



## Avaliação do estoque de carbono e nutrientes em Mata Atlântica no Estado de Pernambuco

**Isadora Barros Moura de Carvalho<sup>(1)</sup>; Marília Macêdo Almeida<sup>(2)</sup>; Caroline Miranda Biondi<sup>(3)</sup>; Paula Renata Muniz Araújo<sup>(4)</sup>; Djennyfer Karolaine de Melo Ferreira<sup>(5)</sup>; Tereza Cristina Sidrone Luiz<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup>Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. E-mail: [isadora\\_bmdc@hotmail.com](mailto:isadora_bmdc@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Mestranda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(3)</sup> Professora adjunta, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(4)</sup> Doutoranda em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(5)</sup> Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(6)</sup> Graduanda em Bacharelado em ciências biológicas, Universidade Federal de Pernambuco.

**RESUMO:** A dinâmica de nutrientes e carbono em solos de floresta é garantida pelo aporte de serapilheira, constituindo parâmetro importante para a avaliação da qualidade deste ecossistema. Em Pernambuco, são escassos os estudos relacionados ao estoque de carbono e ciclagem de nutrientes em solos de Mata Atlântica remanescente. Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar os teores de nutrientes em solos e serapilheira e o estoque de carbono em solo sob Mata Atlântica no Parque Estadual de Dois Irmãos. Para isso foram coletadas amostras de serapilheira e solo das camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm, em 16 pontos. Nas amostras de solo seco foram determinados granulometria, densidade do solo, pH, carbono orgânico total (CO),  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{K}^{+}$  trocáveis. Na serapilheira, foram determinados carbono orgânico e os elementos P, Ca, Mg, Na e K. Observou-se valores de pH abaixo de 4,7 e teores de alumínio elevados ( $0,37\text{-}1,87 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), conferindo acidez elevada nos solos e baixos teores de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{K}^{+}$ . Contudo, os teores de nutrientes na serapilheira garantem o fornecimento de elementos essenciais para a manutenção da vegetação. Os teores de matéria orgânica no solo foram maiores na camada de 5-10 cm, O estoque de C do solo foi maior nos primeiros 30 cm.

**Termos de indexação:** Ciclagem de nutrientes, floresta, sequestro de carbono.

### INTRODUÇÃO

Dentre os compartimentos de carbono do planeta, o solo é o de maior tamanho nos ecossistemas terrestres (2500 Pg C), sendo capaz de armazenar uma quantidade maior do que a emitida para a atmosfera, interferindo, portanto, no potencial do solo em estocar carbono. O estoque de carbono em áreas de floresta tropical é estimado em 428 t/ha, considerando o compartimento vegetação/solo nos ecossistemas florestais (Moraes et al., 1999) e o carbono estocado no solo pode

superar 50% deste total, ratificando a importância deste compartimento no ciclo do C (Machado, 2005).

Nos solos florestais a exemplo do bioma Mata Atlântica, geralmente de baixa fertilidade, os estoques de C e nutrientes encontrados na serapilheira e na parte aérea são importantes na definição do balanço de C e nutrientes e pode servir como indicador da capacidade produtiva da área (Vital et al., 2004).

A Mata Atlântica, um dos biomas originalmente mais extensos em regiões tropicais, na atualidade apresenta cerca de 12,5% de sua extensão original (SOS Mata Atlântica, 2015), comprometendo o seu alto potencial de sequestrar carbono. Em Pernambuco, o remanescente está distribuído em fragmentos de menor dimensão que os encontrados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Melo e Furtado, 2007), estando, portanto, mais vulneráveis às atividades antrópicas. Deste modo, há necessidade de informações para a verificação de alterações nestas áreas.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou determinar os teores de carbono e nutrientes da serapilheira e no solo em fragmento de Mata Atlântica do estado de Pernambuco. Os resultados deste estudo auxiliarão no monitoramento ambiental desse ecossistema.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Área de coleta e amostragem

As amostras de solo foram coletadas na parcela "PE2 500", uma das áreas de estudo do bioma Mata Atlântica do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), Sítio Pernambuco, localizado no Parque Dois Irmãos. Foram coletadas Três amostras simples para formar uma amostra composta de solo nas camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm de profundidade, em 16 pontos, perfazendo um total de 80 amostras de solo. As



amostras de serapilheira foram coletadas nos 16 pontos, utilizando um quadrante de 0,50 x 0,50 m.

