



Gênese e estabilidade de agregados em solos no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu – RJ

Aparecida Alvarez Maffra^{*1}; Eduardo Carvalho da Silva Neto¹; Fabiana Lopes Brumano¹; Giselle da Silva Fagundes Bezerra¹; Marcos Gervasio Pereira²

RESUMO: Os agregados do solo podem ser classificados quanto à sua gênese como biogênicos ou fisiogênicos. O objetivo deste estudo foi analisar a gênese de agregados em solos do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu (PNMNI) bem como sua relação com atributos do solo como a textura, estabilidade e teor de matéria orgânica. Foram coletadas amostras de solo indeformadas em dois pontos no interior do PNM-NI. Os agregados foram separados com o auxílio de lupa com aumento de 30x, de acordo com os padrões morfológicos. Após a separação, foi determinada a umidade gravimétrica, granulometria e os teores de matéria orgânica do solo em cada classe de agregados e em amostras de solo sem a separação em agregados. Os agregados biogênicos representam uma grande parcela dos quantificados no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu. A via de formação biogênica apresenta maior eficiência na formação de agregados estáveis, manutenção da matéria orgânica e umidade do solo, sendo, portanto, mais sensível a mudanças ambientais. Dessa forma, ressalta-se a importância da conservação da biodiversidade local que além de proteger diversos mananciais hídricos da região, é responsável pela formação de agregados biogênicos que contribuem para a manutenção da qualidade do solo.

Palavras-chave: estrutura do solo, Floresta Atlântica, matéria orgânica do solo.

Genesis and stability of soil aggregates in the Municipal Natural Park of Nova Iguaçu - RJ

ABSTRACT: Soil aggregates can be evaluated for biogenic and physiogenic genesis. The objective of this study was analyze soil aggregate genesis in soils of the Municipal Natural Park of Nova Iguaçu (PNMNI) as well as their effects on soil attributes such as texture, stability and organic matter content. Soil samples were collected at two points inside the PNM-NI. The aggregates were separated with the aid of magnifying glass with a magnification of 30x, according to the morphological standards. After separation, gravimetric moisture, grain size and soil organic matter contents were determined in each class of aggregates and in soil samples without separation in aggregates. The biogenic aggregates represent an important way of forming aggregates of the soil in the Municipal Natural Park of Nova Iguaçu. The biogenic formation path presents greater efficiency in the formation of stable aggregates, maintenance of organic matter and soil moisture, being, therefore, more sensitive to environmental changes. In this way, the importance of local biodiversity conservation is highlighted, which, besides protecting several water sources in the region, is responsible for the formation of biogenic aggregates that contribute to the maintenance of soil quality.

Keywords: soil structure, Atlantic Forest, soil organic matter.

INTRODUÇÃO

O solo é um corpo natural, caracterizado como um sistema aberto complexo no qual há troca de energia e matéria com os sistemas ao seu entorno (DIJKERMAN, 1974), e que apresenta importantes funções no ecossistema, como na oferta e disponibilidade de alimentos, no sequestro de carbono, e no armazenamento de nutrientes e água (FAO, 2015). Estima-se que 33% dos solos mundiais estão degradados, e as causas estão associadas ao manejo inadequado, que pode intensificar processos naturais como a erosão, compactação, salinização, acidificação e desertificação, além da contaminação, o que compromete a sua qualidade e a utilização (FAO, 2015).

A agregação do solo tem sido utilizada como indicador de qualidade física do solo, pois é sensível a alterações, dependendo o manejo adotado (SILVA NETO et al., 2016; FERNANDES et al., 2017; BARROS et al., 2018). A formação de agregação é um processo iniciado através da união das partículas unitárias, que após inúmeros ciclos bio-físico-químicos se agrupam formando os microagregados (TISDALL & OAEDES, 1982) e a partir desses pode ocorrer a formação de macroagregados. Os macroagregados podem ser formados por vias distintas, resultando na formação dos agregados fisiogênicos (pedogênicos), biogênicos e intermediários, estes últimos quando não há

Recebido em 17/06/2019; Aceito para publicação em: 17/07/2020

¹ Universidade Iguaçu

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

*E-mail: aalvarezmaffra@yahoo.com.br

predomínio de uma via específica de formação (VELÁSQUEZ et al., 2007).

