

QUANTIFICAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS FLORESTADOS DE MATA ATLÂNTICA EM SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA, RJ

Mariana Mascarenhas ¹
Marcio Alexandre S. Soares ²
Vanessa I. C. Saraiva ³
Antonio Soares da Silva ⁴

INTRODUÇÃO

Os impactos das atividades humanas sobre o ecossistema terrestre estão se tornando cada vez mais evidentes (Lal, 2004; Azevedo, 2018; Silva et. al, 2019). As mudanças de uso e ocupação das terras nos trópicos são responsáveis por 12 - 20 % da emissão de carbono orgânico, especialmente devido à conversão de áreas florestadas em sistemas agropastoris, resultando em cerca de 13 milhões de hectares desmatados (Don et al., 2011).

Os solos emergem como um elemento central na mitigação do aumento do carbono atmosférico, pois representam o maior reservatório terrestre de carbono (Lal, 2004; Embrapa, 2007; Lepsch, 2011). O carbono orgânico no solo é incorporado através da matéria orgânica dos solos (MOS), que é crucial na estruturação dos agregados do solo, ajudando a mitigar a erosão e conservar os solos (Guerra e Cunha, 2018). Nos solos tropicais, o ciclo do carbono é acelerado pelas altas temperaturas, o que pode aumentar a erosão e a liberação de carbono para a atmosfera, destacando a importância de entender essa dinâmica em ecossistemas tropicais florestados (Carvalho *et. al*, 2023).

Os solos em áreas florestais armazenam uma quantidade de carbono duas vezes maior do que a presente na atmosfera. O estoque de carbono está diretamente relacionado à disponibilidade de matéria orgânica, à decomposição, ao clima, ao tipo de solo e ao manejo da terra. No Brasil, há uma escassez de informações disponíveis sobre o estoque

¹ Mestranda pelo Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, marianamascarenhasf@gmail.com;

² Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, maserrao@yahoo.com;

³ Pos-Doutoranda pelo Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, vanessaicsaraiva@hotmail.com;

⁴ Professor orientador: Professor Adjunto do Departamento de Geografia Física da UERJ (IGEOG/UERJ) e do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO/UERJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - RJ, asoaresuerj@gmail.com.

de carbono nos solos, especialmente em diferentes tipos de uso e regiões (EMBRAPA, 2007). Azevedo (2018) enfatiza a relevância dos estudos sobre o carbono nesses ecossistemas, considerando a carência de dados no país sobre o ciclo do carbono.

A Mata Atlântica é um dos biomas de maior importância do mundo, por apresentar uma grande biodiversidade, originalmente recobria cerca de 15% do território brasileiro, seguindo do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (por toda extensão da costa), mas foi reduzida em 90% (Atlas da Mata Atlântica, 2020). Atualmente é considerada um dos biomas mais ameaçados do mundo devido à urbanização desenfreada, expansão agrícola, exploração madeireira ilegal e outros impactos humanos (Azevedo, 2018).

O objetivo do presente trabalho foi levantar o teor de matéria orgânica nos solos florestados em ambiente de Mata Atlântica, com foco na região do noroeste fluminense, no município de Santo Antônio de Pádua, Rio de Janeiro (RJ).

ÁREA DE ESTUDO

O município de Santo Antônio de Pádua, no Noroeste do Rio de Janeiro, é acessado pelas rodovias RJ-188, RJ-218, RJ-116 e BR-393.

