

Estoque de carbono orgânico do solo em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES ⁽¹⁾.

Marcos Vinicius Winckler Caldeira⁽²⁾; William Macedo Delarmelina⁽³⁾; Diêgo Gomes Júnior⁽³⁾; Kallil Chaves Castro⁽³⁾; Rafael Luiz Frinhan Rocha⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo, Edital FAPES Nº 012/2011 Universal (Número do Processo: 54695490/2011 e Número do Termo de Outorga: 780/2011).

⁽²⁾ Professor D.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Jerônimo Monteiro, ES; mvwcaldeira@gmail.com; ⁽³⁾ Doutorando; Universidade Federal do Espírito Santo; ⁽⁴⁾ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, Campus de Alegre; Alegre, ES.

RESUMO: O conhecimento do estoque de carbono orgânico do solo em ambientes naturais é de extrema importância para o desenvolvimento ambiental, pois cria medidas comparativas para recuperação de áreas degradadas e auxilia na determinação de sistemas de manejo. Por isso, o objetivo deste trabalho foi quantificar o estoque de carbono orgânico do solo sob a formação florestal. Para o estudo do estoque de carbono do solo, realizado em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES, procedeu-se a coleta em quatro camadas distintas de solo (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm) em doze parcelas amostrais. Após coletas, as amostras foram encaminhadas para análise da densidade e carbono orgânico do solo, com posterior cálculo do estoque de carbono orgânico do solo. Na avaliação das diferenças de estoque de carbono dentro do mesmo sítio florestal, as parcelas amostrais foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Os valores acentuados de matéria orgânica proporcionada pela mata nativa são provenientes das deposições contínuas e variadas de diversos materiais orgânicos com diferentes graus de decomposição, oriundos da maior diversidade de espécies. A variabilidade espacial altera os estoques de carbono dentro de uma mesma floresta. As características de vegetação e de relevo podem ter ocasionado maiores estoques de carbono na parcela P3 em todas as camadas de solo estudadas.

Termos de indexação: solos; mata nativa.

INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas florestais a devolução de nutrientes e carbono orgânico para o solo é feita, principalmente pela queda de serapilheira. Por isso, a fertilidade, o estoque de matéria orgânica do solo e o estoque de carbono orgânico em ambientes naturais dependem da deposição de serapilheira no solo, pois a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, estão diretamente relacionados com a manutenção da fertilidade do mesmo e a produtividade vegetal.

Nesse contexto, a avaliação do estoque de carbono orgânico do solo em ambientes naturais é de extrema importância devido a sua sensibilidade às alterações na qualidade do solo, uma vez que pode fornecer subsídios para o estabelecimento de sistemas de manejo e para a manutenção de ecossistemas sustentáveis (Carneiro et al., 2009).

Com isso, o objetivo deste trabalho foi quantificar o estoque de carbono orgânico do solo sob um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES.

MATERIAL E MÉTODOS

A RPPN Cafundó, local onde o presente estudo foi realizado, é um importante remanescente florestal preservado do estado do Espírito Santo. Localizado em uma região onde a vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 2012), a RPPN Cafundó possui aproximadamente 358 ha.

Na realização do estudo foram utilizadas doze parcelas demarcadas para o estudo florístico e fitossociológico referentes à vegetação arbórea, realizado por Archanjo (2012), adotando o método de parcelas de área fixa de 20 m x 50 m, distribuídas de maneira sistemática no campo. (figura 1).

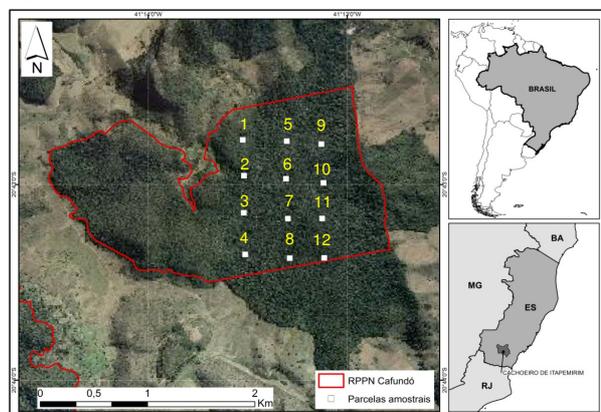


Figura 1 - Mapa de localização das parcelas amostrais na Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim - ES.



O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com horizonte A moderado (LVAd), de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2013).

Tratamentos e amostragens

Para o estudo do estoque de carbono orgânico do solo procedeu-se a coleta de solo em quatro camadas distintas: de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm nas doze parcelas amostrais, em abril de 2014. Para a obtenção de amostras representativas, foram coletadas cinco sub-amostras/camada de forma sistemática em cada parcela, que posteriormente foram homogeneizadas, retirando-se três amostras compostas por parcela, totalizando 36 amostras por camada estudada.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A matéria orgânica foi obtida pelo método de titulação após oxidação por via úmida (Walkley-Black) e a densidade do solo foi determinada por meio das amostras deformadas com base no método da proveta (EMBRAPA, 1997).