Os agregados fisiogênicos são resultantes da presença de matéria orgânica, óxidos e hidróxidos, que promovem a estabilização da aproximação das partículas, além da atuação e influência do tipo e teor de argila, da ação de hifas e raízes, compostos derivados do metabolismo microbiano e ciclos de umedecimento e secagem (VELÁSQUEZ et al., 2007). Os agregados biogênicos são formados pelos excrementos de organismos dos solos, ou ainda pela ação das raízes e exsudatos. Quanto à macrofauna do solo, as minhocas destacam-se pela capacidade de alterar as características do solo, modificando as propriedades físicas como a estabilidade de agregados, a infiltração, e a incorporação e distribuição da matéria orgânica do solo (MOS) (BATISTA et al., 2013), pois elas produzem coprólitos que são agregados biogênicos mais eficientes na proteção física da MOS, retardando sua decomposição e elevando o potencial de sequestro de carbono pelo solo (BOSSUYT & HENDRIX, 2005; VELÁSQUEZ et al., 2007; MELLO, 2008). Deste modo, agregados biogênicos podem ser considerados indicadores da qualidade de solo (LOSS et al., 2014; 2017; SILVA NETO et al., 2010; FERNANDES et al., 2017).

Estudos têm sido realizados relacionando os tipos de agregados com a sua estabilidade, teores de carbono orgânico total e as substâncias húmicas, a fertilidade do solo, e os teores de cátions trocáveis. Os resultados de estudos indicam que os agregados biogênicos conferem ao solo maior estabilidade (JOUQUET et al., 2009) e maiores teores de carbono orgânico total e de substâncias húmicas, como humina e ácido húmico, além do aumento da fertilidade, quando comparados aos agregados fisiogênicos (LOSS et al., 2014; SILVA NETO et al., 2010; BOTTINELLI et al., 2015; SILVA NETO et al., 2016; FERNANDES et al., 2017).

Em relação ao uso e ocupação do solo e a sua relação com os tipos de agregados Rossi et al. (2016) observaram em área de Sistemas Agrofloreais (SAFs) que os agregados intermediários apresentaram maiores contribuições no volume total de agregados. Silva Neto et al. (2016) ao analisarem Floresta Secundária em três estágios sucessionais (avançado, médio e inicial) na Mata Atlântica, observaram que a maior proporção de agregados biogênicos ocorreu no estágio mais avançado. Batista et al. (2013) ao analisarem os agregados no Cerrado brasileiro, concluíram que o clima seco interferiu na formação dos tipos de agregados, predominando os de origem intermediária, diferenciando da época

chuvosa, quando não houve diferença quanto as vias de formação dos agregados.

O objetivo deste estudo foi analisar a gênese de agregados em solos do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu (PNMNI) através do estudo das vias formação, bem como seus efeitos em atributos do solo como a textura, estabilidade e teor de matéria orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O PNM-NI está localizado na região da Baixada Fluminense, entre os municípios de Mesquita, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro. Ocupa uma área total de 1.100 hectares, com altitudes entre 150 a 956 metros. O PNM-NI faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) do Gericinó-Mendanha, considerada Reserva da Biosfera pela UNESCO. O maciço do Gericinó-Madureira-Mendanha é uma serra isolada, subdividindo-se em dois blocos, entalhados por drenagem de rios de pequeno porte. Está inserido na unidade geomorfológica de Colinas e Maciços Costeiros (MELLO, 2008). Com relação aos solos, de acordo com o Plano de Manejo do PNM-NI, predominam Argissolos, Latossolos e Cambissolos (PREFEITURA DE NOVA IGUAÇU, 2000).

O clima é do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, indicando clima tropical com uma estação seca (ALVARES et al., 2013), com temperatura anual média de 23,7°C, precipitação total anual média de 1.171 mm e evapotranspiração total anual média de 1.239 mm. O clima e os gradientes altitudinais condicionam a ocorrência de vegetação de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana, com fisionomias florestais particulares com forte nível de heterogeneidade ambiental de suas matas secundárias. Algumas áreas apresentam avançado estágio de regeneração, com grande biodiversidade botânica nos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo (PREFEITURA DE NOVA IGUAÇU, 2000).

A coleta das amostras de solo para a análise dos agregados foi realizada em dois pontos no interior do PNM-NI (Figura 1). O ponto 1 (P1) localiza-se em área próxima à Trilha do Mata-Fome e o ponto 2 (P2) próximo à Trilha da Varginha, com as coordenadas geográficas 22°47'00.53"S e 43°28'21.82"O (P1) e 22°46'48.33"S e 43°27'37.13"O (P2). Para a identificação das classes de solo, os perfis foram descritos de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (SANTOS et al., 2015) e posteriormente classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018).