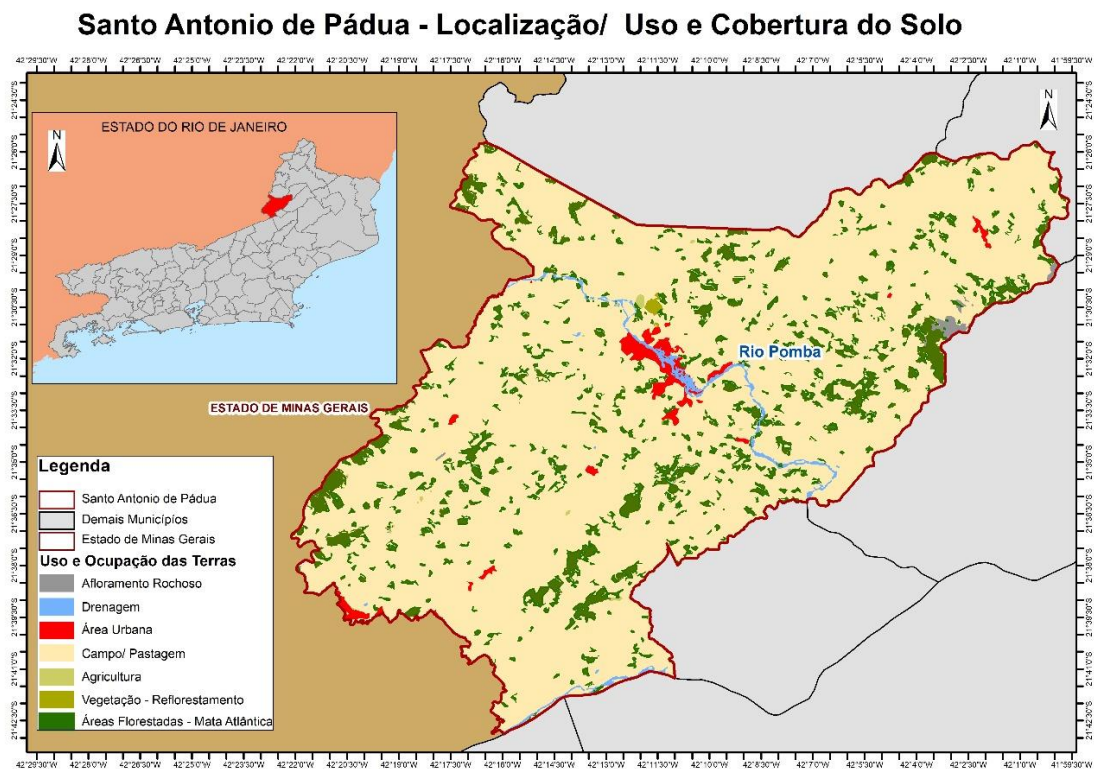


Figura 1 – Mapa de localização e uso e cobertura do município de Santo Antônio de Pádua.

A principal cobertura do solo é campo/pastagem em áreas de morfologia suave colinosa, com pequenos fragmentos florestais sobrevivendo em lineamentos serranos (Figura 1). Seus solos são predominantemente Argissolos Vermelhos-Amarelos e Argissolos Amarelos, combinados com Planossolos e Gleissolos nas planícies fluviais (EMBRAPA, 2003; Santos, 2023).

Nos setores florestados, o bioma da Mata Atlântica se manifesta como Floresta Estacional Semidecidual e, ao sul, como Floresta Ombrófila Densa (INEA, 2015). A Floresta Estacional Semidecidual, conhecida como “mata seca”, apresenta vegetação arbustiva adaptada a ambientes áridos (Figuras 2 e 3).



Figura 2: Fragmento florestal no município.



Figura 3: Presença de cactos em meio a vegetação dos fragmentos florestais.

O clima, segundo Köppen (1948), é tropical (Aw), com inverno seco e verão chuvoso. A média anual de precipitação é de 1.141,5 mm, com picos de 185 a 227 mm nos meses mais chuvosos (Gonçalves; Caldeira, 2005).

Historicamente, a economia local foi impulsionada pelos ciclos da cana-de-açúcar e do café (Costa e Silva, 2015). Hoje, a produção agropecuária, praticada de forma extensiva, ocupa cerca de 85% da área com pastagens. Nas últimas décadas, a extração de rochas ornamentais também ganhou destaque econômico (Brandão et al., 2016; INEA, 2015; Santos, 2023). Os usos históricos aplicados nessa localidade, afetaram o funcionamento dos solos, provocando processos de compactação do solo, através do pisoteio do gado que dificulta a infiltração de água e aumenta o escoamento superficial, acelerando os processos erosivos (Silva et al., 2019).

Na fase preliminar foram levantados dados dos solos da região e suas características. Foram definidas áreas florestadas, sendo elaborado um roteiro de pontos destinados à coleta de amostras de solo, nos horizontes superficiais para determinação dos teores de matéria orgânica. O método aplicado para a seleção das áreas de coleta se baseou em áreas com coberturas vegetais mais densas, identificadas através do *Landsat 8*, as imagens foram processadas em ambiente SIG através do *Software QGIS versão 3.28.9*. A fase de campo foi de 17 a 20 de maio de 2024. Foram selecionados e coletados 7 perfis de solo, amostrado o horizonte superficial A. Na Figura 4 pode-se observar os pontos selecionados para o presente estudo.

