividade microbiana em solos convertidos de savana para o plantio de Acácia mangium Willd em Roraima. **Revista Agro@ambiente**, v.5, n.1, p. 1-11, 2011.

VEZZANI, F. M & MIELNICZUK, J. Revisão de Literatura: Uma visão sobre qualidade do solo. Revisão Revista Brasileira Ciência do Solo, 33:743-755, 2009.

WANDER, M.M.; BIDART, M.G.; AREF, S. Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.62, p.1704-1711, 1998.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. de S.; NEVES, J. C. L.. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira (Online)**, Brasília, v. 40, n.5, p. 487-494, 2005.

**Recebido: 30/9/2019. Aceite: 13/11/2019.**

#### **Sobre os autores:**

**Fernando Gomes de Souza** - Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico - Universidade Federal de Roraima – UFRR, Boa Vista, Roraima, Brasil.  
Contato: [fernando.souza@ufr.br](mailto:fernando.souza@ufr.br)

**Valdinar Ferreira Melo** - Professor Titular da Universidade Federal de Roraima – UFRR, Boa Vista, Roraima, Brasil.  
Contato: [valdinar@yahoo.com.br](mailto:valdinar@yahoo.com.br)

**Josimar da Silva Chaves** - Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico - Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia de Roraima – IFRR, Boa Vista, Roraima, Brasil.  
Contato: [josimar.chaves@ifrr.edu.br](mailto:josimar.chaves@ifrr.edu.br)

**Rafael Jorge do Prado** - Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico - Universidade Federal de Roraima – UFRR, Boa Vista, Roraima, Brasil.  
Contato: [rafael.prado@ufr.br](mailto:rafael.prado@ufr.br)

**Elilson Gomes de Brito Filho** – Graduando de Agronomia do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente/Universidade Federal do Amazonas – IEAA/UFAM, Humaitá, Amazonas, Brasil.  
Contato: [bfsambiente@gmail.com](mailto:bfsambiente@gmail.com)

**Eduardo Antonio Neves dos Santos** – Engenheiro Florestal pela Universidade Federal do Amazonas – IEAA/UFAM, Humaitá, Amazonas, Brasil.  
Contato: [edusantos.engflorestal@hotmail.com](mailto:edusantos.engflorestal@hotmail.com)