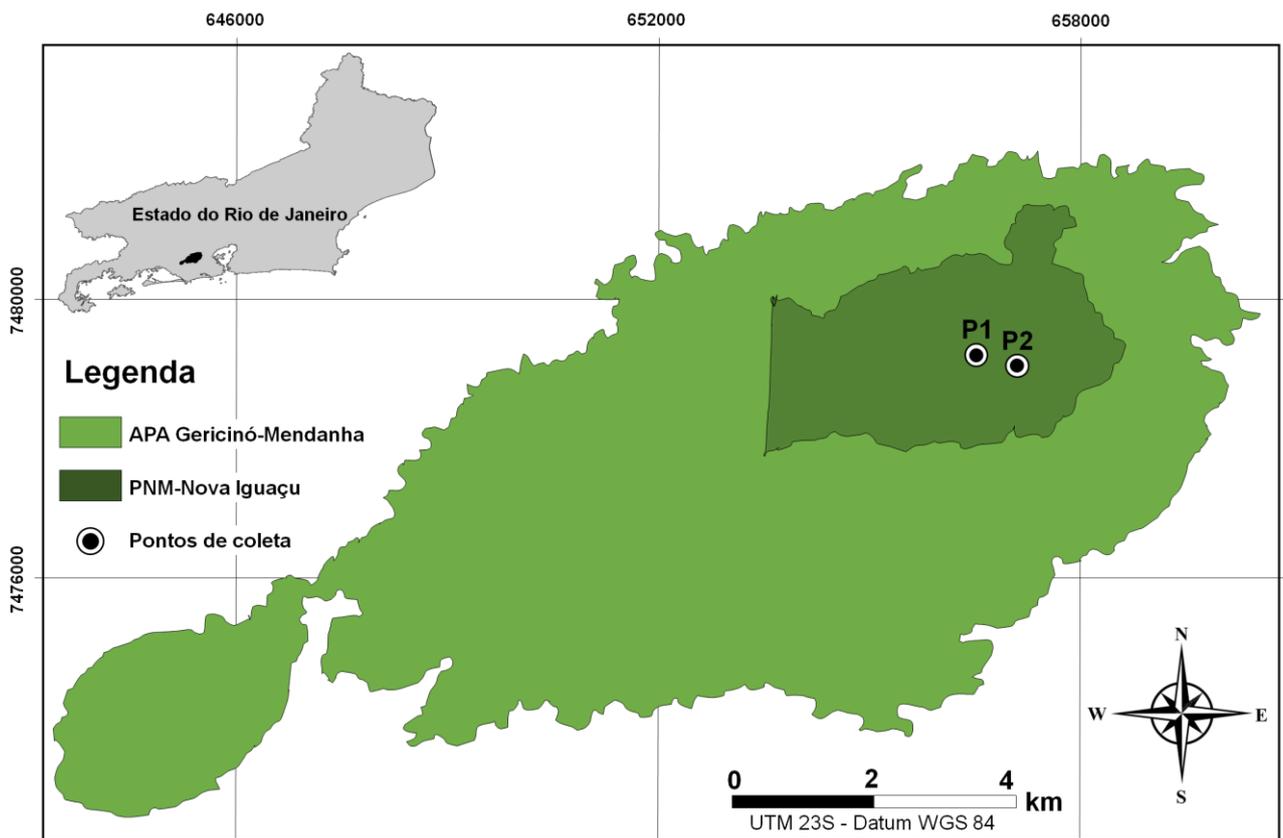


Figura 1 – Localização dos pontos de coleta no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu (PNM-NI) e da APA Gericinó-Mendanha no estado do Rio de Janeiro.