O cálculo do estoque de carbono foi realizado pela **equação 1**:

$$\text{EstC} = \text{Corg} * \text{Ds} * e / 10 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

EstC = Estoque de carbono orgânico do solo na camada (Mg ha^{-1});

Corg = Carbono orgânico total (g kg^{-1}) da camada;

Ds = Densidade do solo da camada (g cm^{-3}); e

e = Espessura da camada (cm).

Análise estatística

Para o cálculo de estoque de carbono orgânico do solo foram consideradas as densidades e as espessuras de coleta das diferentes camadas. Devido a isso não foram avaliadas as diferenças entre as camadas distintas, sendo a análise feita em relação as diferentes parcelas.

A comparação entre os valores médios referentes as doze parcelas foram realizadas pelo teste não paramétrico de comparações múltiplas de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de estoque de carbono do presente

estudo (**tabela 1**) foram semelhantes aos obtidos por Hickmann & Costa (2012) ao avaliarem a concentração e o estoque de carbono orgânico total, no solo e nos agregados de um Argissolo Vermelho amarelo sob diferentes sistemas de preparo do solo e em um remanescente de floresta nativa. Os autores avaliaram médias de 14,49, 12,84, 10,29 e 8,80 Mg ha^{-1} para as camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente, para a floresta nativa, porém, diferentemente do presente estudo, utilizando para efeito comparativo em proporção ao estoque de carbono em camadas, nos cálculos, apenas 5 cm de espessura nas camadas 10-20 e 20-40 cm.

Valores inferiores de estoque de carbono foram observados por Rangel & Silva (2007) nas camadas superficiais do solo, sendo observado estoque de 33,95 Mg ha^{-1} na camada 0-10 cm de profundidade, 16,20 Mg ha^{-1} na camada de 10-20 cm e 40,45 Mg ha^{-1} na camada de 20-40 cm em uma Floresta Estacional Semidecidual. Cardoso et al. (2010) verificou maior estoque de carbono orgânico para um remanescente de Floresta Semidecidual em comparação a outros ecossistemas nativos, como um remanescente de cerradão e pastagem nativa sem pastejo, obtendo média de 22,04 Mg ha^{-1} de carbono orgânico na camada de 0-10 cm de solo.

As menores médias de estoque de carbono avaliadas foram de 12,31 Mg ha^{-1} nas parcelas P2 e P4; 6,76 Mg ha^{-1} na parcela P8; 11,64 Mg ha^{-1} na parcela P7 e 8,60 Mg ha^{-1} na parcela P5 para as camadas 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente. Segundo Alho et al. (2014) o estoque de carbono, mesmo dentro de pequenos espaços e com característica de relevo, cor de solo e vegetação semelhantes, podem variar de um local de coleta para o outro, tal como aconteceu no presente estudo.

A concentração de carbono orgânico do solo é inversamente proporcional a densidade do solo, isso ocorre porque o próprio acúmulo de matéria orgânica do solo diminui a densidade do solo. Rangel & Silva (2007) afirmam que o maior estoque de carbono do solo pode ser proporcionado pela maior densidade dos solos, o que não foi verificado no presente estudo, pois avaliou-se menor densidade nas parcelas com maior concentração de carbono orgânico do solo, o que gerou maiores estoques de carbono, principalmente na parcela P3 (**tabela 2**).

Em geral, as parcelas analisadas possuem similaridade para o estoque de carbono em todas as camadas de solo, excetuando a parcela P3 que obteve o maior estoque de carbono na camada de 0-40 cm (129,64 Mg ha^{-1}). Rangel & Silva (2007) observaram estoque de carbono para mata nativa de 90,60 Mg ha^{-1} em Machado (MG). Cardoso et al.

(2010) observaram estoque de carbono orgânico na camada de 0-40 cm de 61,72 Mg ha⁻¹ e Leite et al. (2003) encontrou 63,95 Mg ha⁻¹ na camada de 0-20 cm para uma área nativa da floresta atlântica.

Os diferentes relevos e características de vegetação das parcelas também podem influenciar no estoque de carbono do solo. O maior estoque de carbono avaliado na parcela P3 em todas as camadas coletadas e conseqüentemente na camada de 0-40 cm, pode ter influência da localização e característica da parcela, como sendo de baixada com ocorrência de deposição no período chuvoso do ano. São atribuídos para os locais mais baixos da paisagem os maiores acúmulos de matéria orgânica no solo (Resck et al., 2008).

Os valores acentuados de estoque de carbono orgânico proporcionados pela floresta nativa são provenientes de deposições contínuas e variadas de diversos materiais orgânicos com diferentes graus de decomposição, oriundos da maior diversidade de espécies. Estudos realizados por Leite et al. (2003), Rangel & Silva (2007) e Hickmann et al. (2012) que avaliam os efeitos no estoque de carbono de diferentes coberturas e sistemas de uso e manejo com relação aos solos de fragmentos nativos, mostram que as concentrações e estoques de carbono do solo diminuíram da condição de mata para as demais formas de uso e manejo da terra, mostrando a importância da conservação dos ambientes naturais.

