

CARBONO E NITROGÊNIO EM AGREGADOS INFLUENCIADOS POR DIFERENTES USOS EM UM CAMBISSOLO DE BOM JARDIM-RJ

RODRIGO WAGNER PAIXÃO PINTO⁽¹⁾; JULIANA MARTINS FERREIRA⁽¹⁾; THAMYRES LACERDA ROCHA⁽²⁾; YURI XAVIER GIANERINI⁽³⁾; FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽⁴⁾, GUILHERME KANGUSSÚ DONAGEMMA⁽⁴⁾, HEITOR LUIZ DA COSTA COUTINHO⁽⁴⁾, ALUISIO GRANATO DE ANDRADE⁽⁴⁾

RESUMO - Este trabalho teve por objetivo avaliar a compartimentação do carbono e do nitrogênio em diferentes classes de agregados (2,00; 1,00; 0,5; 0,25; 0,125) influenciados por diferentes usos: Mata, Pousio, Pasto, Banana, Mandioca, Horta e Batata. Para tanto, foram coletadas amostras (0-20 cm) utilizando a metodologia dos transectos, em um Cambissolo de Bom Jardim-RJ na região serrana do Rio de Janeiro. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas na profundidade de 0-20 cm. As classes de agregados (>2; 2-1; 1-0,5; 0,5-0,250 e 0,25-0,125 mm) foram separadas por via úmida. Nas classes de agregados foram determinados o carbono e nitrogênio total, e calculados o estoque de carbono nos agregados para os diferentes usos. A Mata apresentou os maiores teores de C nos agregados, diferindo dos demais usos ($p < 0,01$). Independente do uso, as classes de agregados com maior teor de C foram >2,0; 2-1 e 0,25-0,125 mm. Esse efeito, sobre o teor de N não foi encontrado, havendo diferença apenas entre os usos (sendo o observado na Mata, equivalente aos usos com pousio, banana e batata) foi o que apresentou o maior teor de carbono nas classes de agregados. As maiores reduções nos teores de C foram observadas nos microagregados. Nesse sentido, preservar remanescentes da Mata Atlântica pode representar uma forma de reduzir as emissões de GEE à atmosfera.

Palavras-Chave: (Estoque de carbono; matéria orgânica do solo; agricultura migratória)

Introdução

A Mata Atlântica no decorrer dos anos foi submetida a diversos tipos de usos, devido basicamente aos diferentes ciclos econômicos brasileiros. Ocupava cerca de 1.300.000 km² e atualmente apenas 7% existem de sua cobertura original [1, 2].

Os solos localizados nesse bioma têm por características (de forma bem generalizada) a baixa disponibilidade de nutrientes, argilas com baixa capacidade de troca catiônica, acidez excessiva e baixa

saturação de bases no complexo de troca. A maior parte dos nutrientes é encontrada na forma orgânica, seja na biomassa viva, seja na serrapilheira ou na matéria orgânica do solo (MOS). Destaca-se, portanto, a importância da cobertura vegetal nessa e em regiões tropicais na ciclagem de nutrientes [3]. Em áreas com predomínio de relevo acidentado, como em boa parte desse bioma sofrem acentuadamente com erosão e por isso, sistemas de manejo que preservam a matéria orgânica do solo, podem minimizar as perdas de C e nutrientes dos agroecossistemas.

O agregado representa a expressão de fatores edáficos e climáticos sob a organização das partículas unitárias do solo, de forma a possuir um grau de coesão maior que aquele existente entre os agregados. Porém, essas estruturas são sensíveis ao uso do solo. Vários trabalhos descrevem que o uso do solo reduz o tamanho do agregado, com concomitante redução da sua estabilidade [4, 5, 6]. Avaliar o estado de agregação do solo pode auxiliar o entendimento do impacto de culturas e manejos sobre os estoques de C do solo, além de ser um indicador do estado de degradação física do solo. Ademais, melhorar a estabilidade dos agregados pode ser um meio de se controlar a erosão hídrica em solos tropicais úmidos é através da estabilidade de agregados [7,8], pelo fato de a estabilidade de agregados em água e a erodibilidade do solo serem ligadas diretamente entre si [9].