Em cada ponto foram coletadas amostras indeformadas para análise de agregados na profundidade de 0-5 e 5-10 cm. A análise estatística dos dados foi realizada considerando um delineamento inteiramente casualizado, com quatro pseudo-repetições. Após as coletas, ainda no campo, as amostras foram submetidas a peneiramento, sendo utilizado um conjunto de peneiras de 9,7 e 8,0 mm, em que os agregados maiores que 9,7 e menores que 8,0 mm foram descartados. As amostras foram levadas para Laboratório Multidisciplinar da Universidade Iguaçu (UNIG), onde foram analisadas com auxílio de lupa com aumento de 30x, para identificação as vias de formação de acordo com os padrões morfológicos propostos por Bullock et al. (1985) e Pulleman et al. (2005). Para determinação da contribuição relativa das vias de formação foram pesados 100 g de agregados de cada profundidade (0-5 cm e 0-10 cm). Os agregados fisiogênicos apresentam formas angulares, e os agregados biogênicos apresentam formas arredondadas, providas pelo trato intestinal da macrofauna do solo, principalmente minhocas e/ou por evidência de atividade de raízes. Também foram separados os materiais minerais (fragmentos de rocha) e orgânicos (folhas, galhos e raízes) em cada amostra, sendo estes pesados e expressos em porcentagem em relação à massa inicial (100 g).

Após a separação, foi determinada a umidade na base gravimétrica (U_g), granulometria e os teores de matéria orgânica do solo (MOS) em cada classe de agregados e em amostras de solo deformada, com o objetivo de avaliar a contribuição das vias de formação nesses atributos. Para a determinação da U_g as amostras foram pesadas e secas em estufa a 100-105°C por 24h. A análise granulométrica e a determinação dos teores de MOS foram realizadas conforme (TEIXEIRA et al., 2017), sendo utilizado o método de combustão em mufla a 400°C por 8h, para a MOS. Todas as análises foram realizadas no Laboratório Multidisciplinar da UNIG.

A estabilidade dos agregados foi determinada pela via seca (TEIXEIRA et al., 2017). A quantidade e distribuição proporcional dos agregados nas diferentes classes de tamanho foram avaliadas submetendo-se a amostra à vibração vertical de um conjunto de peneiras, quantificando-se a massa de agregados retidos nas diferentes peneiras. O diâmetro médio ponderado (DMP) foi calculado pela seguinte Equação 1:

$$DMP = \sum(x_{is} \cdot w_{is}) \text{ (Equação 1)}$$

em que: x_{is} : diâmetro médio de cada classe, por via seca, em mm; e w_{is} : proporção de agregados em cada classe/peneira (i), por via seca, em %.

Realizou-se a análise de variância, e, quando significativa, aplicou-se o teste de Tukey a 5 %, para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ponto 1 o solo foi classificado como Cambissolo Háplico, localizado em uma pedoforma convexa no terço médio da encosta (Figura 2). O horizonte diagnóstico superficial foi identificado como A moderado, com espessura de 32 cm (A + AB) e o horizonte diagnóstico subsuperficial como B incipiente, com espessura de 33 cm e presença de mais que 4% de minerais primários alteráveis (pouco resistentes ao intemperismo), atributo diagnóstico considerado na sua identificação (SANTOS et al., 2018). A posição na encosta e a maior declividade (21 a 45%) favorecem os processos erosivos, o que impede o desenvolvimento do solo, indicado pela pedogênese incipiente. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), a ordem dos Cambissolos representa um grupamento de solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente. Nesses solos o processo de pedogênese é pouco avançado, com baixo grau de desenvolvimento da estrutura do solo, alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos, cromas mais altos, matizes mais vermelhos

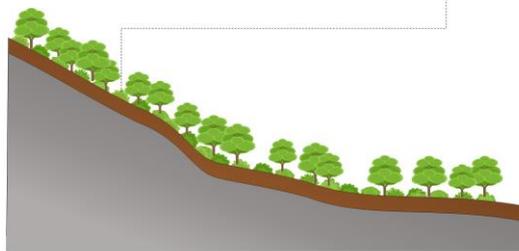
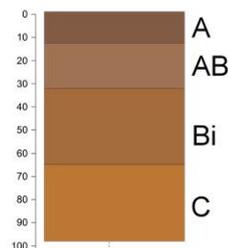
ou conteúdo de argila mais elevado que o dos horizontes subjacentes.

No ponto 2, o solo foi classificado como Cambissolo Húmico, sendo este localizado em uma pedoforma côncava. Nesse caso, são favorecidos os processos de acumulação de matéria orgânica, o que resultou na formação de horizonte superficial espesso e escuro, identificado como A húmico. A menor declividade da superfície (8 – 21%) em relação ao P1 também favorece o espessamento do solo. O horizonte diagnóstico subsuperficial foi identificado como B incipiente, com características semelhantes ao ponto 1.