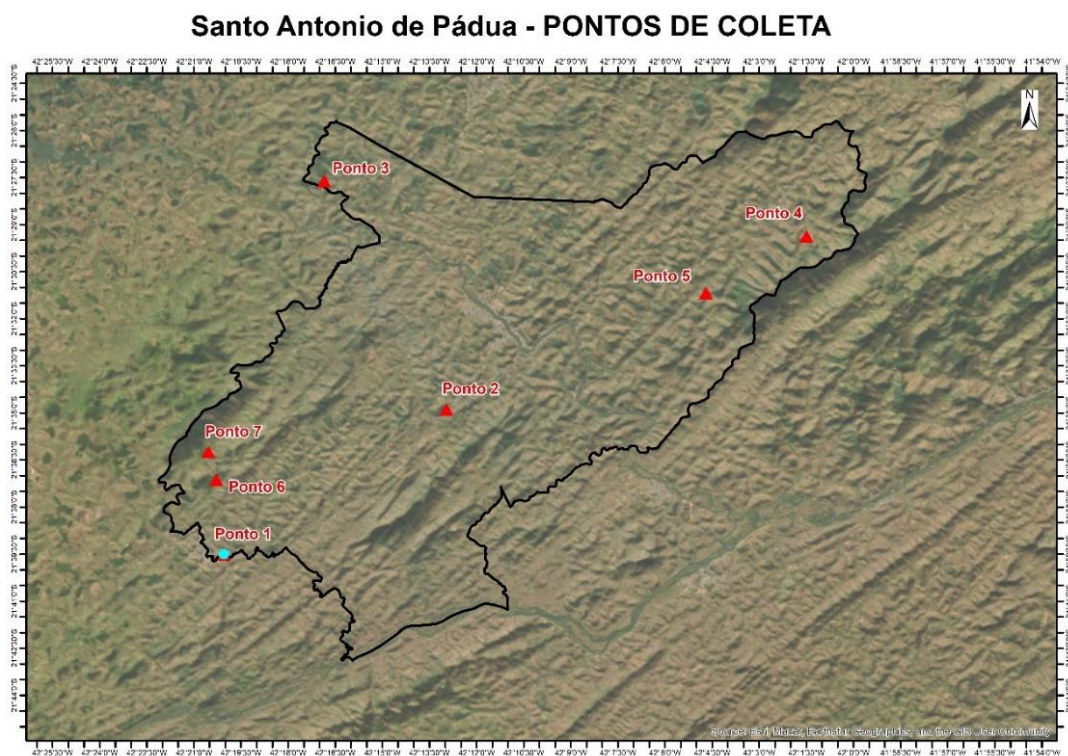


Figura 4 – Localização dos pontos de coleta.

No total foram processadas 15 amostras seguindo a metodologia de coleta de modo livre, com o intervalo de 10 cm de profundidade, ou seja, iniciando na profundidade de 0 a 10 cm e depois a cada 10 centímetros de profundidade, até atingir o topo do horizonte B. Em laboratório o método utilizado para a determinação da matéria orgânica no solo, se deu pela incineração em forno mufla (EMBRAPA, 2017), uma escolha que permite a determinação total da matéria orgânica. O método da mufla se baseia na

determinação da MO, considerando a diferença de peso inicial (amostras secas em estufa a 105 °C) e de peso computado após a incineração da amostra a 600°C.

Os procedimentos de coleta, manuseio, descrições e classificações morfológicas dos solos foram realizados a partir do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo, desenvolvido por Santos et al. (2015). Todos os dados produzidos foram tabulados e padronizados no software Microsoft Excel (versão 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria orgânica (MO) desempenha um papel crucial nos solos, sendo extremamente importante para sua saúde e fertilidade. A maior parte da MO provém da serrapilheira (composta por raízes, folhas e matéria orgânica morta), que se acumula na superfície do solo e é rapidamente decomposta ou transportada para horizontes mais profundos (Liebmann et al., 2021).

Nos fragmentos florestais ao longo da área avaliada (Figura 2), os pontos selecionados tendem a apresentar um horizonte A com uma média de 20 cm de profundidade, evidenciando as alterações provocadas pelo uso histórico do solo no município, que resultaram na perda parcial desse horizonte, conforme afirmam Silva et al. (2019). Os pontos 4 e 5, localizados na pequena porção ao sul do município, destacaram-se por apresentar horizontes A mais profundos, com 30 cm e 40 cm, respectivamente.

Esses pontos (4 e 5) estão situados em uma área com vegetação de floresta ombrófila densa, ao sul do município (Figura 2), caracterizada por uma maior formação de serrapilheira, além de um clima mais úmido (INEA, 2018). O ponto 4 apresentou um total de 167 g/kg de MO no solo, enquanto o ponto 5 se destacou, registrando um total de 418 g/kg de MO. A média desses pontos é de 292,64 g/kg de matéria orgânica nos solos.

Os demais pontos estão localizados em uma região de “mata seca”, com vegetação característica de ambientes áridos (INEA, 2018). A média de MO nesses ambientes foi de 210,2 g/kg, com o maior valor encontrado no ponto 2, de 280 g/kg.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nas análises de matéria orgânica por profundidade dos horizontes e o quantitativo total por ponto de amostragem. A taxa média

de MO na localidade é de 234 g/kg, com o ponto 5 sendo destaque, apresentando 418 g/kg e um horizonte A mais espesso, o que proporciona um maior acúmulo de MO.