### Análises químicas e físicas em solo e serapilheira

As amostras de solo coletadas foram secas ao ar, homogeneizadas e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se terra fina seca ao ar (TFSA). Para fins de caracterização química do solo, foram determinados pH em água; teores trocáveis de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ , extraídos com  $\text{KCl}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  e determinados por titulometria; teores trocáveis de  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ , extraídos com Mehlich<sup>-1</sup> e dosados por fotometria de chama; fósforo, extraído por Mehlich<sup>-1</sup> e dosado por colorimetria e acidez potencial (H+Al), por meio de extração com solução de acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  e determinação por titulometria (Embrapa, 2011). Os teores de carbono orgânico do solo foram determinados pelo método Walkley-Black modificado (Silva et al., 1999) e a matéria orgânica estimada pela utilização de fator de conversão. Para a análise granulométrica utilizou-se o método do densímetro (Embrapa, 1997 modificado por Almeida, 2008). A análise da densidade do solo foi realizada pelo método da proveta, indicado para solos arenosos (Embrapa, 1997).

As amostras de serapilheira foram secas em estufa a  $105^\circ\text{C}$  até peso constante, pesadas e moídas, em moinho de facas Willey. Posteriormente determinou-se a matéria orgânica pelo método de combustão seca, em mufla a  $550^\circ\text{C}$  por três horas, segundo método preconizado por Goldin (1987) modificado por Carmo & Silva (2012). Para avaliação de Na, K, Al,  $\text{H}^+$ , Al, P, S, C na serapilheira, foi realizada digestão nitro-perclórica (Johnson & Ulrich, 1959).

A dosagem dos elementos da serapilheira foi realizada conforme indicado: Fósforo dosado por espectrofotometria, pelo método do vanadomolibdato de amônio 1:1 (Bataglia et al., 1993); Ca e Mg, leitura em espectrometria de emissão óptica ICP; Na e K, por fotometria de emissão de chama (Embrapa, 2011).

### Cálculo do estoque de carbono

O Estoque de Carbono do Solo foi obtido pela soma do estoque de C orgânico de cada camada que correspondeu ao produto do teor de C do solo (C,  $\text{g kg}^{-1}$ ) pela densidade do solo (DS,  $\text{g cm}^{-3}$ ) e espessura da camada (p, em cm) (Gatto, et al., 2010), empregando-se a fórmula:

$$\text{ECS} = (\text{C} \times \text{DS} \times \text{p}) / 10$$

Em que ECS = estoque de carbono do solo ( $\text{t ha}^{-1}$ ); C = teor de carbono do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ); DS = densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ); e p = espessura da camada do solo (cm).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área estudada foram obtidos valores de pH abaixo de 4,7, o que indica elevada acidez do solo (Tabela 1). Teores de alumínio trocável também foram elevados, variando de 0,37 a  $1,87 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , assim como o de acidez potencial. Estes resultados estão em conformidade com o ambiente submetido à elevado índice pluviométrico, havendo a lixiviação de bases trocáveis. Além deste fato, em pH ácido, existe baixa disponibilidade de Ca e Mg, em função das elevadas lixiviações que decorrem das elevadas precipitações neste ambiente, justificando os baixos teores destes nutrientes encontrados na área estudada.

Embora seja evidente a baixa reserva de nutrientes nos solos estudados, a serapilheira apresenta-se como uma fonte de nutrientes a médio prazo para a vegetação (Tabela 2), fato que reafirma sua importância na ciclagem de nutrientes, mantendo a fertilidade e produtividade do solo (Scheer, 2008; Vital et al., 2004).