Solos com horizonte A húmico são muitas vezes considerados relictuais (CALEGARI, 2008), pois nos trópicos úmidos, a combinação de altas temperaturas e umidade do solo leva ao aumento nas taxas de decomposição da matéria orgânica, o que consistiria em um fator limitante para a formação desses horizontes. Entretanto, têm sido relatadas ocorrências de solos tropicais e subtropicais bem drenados e bastante intemperizados com elevados teores de matéria orgânica em profundidade, principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. A maioria dos autores sugere que são relictos na paisagem de um clima favorável à acumulação de MOS no passado, com preservação de compostos orgânicos relacionada a diversos fatores intrínsecos ao solo e ambientais (CALEGARI, 2008; MARQUES, 2009).

P1 - Cambissolo Háplico

Terço médio da encosta
Declividade: 21 – 45%
Altitude: 276 m



P2 - Cambissolo Húmico

Terço médio da encosta
Declividade: 8 – 21%
Altitude: 216 m

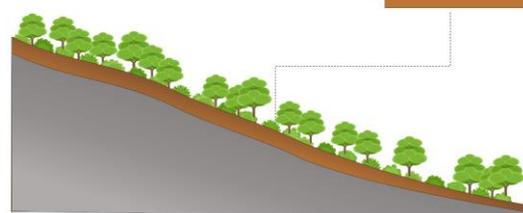
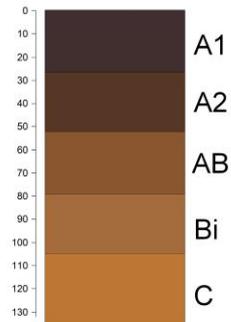


Figura 2 – Localização e caracterização dos perfis coletados no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu (PNM-NI).

Com relação à gênese dos agregados, nas duas áreas foram observadas maiores proporções de agregados biogênicos, nas duas profundidades avaliadas (0 – 5 e 5 – 10 cm) que corresponderam, em média, a 52,5% e 58% da massa total dos agregados em P1 e P2, respectivamente (Figura 3). Os agregados fisiogênicos apresentaram média de 8% em P1 e 13% em P2, com menores valores na profundidade de 5 – 10 cm, nas duas áreas estudadas. Para a fração do solo

não agregada, foram verificados resultados similares nas duas áreas, com média de 15,5% em P1 e 17% em P2. Adicionalmente, foram verificadas grandes quantidades de fragmentos rochas (material mineral), principalmente em P1, correspondendo a 17% (0 – 5 cm) e 21% (5 – 10 cm) da massa total de solo analisada. Com relação ao material vegetal (raízes, folhas, pedaços de madeira, grãos de carvão, entre outros), nas duas áreas verificaram-se porcentagens

semelhantes (média de 4,5% em P1 e 3% em P2), com maiores valores em superfície.

Na comparação entre as áreas, foram observados maiores valores de agregados fisiogênicos em P1 e maiores médias de agregados biogênicos em P2 nas duas profundidades avaliadas, indicando uma maior atividade biológica no horizonte A húmico. De acordo com Silva, Vidal-Torrado (1999) horizontes húmicos podem ser resultado da adição em superfície

de materiais carbonizados, que foram posteriormente alterados com o passar do tempo e redistribuídos no solo através da atividade biológica. Além disso, os agregados biogênicos são sítios importantes para a estabilização da matéria orgânica e, portanto, podem ser considerados indicadores de qualidade do solo (BATISTA et al., 2013; LOSS et al., 2014; HU et al., 2015; SILVA NETO et al., 2016).