Este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição do C orgânico e Nitrogênio de diferentes classes de agregados de um Cambissolo Háplico sob diferentes usos, num sistema de agricultura migratória.

Material e Métodos

A área estudada situa-se no Sítio Cachoeira, cujo proprietário é o Sr. Antônio Isaltino Sandre, localizada nas coordenadas geográficas 22° 09' 62'' S e 42° 17' 14'' W e altitude em torno de 900m, no 4° distrito de Barra Alegre, Município de Bom Jardim, RJ. O relevo local e regional é classificado como montanhoso. Seu domínio florístico é a Floresta Ombrófila Densa. O tipo climático é o mesotérmico úmido, tendo calor bem distribuído o ano

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Graduando do departamento de Geografia e Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO. Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea – Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22453-900. Email: rodrigowpp@hotmail.com

⁽²⁾ Segundo Autor é Graduando de Estatística da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Av. Pedro Calmon, nº 550, Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - CEP 21941-901.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Graduando de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Fluminense – UFF. Rua Passo da Pátria 156, bloco D, São Domingos, Niterói, RJ, CEP 24210-240.

⁽⁴⁾ Quarto autor é Pesquisador Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP –22460-000. Apoio financeiro: FAPERJ/CNPQ.

inteiro e com pouco ou nenhum déficit hídrico. A precipitação média anual é de 1.400mm concentrados no verão, segundo a Estação Meteorológica de Nova Friburgo. O solo é predominantemente CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico.

Para amostragem foi utilizados o método dos transectos, com a amostragem em sete usos: Mata, Pousio, Pasto, Banana, Mandioca, Horta e Batata. Foram utilizados três transectos para as amostragens, perfazendo três repetições. Sob cada uso foram coletados blocos de 20 x 10 x 5 cm (altura x comprimento x largura), para a segregação dos agregados utilizando a metodologia citada por Castro Filho et. al [10]. Resumidamente, foram utilizadas 25g de amostras, em duplicata. As mesmas foram umedecidas e secas ao ar por duas horas. Depois, as amostras foram colocadas no Yoder por 15 minutos para a segregação dos agregados via úmida, onde foram separadas nas classes de >2,00; 2-1; 1-0,5; 0,5-0,25; 0,25-0,125. Após este procedimento, as amostras foram levadas à estufa de circulação de ar à 65° graus por 48 horas.

A partir da segregação dos agregados, as amostras foram secas ao ar, maceradas em almofariz e passadas numa peneira (0,210 mm) para homogeneização das amostras. Essas foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Planta e Água (LASP) da Embrapa Solos para análise dos teores de C e N. Foi utilizado um analisador por combustão seca, modelo Perkim Elmer, CHN.

Esses dados foram utilizados conjuntamente com o peso de cada classe de agregado para a estimativa do estoque de C (g 25g) em cada classe.

As variáveis (C e N) foram submetidas à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e sendo detectada diferenças entre os usos (fontes de variação), utilizou-se o teste de Tukey, como método de comparação de médias. Foi utilizado o programa SAS nas para essas análises.

Resultados

Teor de C e N nos agregados

Os teores de C do solo variaram de 1,07 até 4,46 g kg⁻¹, com a Mata apresentando valores significativamente (p<0,01) maiores que os demais usos independentes da classe dos agregados. Não houve diferença entre os demais usos do solo, embora os teores tenham se sido distintos em cada uso. O maior impacto foi para o uso com Banana e o menor para aquelas cultivadas com Batata (Tabela 1). A redução no teor de C do solo após a conversão da floresta nos diferentes usos foi (em média) de 49%, sendo essa perda sentida em maior magnitude na classe de agregado de menor tamanho.