Os valores de P encontrados variaram entre 0,88 e  $6,76 \text{ mg dm}^{-3}$ . Em estudo em Floresta tropical, Cunha et al. (2007) encontraram valores entre 5,4 a  $6,1 \text{ mg dm}^{-3}$ , que assim como os valores do presente estudo, são considerados níveis baixos a muito baixos. Os baixos valores desse elemento na forma inorgânica nos solos estão associados ao fato de 20 a 80% do P estarem disponíveis na forma orgânica, principalmente em solos de ambientes naturais. Esta reserva orgânica pode torna-se disponível para a planta mediante produção e liberação da enzima fosfatase, por micro-organismos e vegetais, que catalisa a hidrólise de compostos orgânicos ricos em P, liberando P inorgânico.

Foram observados os maiores teores de matéria orgânica na camada subsuperficial (5-10 cm) (Tabela 1). Este fato é devido ao transporte do material orgânico aportado na camada mais superficial, com maiores teores de areia na camada de 0-5 cm (Tabela 2), dificultando a formação de agregados, importante proteção física para manutenção da matéria orgânica nesta camada (Machado, 2005).

De modo geral, observou-se que em profundidade os solos apresentaram menores teores de areia e incremento nas frações argila e silte. As frações mais finas do solo (silte + argila) apresentaram uma relação direta e positiva com os teores de matéria orgânica.



Os teores de carbono estocado nas seções mais profundas, 30-50 cm, foram proporcionalmente menores, mesmo considerando os maiores teores de argila, devido o menor incremento de resíduos nesta camada, por isso, contém de 20 a 50% do Estoque de Carbono do Solo (ECS). Já a parte superior do perfil, 0-30 cm, contém de 50 a 70% do Estoque de Carbono do Solo, representando a maior quantidade ECS para o perfil (Tabela 1), embora o solo, nesta seção, seja de caráter arenoso.

### CONCLUSÕES

O conteúdo de nutrientes na serapilheira é responsável pela manutenção da fertilidade nos solos de Mata Atlântica, cuja baixa fertilidade inviabilizaria a manutenção da vegetação local.

O estoque de carbono até os 30 primeiros centímetros foi superior às demais profundidades, embora o solo estudado apresente caráter arenoso.

### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, B.G. 2008. Métodos alternativos de determinação de parâmetros físicos do solo e uso de condicionadores químicos no estudo da qualidade do solo. Piracicaba. 103p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.
- CARMO, D. L.; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 56: 1211-1220, 2012.
- CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; COSTA, G. S.; VELLOSO, A. C. X. Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto no norte fluminense. *R. Bras. Ci. Solo*, 31: 667-672, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 212p, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 2011.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; VIANA, A. P.; SANTOS, G. A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1489-1499, 2008.
- GATTO, A.; BARROS, N. F. de; NOVAIS R. F.; SILVA, I. R. da; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; VILLANI, E. M. de A. Estoques de Carbono no Solo e na Biomassa em plantações de Eucalipto. *R. Bras. Ci. Solo*, 34: 1069-1079, 2010.
- GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, 18: 1111-1116, 1987.
- JOHNSON, C.M. & ULRICH, A. Analytical methods for use in plants analyses. Los Angeles, University of California, 766: 32-33,1959.
- MACHADO, P. L. O. A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. *Química Nova*, 28(2), 2005.
- MELO, M. D. V. C.; FURTADO, M. F. G. Florestas urbanas: estudo sobre as representações sociais da Mata Atlântica de Dois Irmãos, na cidade do Recife – PE. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Ciência e Pesquisa, 34p. 2006.
- MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; VUONO, Y. S. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forests. *Revista Brasileira de Botânica*, 22(1): 9-16, 1999.
- SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). *Revista Floresta*, 38 (2): 253-266, 2008.
- SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; SILVA, E. F. Manejo de resíduos de matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: uma questão estratégica para a manutenção da sustentabilidade. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Boletim Informativo*, 29: 103-123, 1999.
- SOS MATA ATLÂNTICA. Fundação SOS Mata Atlântica. Disponível em: < <https://www.sosma.org.br/> > Acesso em 10 de junho de 2015.
- VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. *R. Árvore*, 28 (6): 793-800, 2004.