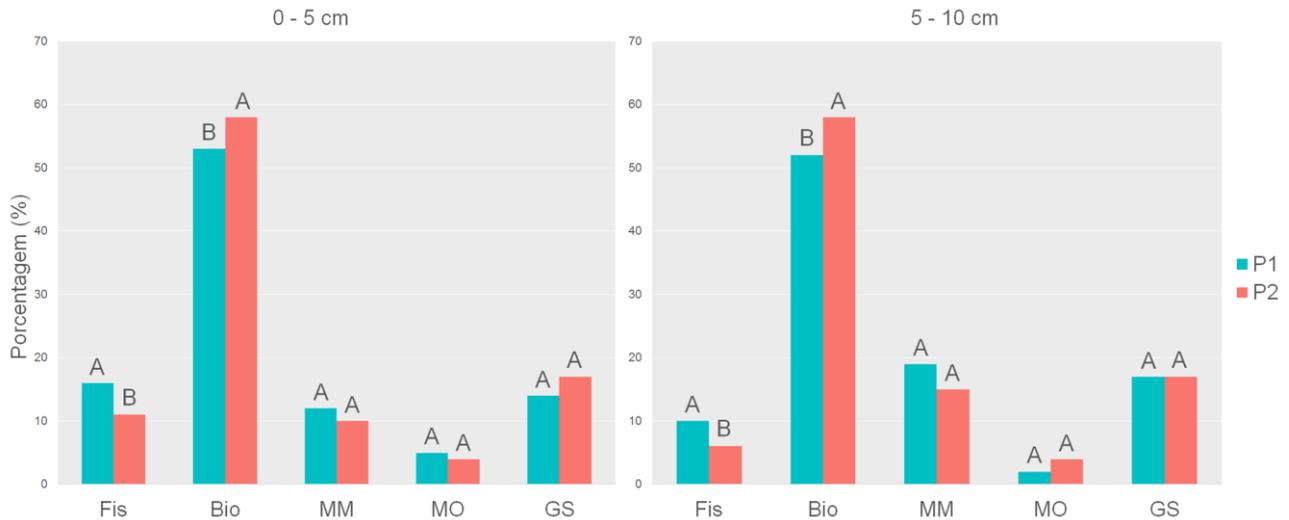


Figura 3 – Porcentagem de agregados fisiogênicos (Fis), biogênicos (Bio), material mineral (MM), material orgânico (MO) e grão simples (GS) nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5 %

Os atributos avaliados nos diferentes tipos de agregados apresentaram diferenças estatísticas, demonstrando maior sensibilidade das classes em função de variações ambientais. Nas duas profundidades avaliadas, verificou-se para os agregados biogênicos menores teores de areia e maiores valores de argila, nos dois solos estudados (Tabela 1). Grande parte desses agregados são formados na passagem de materiais do solo pelo trato intestinal de indivíduos da macrofauna do solo, principalmente *Oligochaeta* (minhocas). Dessa forma, solos mais arenosos dificultam a formação desses agregados, pois à medida que aumenta o teor de areia, aumenta a abrasividade do solo, ou seja, o atrito entre as partículas e o corpo das minhocas, diminuindo a colonização desses solos por esses organismos (BATISTA et al., 2013).

A formação e estabilidade de agregados estão intimamente relacionadas à qualidade do solo, contribuindo de maneira significativa na capacidade de estocar carbono e manutenção de nutrientes no solo (FERNANDES et al., 2017). Segundo Fiuza et al. (2011) as minhocas, junto com formigas e cupins, são consideradas os mais importantes engenheiros do solo (JOUQUET et al., 2009), pois são organismos que direta ou indiretamente regulam a disponibilidade de recursos a outras espécies. As galerias e os coprólitos desses animais são definidos como estruturas biogênicas que causam alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sendo importantes na formação e manutenção da fertilidade em agroecossistemas.

Na análise da estabilidade de agregados, avaliada pelo diâmetro médio ponderado (DMP), dos teores de matéria orgânica (MO) e da umidade gravimétrica (Ug), também foram observadas valores médios superiores para os agregados biogênicos nas duas áreas de estudo. Esses resultados corroboram com diversos estudos que avaliam a gênese de agregados do solo (BATISTA et al., 2013; LOSS et al., 2014; ROSSI et al., 2016; SILVA NETO et al., 2016; FERNANDES et al., 2017; ZHAO et al., 2017; MELO et al., 2019).

De acordo com Six et al. (2004), a estabilidade de agregados é determinada pela ação mecânica de hifas de fungos originados após excreção dos coprólitos, polissacarídeos microbianos que estabelecem fortes ligações entre partículas orgânicas e minerais, formação de microagregados organo-minerais com matéria orgânica recalcitrante, e cimentação de partículas do solo por cátions flocculantes (ponte de cátions), durante a passagem no trato digestivo das minhocas (SILVA NETO et al., 2010). Assim, pode-se concluir que agregados biogênicos melhoram a estrutura do solo e disponibilidade de nutrientes. Quanto maior a entrada de carbono, mais intensa é a agregação biogênica. Logo, a agregação biogênica intensifica a melhoria do solo (MELO et al., 2019).

Tabela 1. Comparações entre médias dos agregados das vias de formação fisiogênica (Fis), biogênica (Bio) e do solo.