Os maiores teores de C foram encontrados nos agregados maiores (>2 e 1-2 mm) para a Mata e na maior e menor classe para os demais usos da terra, não havendo diferença entre usos, ou seja, o teor de C foi

maior nos maiores agregados e o menor, independente do uso.

Os teores de N não apresentaram diferenças (p>0,05) entre as classes de agregados, independente do uso, embora os maiores valores de N tenham sido encontrados nas classes de 2 mm. A Mata apresentou sempre os maiores teores do elemento, independente da classe do agregado avaliada e do uso, a exceção das classes 0,5 e 0,125 mm sob solo cultivado com batata. Sob o pasto foi observado os menores teores de N (Tabela 2). Os teores de N da Mata foi equivalente aos usos: pousio, banana e batata.

Os estoques de C (g de C por kg de agregados, g kg⁻¹) nos agregados variaram, em relação ao manejo (Figura 1), de 4,06 g kg⁻¹ (Mata) até 1,42g kg⁻¹ (Banana). Mais de 85% do C de todos os agregados estavam retidos nos macroagregados maiores >2,00mm, independente da área amostrada.

Discussão

A redução dos teores de C nas diferentes classes de agregados observada em áreas sob manejo agropecuário está de acordo com diversos outros trabalhos, e relaciona-se com a retirada da cobertura florestal da propriedade e ruptura dos agregados [4,19], embora outros (em menor número) tenham detectado o oposto avaliando camadas diferentes de solo [19,21]. Embora saídas por erosão nesse tipo de ambiente possam ser significativas, nessa mesma propriedade foi utilizado o Cs¹³⁷ como traçador de processos erosivos, não sendo detectadas alterações significativas nas quantidades de sedimentos carregados por escorrimento superficial na propriedade estudada [11].

Em áreas sob banana foi observada redução de 41% nos teores de C do solo. O baixo valor de C no manejo com banana, pode ser relacionado com o fato de ser reduzida a decomposição dos resíduos da bananeira [12], e por isso pequena sua incorporação ao solo. As menores reduções foram observadas em solo sob batata provavelmente pela introdução de fertilizantes nitrogenados a área. É sabido que os teores e os estoques de C do solo podem se elevar quando N é introduzido (química ou biologicamente) aos agroecossistemas [13, 14, 15] e estando o teor de N mais elevado nesse uso, especula-se que essa hipótese possa ser verdadeira.

A área sob uso de horta teve seu teor de C reduzido significativamente (49,5%), comparando-se a Mata, muito provavelmente pelo revolvimento do solo durante manejo da horta. As áreas sob pastagem, pousio e mandioca tiveram teores de C inferiores ao da Mata, mas superiores a banana e a horta. Embora as pastagens são reconhecidamente estocadoras de C no solo, dado a interação que sistema radicular fasciculado e os fungos micorrízicos possuem na construção e estabilização de agregados do solo [16], acredita-se que nesse trabalho esse comportamento não tenha sido detectado em função da profundidade de amostragem (0-20 cm). Alguns outros comentam que áreas sob diferentes usos podem apresentar a concentração e os estoques de C superiores ao de florestas adjacentes, sendo esse efeito detectado apenas quando se avalia profundidades maiores [19,20].

A redução nos teores de N do solo de áreas sob os diferentes usos, em relação a Mata evidencia a importância

da qualidade da serapilheira na estabilização também do N no Cambissolo amostrado e provavelmente uma contribuição da fixação biológica de N₂ de espécies da mata. Embora o agricultor adicione N mineral as áreas de plantio, sob a Mata é que foi observado o maior teor do elemento. Em áreas de pasto foi observado o menor teor. Mesmo que alguns autores demonstrem que gramíneas podem fixar N₂ em associação simbiótica com bactérias endofíticas [17, 18], não ficou evidente o benefício dessa associação para o pasto amostrado. Provavelmente os baixos aportes de nutrientes nessa área (incluindo em P), possam estar limitando a simbiose entre os organismos e a produtividade da pastagem, com conseqüências expressivas nos teores de C e N da mesma.