**Tabela 1.** Caracterização química e estoque de C do solo, valores médios, máxima e mínima

Prof. cm	pH	P	MO	Na	K	Al	H+Al	Ca+Mg	ECS
	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
0 - 5	3,6 (3,9 - 3,3)	2,1 (2,9 - 1,3)	43,4 (68,0 - 31,0)	0,05 (0,09 - 0,03)	0,03 (0,04 - 0,01)	0,73 (1,12 - 0,37)	1,71 (3,70 - 0,31)	1,18 (2,8 - 0,3)	16,9 (26,1-12,9)
5 - 10	3,6 (3,9 - 3,4)	1,89 (3,0 - 1,2)	59,1 (97,0 - 33,0)	0,05 (0,1 - 0,03)	0,03 (0,04 - 0,01)	1,02 (1,77 - 0,55)	3,2 (6,50 - 0,36)	0,9 (1,7 - 0,5)	21,7 (35,6-12,8)
10 - 20	3,7 (4 - 3,2)	2,02 (3,1 - 0,9)	54,0 (93,5 - 28,4)	0,06 (0,1 - 0,02)	0,02 (0,06 - 0,01)	1,07 (1,87 - 0,57)	3,31 (6,42 - 0,52)	0,87 (2,3 - 0,3)	40,6 (59,9-23,4)
20 - 30	3,6 (4,3 - 3,3)	2,03 (3,6 - 0,6)	50,5 (74,5 - 30,2)	0,06 (0,09 - 0,03)	0,02 (0,03 - 0,01)	0,97 (1,50 - 0,70)	2,95 (10,1 - 0,97)	0,91 (2,1 - 0,3)	37,7 (51,2-25,0)
30 - 50	3,9 (4,7 - 3,6)	2,8 (6,8 - 0,7)	50,4 (68,3 - 30,8)	0,05 (0,09 - 0,03)	0,02 (0,06 - 0,01)	0,94 (1,12 - 0,72)	2,79 (5,51 - 1,51)	1,2 (2,6 - 0,3)	77,5 (114-50,0)
<b>Estoque Total de C</b>									3.110,74

**Tabela 2.** Caracterização química da serapilheira nos 16 pontos de coleta

Ptos	Na	K	C	P	Ca+Mg
	-----cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	ppm	mg kg <sup>-1</sup>
1	4,354	0,970	49,64	13,88	7190
2	5,470	0,845	40,83	22,88	5070
3	3,557	0,876	63,97	14,63	5115
4	3,717	0,782	41,76	22	4142
5	4,514	0,939	25,68	16,75	5665
6	4,779	0,907	60,01	15,5	4750
7	4,779	0,594	73,52	13,13	4588
8	6,161	1,033	61,45	16,13	5608
9	5,204	0,939	50,91	13,75	5284
10	7,064	1,033	48,15	17,25	6338
11	4,726	1,001	68,67	13,63	5502
12	5,683	1,377	48,38	21,63	5682
13	5,523	1,189	44,53	24,38	4148
14	6,054	1,409	43,78	20,5	4819
15	4,142	0,907	50,46	15,75	4381
16	4,460	1,785	36,11	30	10346

**Tabela 3.** Teores médios, máximos e mínimos das frações granulométricas dos solos estudados

Prof. cm	Areia	Silte	Argila
	g Kg <sup>-1</sup>	g Kg <sup>-1</sup>	g Kg <sup>-1</sup>
0-5	933,01 (975,6-802,0)	42,30 (68,4-23,0)	24,69 (175,0-0,0)
5-10	884,18 (974,4-749,5)	49,25 (80,0-10,2)	66,56 (225,0-0,0)
10-20	866,01 (959,0-747,5)	55,77 (148,0-5,0)	78,75 (200,0-0,0)
20-30	839,68 (956,0-631,15)	60,50 (193,5-3,6)	95,94 (200,0-0,0)
30-50	836,85 (927,8-726,7)	52,84 (107,7-17,0)	110,31 (250,0-20,0)