	P1			P2		
	Fis	Bio	Solo	Fis	Bio	Solo
	0 – 5 cm			0 – 5 cm		
Areia (%)	58 A	37 B	55 A	51 A	25 B	46 A
Silte (%)	11 A	19 A	12 A	12 A	16 A	13 A
Argila (%)	31 B	44 A	33 B	37 B	59 A	41 B
DMP (mm)	3,79 B	4,52 A	4,13 B	3,97 B	4,78 A	4,29 B
MO (g.kg ⁻¹)	18,98 C	34,28 A	25,36 B	27,45 C	64,65 A	48,32 B
Ug (g.g ⁻¹)	0,21 B	0,35 A	0,22 B	0,26 B	0,42 A	0,31 B
	5 – 10 cm			5 – 10 cm		
Areia (%)	46 A	34 B	42 A	46 A	23 B	41 A
Silte (%)	12 A	14 A	11 A	11 A	19 A	12 A
Argila (%)	42 C	52 A	47 B	43 B	58 A	47 B
DMP (mm)	3,82 B	4,62 A	4,26 B	4,05 B	4,82 A	4,27 B
MO (g.kg ⁻¹)	16,52 C	33,69 A	26,43 B	29,32 C	65,47 A	50,11 B
Ug (%)	0,19 B	0,36 A	0,24 B	0,26 B	0,44 A	0,32 B

Médias seguidas de mesma letra na linha, para as variáveis e o solo dentro de cada ponto, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

Os agregados biogênicos representam uma importante via de formação de agregados do solo no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, refletindo um bom estado de conservação desse remanescente Floresta Tropical Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.

A via de formação biogênica apresenta maior eficiência na formação de agregados estáveis, manutenção da matéria orgânica e umidade do solo, sendo, portanto, mais sensível a mudanças ambientais. Dessa forma, ressalta-se a importância da conservação da biodiversidade local que além de proteger diversos mananciais hídricos da região, é responsável pela formação de agregados biogênicos que contribuem para a manutenção da qualidade do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe de gestão do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, em especial ao diretor do parque, Edgar Martins, pelo apoio para a realização dessa pesquisa e a Universidade Iguaçu pela concessão de bolsa de pesquisa à parte dos autores.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.1, p.711-728, 2013.

BARROS, D. A., COELHO JUNIOR, M. G., OLIVEIRA, A. L., SILVA NETO, E. C. Matéria orgânica e agregação do solo em áreas sobre influência da mineração de bauxita na região do planalto de Poços de Caldas, MG. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v.14, n.2, p.160-167, 2018.

BATISTA, I., CORREIA, M. E. F., PEREIRA, M. G., BIELUCZYK, W., SCHIAVO, J.A., MELLO, N.A. Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no

Cerrado, MS. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.34, n.1, p.1535-1548, 2013.

BOSSUYT, H., SIX, J., HENDRIX, P. F. Protection of soil carbon by microaggregates within earthworm casts. *Soil Biology & Biochemistry*, Londres, v.37, p.251-258, 2005.

BOTTINELLI, N., JOUQUET, P., CAPOWIEZ, Y., PODWOJEWSKI, P., GRIMALDI, M., PENG, X. Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? *Soil and Tillage Research*, v.146, n.1, p.118-124, 2015.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. *Handbook for soil thin section description*. 1 ed., Wolverhampton: Waine Research Publications, 1985. 153p.

CALEGARI, M. R. *Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte A húmico em latossolos*. 2008. 259f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DIJKERMAN, J. C. Pedology as a science: The role of data, models and theories in the study of natural soil systems. *Geoderma*, Amsterdam, v.11, n.1, p.73-93, 1974.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Status of the World's Soil Resources*. 1. ed., Roma: Main Report, 2015, 650p.

FERNANDES, J.C.F., PEREIRA, M.G., SILVA NETO, E.C., CORRÊA NETO, T.A. Caracterização de agregados biogênicos, intermediários e fisiogênicos em áreas sob domínio de Mata Atlântica. *Caatinga*, Mossoró, v.30, n.1, p.59-67, 2017.

FIUZA, S. S., KUSDRA, J. F., FURTADO, D.T. Condição quí-mica e atividade microbiana em coprólitos de *Chibui bari* (Oligochaeta) e no solo adjacente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, n.1, p.723-728, 2011.