CONCLUSÕES

A variabilidade espacial altera os estoques de carbono dentro de uma mesma floresta.

As características de vegetação e de relevo podem ter ocasionado maiores estoques de carbono na parcela P3 em todas as camadas de solo estudadas, o que necessita de estudos específicos para observar melhor esse padrão.

Estudos mais aprofundados para a caracterização morfológica e a classificação dos solos de cada parcela podem ser realizados para melhor compreender a influência dos fatores relevo e material de origem na dinâmica de nutrientes do solo da RPPN Cafundó.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo pelo financiamento do projeto, Edital FAPES Nº 012/2011 Universal (Número do Processo: 54695490/2011; Número do Termo de Outorga: 780/2011).

REFERÊNCIAS

ALHO, L. C.; CAMPOS, M. C. C.; SILVA, D. M. P.; et al. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e estoque de carbono em Cambissolo e Argissolo. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 44, n. 3, p. 246-254, 2014.

ARCHANJO, K.M.P.A. Análise florística e fitossociológica de fragmento florestais de mata atlântica no sul do Estado do Espírito Santo. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; SILVA, C.A. et al. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, n. 45, v. 9, p. 1028-1035, 2010.

CARNEIRO, M. A. C., SOUZA, E. D.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de métodos de análise de solo. 2ed. EMBRAPA-CNPS, Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema brasileiro de classificação de solos, 3.ed. ver. ampl. Brasília, DF, 2013.

HICKMANN, C & COSTA, L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, n.10, p.1055-1061, 2012.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. v.2. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 821-832, 2003.

RANGEL, O.J.P. & SILVA C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1609-1623, 2007.

RESCK, D.V.S.; FERREIRA, E.A.B.; FIGUEIREDO, C.C.; ZINN, Y.L. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Editores). Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. revisada e atualizada – Porto Alegre: Metropole, 2008. 654p.



Tabela 1 - Estoque de carbono orgânico do solo nas camadas de 0-5, 5-10,10-20 e 20-40 cm do solo, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Parcela	Estoque de carbono orgânico do solo (Mg ha ⁻¹)				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-40 cm	0-40 cm
P1	16,67 ab*	13,67 a	21,78 ab	29,87 ab	81,99 ab
P2	12,31 b	8,83 ab	12,76 ab	11,34 ab	45,18 b
P3	33,94 a	26,07 a	33,49 a	36,13 a	129,64 a
P4	12,31 b	8,95 ab	12,98 ab	17,40 ab	51,67 ab
P5	18,38 ab	12,14 ab	12,34 ab	8,60 b	51,42 ab
P6	13,08 ab	9,68 ab	13,49 ab	11,73 ab	47,92 ab
P7	14,99 ab	8,82 ab	11,64 b	14,26 ab	49,57 ab
P8	15,80 ab	6,76 b	17,78 ab	14,37 ab	54,72 ab
P9	14,61 ab	10,36 ab	17,87 ab	25,13 ab	67,95 ab
P10	13,63 ab	9,14 ab	12,98 ab	9,63 ab	45,39 ab
P11	15,25 ab	10,43 ab	15,09 ab	29,49 ab	70,29 ab
P12	14,25 ab	9,74 ab	12,22 ab	14,36 ab	50,60 ab
Média	16,27	11,22	16,20	18,53	62,21
Desvio padrão	5,84	4,99	6,24	9,20	24,09
CV (%)	35,90	44,52	38,51	49,68	38,73

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis (p<0,05).

Tabela 2 – Densidade do solo orgânico do solo nas camadas de 0-5, 5-10,10-20 e 20-40 cm do solo, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Parcela	Densidade do solo (kg dm ⁻³)			
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-40 cm
P1	1,02 ab	1,06 ab	1,10 ab	1,11ab
P2	1,25 a	1,22 ab	1,28 ab	1,33 a
P3	0,88 b	0,97 b	1,07 b	1,10 ab
P4	1,28 a	1,28 a	1,27 ab	1,29 ab
P5	1,11 ab	1,17 ab	1,30 a	1,32 a
P6	1,23 ab	1,28 a	1,30 a	1,31 ab
P7	1,15 ab	1,23 ab	1,21 ab	1,25 ab
P8	1,05 ab	1,19 ab	1,11 ab	1,26 ab
P9	1,06 ab	1,08 ab	1,14 ab	1,12 ab
P10	1,18 ab	1,20 ab	1,18 ab	1,20 ab
P11	1,01 ab	1,07 ab	1,09 ab	1,08 b
P12	1,05 ab	1,11 ab	1,18 ab	1,21 ab

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste de Kruskal-Wallis (p<0,05).