Com relação a partição do C e do N nas diferentes classes de agregados foi observado que as maiores concentrações de C estavam presentes na classe de 2 mm, corroborando com que Pinheiro et. al [4] e Passos et. al [5] encontraram. Porém, assim como encontrado por Pinheiro et. al [4] e Madari et. al [19], sob a floresta foram observados também teores de C elevados nas classes menores de agregados. As maiores variações nos teores de C foram relacionadas com os agregados de menor tamanho (0,250-0,125 mm). Em média o uso do solo reduziu em 58% o teor de C do solo. Nas demais classes a redução foi equivalente a 45,1; 45,7; 50,5 e 46,7%, para as classes >2; 1-2; 1-0,5; 0,5-0,250mm, respectivamente. Resultados semelhantes, embora que para Latossolo Vermelho, foram encontrados por Passos et. al [5]. Esses autores atribuíram tal fato a maior quantidade de N mineralizável em classes menores de agregados. Para o N, foi observada a mesma tendência de distribuição do N nas classes de agregados.

Os estoques de C no conjunto de agregados de solo sob Mata e em áreas sob diferentes usos (Figura 1) demonstram que a maior parte do C protegido nos agregados é perdida para a atmosfera ou lençol freático (já que a erosão é reduzida na área em estudo [11]). Interessante notar, porém, que embora o diâmetro médio geométrico e o ponderado dos agregados sob os diferentes usos não tenham sofrido redução significativa, em relação a Mata (dados não publicados), os estoques reduziram-se, indicando que para o caso em estudo, o DMG e DMP não foram sensíveis aos usos, mas que o teor de C dos macroagregados e microagregados (m especial) e o estoque de C nas diferentes classes o foram.

A dinâmica de entrada e saída de C e nutrientes de em sistema devem ser bem estudadas para que conclusões precitadas não sejam apresentadas quanto ao melhor uso, mas parece evidente que a manutenção da Mata proporciona, ao menos, maior potencial de estocagem de C no solo; sendo o uso determinante para que esse C seja perdido.

Conclusões

- Os diferentes usos da terra estudados reduziram os teores e estoques de C nos agregados do Cambissolo, comparativamente a área de Mata;
- Os maiores teores de C e N foram encontrados nos maiores macroagregado (>2 e 2-1 mm) e menores nos microagregado (0,250-0,125 mm), independente do uso, sendo as maiores nesses valores observadas para os microagregados;
- O teor de N não diferiu entre as classes de agregados, mas entre os usos, havendo superioridade nos teores do elemento para as áreas de Mata, pousio, banana e batata.
- Preservar remanescentes da Mata Atlântica pode representar uma forma de reduzir as emissões de GEE à atmosfera.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPERJ pelo financiamento deste trabalho.

Referências

- [1] MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G., KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- [2] SOS MATA ATLÂNTICA/ INPE/ ISA. 2001. *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica*.
- [3] GOLLEY, F.B. et al. 1978. *Ciclagem de nutrientes em um ecossistema de floresta tropical úmida*. São Paulo: EDUSP, p.82-87.
- [4] PINHEIRO, E.F.M., PEREIRA, M.G., ANJOS, L.H.C. 2004. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 77, p. 79-84.
- [5] PASSOS, R. R., RUIZ, H. A., MENDONÇA, E. S., CANTARUTTI, R. B. 2007. Carbono Orgânico e Nitrogênio em agregados de um Latossolo Vermelho Distrófico sob duas coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viscosa*, v. 31, p. 1109-1118.
- [6] BARRETO, R. C.; MADARI, B. E.; MADDOCK, J. E. L.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, ELENO; FRANCHINI,.; COSTA, A. R. 2009. The impact of soil management on aggregation, carbon stabilization and carbon loss as CO₂ in the surface layer of a Rhodic Ferralsol in Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 132, p. 243-251.
- [7] ROTH, C.H.; PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; MEYER, B.; FREDE, H.-G. 1986. Efeitos das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltração de água em um Latossolo Roxo cultivado com cafeeiros. *Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa*, v. 10, p. 163-166.
- [8] CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M. J.; CASÃO JUNIOR., R. 1991. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 20, p. 271-283.
- [9] KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods*. Madison, WI: Soil Science Society of America, p. 425-442. (Agronomy Monograph N. 9).
- [10] CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. 1998. Estabilidade de 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*, Viçosa, v. 22, p. 527–538.