JOUQUET, P., ZANGERLE, A., RUMPEL, C., BRUNET, D., BOTTINELLI, N., DUC, T.T. Relevance and limitations of biogenic and physico-genic classification:

- comparison of approaches for differentiating the origin of soil aggregates. **European Journal of Soil Science**, Amsterdam, v.60, n.1, p.1117-1125, 2009.
- HU, F., XU, C., LI, H., LI, S., YU, Z., LI, Y., HE, X. Particles interaction forces and their effects on soil aggregates breakdown. **Soil Tillage Research**, v.147, n.1, p.1-9, 2015.
- LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C.R.; RIBEIRO, A.I. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de Cerrado e floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, São Paulo, v.3, n.3, p.276-280, 1999.
- LOSS, A., PEREIRA, M.G., COSTA, E.M., BEUTLER, S.J. Soil fertility, physical and chemical organic matter fractions, natural ¹³C and ¹⁵N abundance in biogenic and physiocogenic aggregates in areas under different land use systems. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.52, n.1, p.685- 697, 2014.
- LOSS, A., LOURENZI, C. R., SANTOS, E., MERGEN, C. A., BENEDET, L., PEREIRA, M. G., PICCOLO, M. C., BRUNETTO, G., LOVATO, P. E., COMIN, J. J. Carbon, nitrogen and natural abundance of ¹³C and ¹⁵N in biogenic and physiocogenic aggregates in a soil with 10 years of pig manure application. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.166, n.1, p.52-58, 2017.
- MARQUES, F. A. **Matéria orgânica de Latossolos com horizonte A húmico**. 2009. 143f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MELLO, F. A. P. **Ordenamento da malha de trilhas como subsidio ao zoneamento ecoturístico e manejo da visitação no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu-RJ**. 2008. 192f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MELO, T. R., PEREIRA, M. G., CESARE BARBOSA, G. M., SILVA NETO, E. C., ANDRELLO, A. C., TAVARES FILHO, J. Biogenic aggregation intensifies soil improvement caused by manures. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.190, n.1, p.186-193, 2019.
- OLIVEIRA, F. L., COSTA, N. M. C. PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE NOVA IGUAÇU: um peculiar patrimônio geológico-geomorfológico na Baixada Fluminense, RJ. **Revista Eletrônica História, Natureza e Espaço**, Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.1-22, 2013.
- PREFEITURA DE NOVA IGUAÇU. **Plano de manejo extensivo do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, vols. I, II, III**. Nova Iguaçu: Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu, 2000, 642p.
- PULLEMAN, M. M., SIX, J., UYL, A., MARINISSEN, J.C.Y., JONGMANS, A.G. Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.29, n.1, p.1-15, 2005.
- ROSSI, C. Q., PEREIRA, M. G., MOURA, O. V. T., ALMEIDA, A. P. C. Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de manejo agroecológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1677-1685, 2016.
- SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., CUNHA, T. J. F., OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., Brasília: Embrapa, 2018, 590p.
- SANTOS, R. D., LEMOS, R. C., SANTOS, H. G., KER, J. C., ANJOS, L. H. C., SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7 ed., Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015, 100p.
- SILVA NETO, E. C., PEREIRA, M.G., FERNANDES, J.C.F., CORRÊA NETO, T.A. Aggregate formation and soil organic matter under different vegetation types in Atlantic Forest from Southeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.6, p. 3927-3940, 2016.
- SILVA NETO, L. F., SILVA, I. F., INDA, A. V., NASCIMENTO, P.C., BORTOLON, L. Atributos físicos e químicos de agregados pedogênicos e de coprólitos de minhocas em diferentes classes de solos da Paraíba. **Ciência e Agrotecnologia**, Natal, v.34, p.1365-1371, 2010.
- SILVA, A. C., VIDAL-TORRADO, P. Gênese dos Latossolos Húmicos e sua relação com a evolução da paisagem numa área cratônica do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.1, p.329-341, 1999.
- TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 7 ed., Brasília: Embrapa, 2017, 573p.
- TISDAL, J. M., OADES, J. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, New York, v.33, n.1, p. 141-163, 1982.
- VELÁSQUEZ, E., PELOSI, C., BRUNET GRIMALDI, M., MARTINS, M., RENDEIRO, A.C., BARRIOS, E., LAVELLE, P. This ped is my ped: visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates. **Pedobiologia**, Amsterdam, v.51, n.1, p.75-87, 2007.
- ZHAO, J., CHEN, S., HU, R., LI, Y. Aggregate stability and size distribution of red soils under different land uses integrally regulated by soil organic matter, and iron and aluminum oxides. **Soil Tillage Research**, v.167, n.1, p.73-79, 2017.