- [11] ARAÚJO, E. S. *et al.* 2006. Avaliação do Manejo Agrícola Adotado em Propriedade Familiar da Região Serrana Fluminense quanto ao Potencial de Conservação do Solo. *Circular Técnica*, 15. *Embrapa Agrobiologia*.
- [12] GIANERINI, Y. X., MIRANDA, J. P. L., DONAGEMMA, G. K., BALIEIRO, F. C., LIMA, R. L., COUTINHO, H. L. C. 2008. Estabilidade de Agregados influenciada por diferentes manejos em Cambissolos de Bom Jardim. *XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*. Rio de Janeiro.
- [13] EVANGELOU, V. & BLEVINS, R.L. 1984. Soil-solutions phase interactions of basic cations in long-term tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49:357-362.
- [14] RESH, S.C.; BINKLEY, D. & PARROTA, J.A. 2002. Greater soil carbon sequestration under nitrogen-fixing trees compared with Eucalyptus species. *Ecosystems*, 5:217-231.
- [15] SISTI, C. P. J., SANTOS, H. P., KOHHAN, R., ALVES, B. J. R., URQUIAGA, S., BODDEY, R.M. 2004. Change in carbon and nitrogen in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 76, p. 39-58.
- [16] TISDALL, J.M., OADES, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33: 141-163.
- [17] BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DÖBEREINER, J. 1997. Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 29, nº 5/6, p. 911-922.
- [18] BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C.; REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. 2004. Nitrogen Cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agriculture, ecosystems and Environment*, v. 103, p. 389 – 403.
- [19] MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; ANDRADE, A. G.; VALENCIA, L. I. O. 2005. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in Rhodic Ferralsol from southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 80, p. 185-200.
- [20] MACHADO, P.L.O.A., SOHI, S.P., GAUNT, J.L. 2003. Effect of no-tillage on turnover of organic matter in a Rhodic Ferralsol. *Soil User and Management*, 19:250-256.

Tabela 1. Teores de Carbono em diferentes classes de agregados (g kg^{-1}).

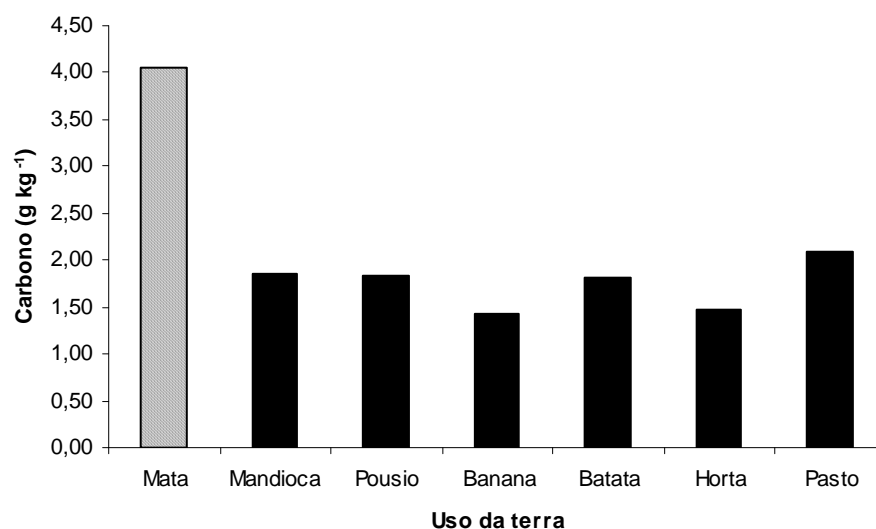
Manejos	Classes de agregados (mm)				
	>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125
Mata	4,46 ± 1,28 A ^a §	3,42 ± 1,09 Aab	2,57 ± 0,81 Ab	2,97 ± 1,06 Ab	2,91 ± 0,39 Aab
Mandioca	2,20 ± 0,21 Ba	1,55 ± 0,07 Bab	1,30 ± 0,04 Bb	1,51 ± 0,09 Bb	1,76 ± 0,23 Bab
Pousio	2,03 ± 0,40 Ba	1,35 ± 0,20 Bab	1,15 ± 0,10 Bb	1,20 ± 0,17 Bb	1,64 ± 0,24 Bab
Banana	1,54 ± 0,16 Ba	1,28 ± 0,14 Bab	1,07 ± 0,08 Bb	1,34 ± 0,19 Bb	1,35 ± 0,19 Bab
Batata	2,29 ± 0,29 Ba	1,90 ± 0,26 Bab	1,86 ± 0,41 Bb	1,71 ± 0,29 Bb	2,30 ± 0,32 Bab
Horta	1,72 ± 0,13 Ba	1,61 ± 0,19 Bab	1,20 ± 0,09 Bb	1,21 ± 0,03 Bb	1,48 ± 0,08 Bab
Pasto	2,28 ± 0,38 Ba	1,68 ± 0,36 Bab	1,20 ± 0,13 Bb	1,36 ± 0,27 Bb	1,60 ± 0,33 Bab

* Letras maiúsculas, numa mesma coluna, descrevem que há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os usos quanto aos teores de C daquela classe de agregado; § Letras minúsculas diferentes, numa mesma linha, indicam que as classes de agregados diferem significativamente ($p < 0,05$) quanto ao teor de C pelo teste Tukey a 5%

Tabela 2. Teores de N em diferentes classes de agregados (g kg^{-1}).

Manejos	Classes de agregados (mm)				
	>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125
Mata	0,49 ± 0,18 A	0,38 ± 0,13 A	0,32 ± 0,12 A	0,34 ± 0,10 A	0,32 ± 0,06 A
Mandioca	0,31 ± 0,03 BCD	0,25 ± 0,01 BCD	0,22 ± 0,02 BCD	0,24 ± 0,01 BCD	0,26 ± 0,04 BCD
Pousio	0,35 ± 0,05 ABC	0,30 ± 0,02 ABC	0,27 ± 0,01 ABC	0,24 ± 0,01 ABC	0,29 ± 0,02 ABC
Banana	0,30 ± 0,02 ABC	0,29 ± 0,01 ABC	0,30 ± 0,03 ABC	0,31 ± 0,02 ABC	0,29 ± 0,02 ABC
Batata	0,35 ± 0,03 AB	0,32 ± 0,05 AB	0,32 ± 0,04 AB	0,29 ± 0,03 AB	0,36 ± 0,03 AB
Horta	0,26 ± 0,05 CD	0,24 ± 0,04 CD	0,23 ± 0,04 CD	0,22 ± 0,05 CD	0,20 ± 0,06 CD
Pasto	0,25 ± 0,04 D	0,15 ± 0,03 D	0,12 ± 0,02 D	0,16 ± 0,03 D	0,20 ± 0,03 D

* Letras maiúsculas, descrevem efeito do uso apenas. Não houve efeito da classe de agregado, por isso o conjunto de letras maiúsculo foi repetido para as colunas; § Devido à ausência de significância do efeito da classe, não foi inserido letras minúsculas na tabela.

**Figura 1.** Estoque de carbono ($\text{g de C por kg de agregados}$) em áreas sob diferentes usos na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Bioma Mata Atlântica.