Número do ponto	Profundidade dos Horizontes (cm)	Número da amostra	Matéria orgânica	Somatório MOS (g/kg)
P01	10 - 20	1	124	124
P02	0 - 10	2	150	280
	10 - 20	3	130	
P03	0 - 10	4	139	270
	10 - 20	5	131	
P04	0 - 10	6	65	167
	10 - 20	7	55	
	20 - 30	8	47	
P05	0 - 10	9	110	418
	10 - 20	10	93	
	20 - 30	11	96	
	30 - 40	12	118	
P06	0 - 10	13	113	113
P07	0 - 10	14	133	264
	10 - 20	15	131	

Tabela 1 – Resultados das análises de matéria orgânica em Santo Antônio de Pádua.

O tipo de vegetação e o histórico de uso da região influenciam diretamente nos resultados obtidos, visto que a vegetação é a principal responsável pela adição de MO ao solo, principalmente por meio da deposição de serrapilheira (Guerra, 2018; Lepsch 2011; Lal, 2004; Carvalho *et al.*, 2023). A quantidade de matéria orgânica desempenha um papel vital na prestação de serviços ecossistêmicos, proporcionando benefícios para a sociedade e para a manutenção de outros ecossistemas (Vezzani, 2015; Parron *et. al.*, 2015). Quando bem manejada, a matéria orgânica pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, sequestrando carbono da atmosfera (Carvalho *et al.*, 2023).

No Brasil, diversos esforços têm sido iniciados para estabelecer parâmetros e dados quantitativos sobre o carbono nos solos brasileiros. A EMBRAPA SOLO desenvolveu um boletim de pesquisa (EMBRAPA, 2007), onde foram apresentadas estimativas do estoque de carbono nos solos do Brasil, separados por bioma, destacando a necessidade de estimativas robustas do estoque de carbono nos solos brasileiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de degradação e desequilíbrio dos ecossistemas, incluindo o bioma da Mata Atlântica, resulta diretamente na liberação de carbono do solo para a atmosfera. O histórico de degradação desse bioma, provocado pelo uso extensivo dos solos para a

produção agrícola e pela intensa ocupação urbana, exerce uma pressão significativa sobre a floresta, gerando diversos impactos ambientais. A redução da matéria orgânica nos solos tem efeitos prejudiciais, pois acelera processos erosivos e afeta a fertilidade natural dos solos, agravando ainda mais a degradação.

Dessa forma, destaca-se a importância de preservar a floresta, garantindo a continuidade do aporte de resíduos orgânicos que, ao serem transformados em matéria orgânica do solo (MOS), desempenham um papel fundamental na manutenção da saúde do solo. Estudos voltados para a quantificação do teor de matéria orgânica são de grande importância no atual cenário ambiental, contribuindo para a compreensão e mitigação dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Serviços Ecossistêmicos; Solos de Florestas; Solos Tropicais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às instituições financiadoras do projeto CNPQ (processo 405821/2023-9) e CAPES, à equipe do Laboratório de Geografia Física (LAGFIS) – UERJ e ao Grupo de Estudos em Solos Tropicais (Gesolt).

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. D. et al. **ESTOQUE DE CARBONO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA**. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 48, n. 2, p.183-194, abr/jun. 2018. ISSN eletrônico 1982-4688 DOI: 10.5380/rf.v48 i2.54447.

BRANDÃO, C. B.; SILVA, A. S.; MIRANDA, R. A. C.; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Determination of Climatological Profile of Santo Antônio de Pádua Municipality, Rio de Janeiro State and its Applicability to Degraded Areas Recovery**. Anuário do Instituto de Geociências (Online), v. 39_1, p. 5-12, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/7857>. Acessado em: 21 mar. 2024.

BRANDÃO, C. B. **Emissão de CO₂ do solo e sua correlação com a rizosfera de diferentes paisagens de áreas degradadas do município de Santo Antonio de Padua - Rio de Janeiro**. 2014. 100f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CALONEGO, J. C.; DOS SANTOS, C. H.; TIRITAN, C. S.; CUNHA JÚNIOR, J. R. **Estoques de Carbono e Propriedades Físicas de Solos Submetidos a Diferentes Sistemas de Manejo**. Revista Caatinga, vol. 25, núm. 2, março-junho, 2012, pp. 128-135 Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil.

CARVALHO, M. L. et. al. **Stabilization of Organic Matter in Soils: Drivers, Mechanisms, and Analytical Tools – A Literature Review**. Ver. Bras. Cienc. Solo. 2023;47:e0220130. Disponível em: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20220130> Acesso em: 15 abr. 2024.

DANTAS, M. **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2000. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/321342815_Geomorfologia_do_Estado_do_Rio_de_Janeiro > Acesso em: 02 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 230 p.

FIDALGO, E. C. C. et. al. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Estoque de Carbono nos Solos do Brasil**. Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 121)

GONÇALVES, Alexandre Ortega; CALDEIRA, Nayane. **Caracterização climática do município de Santo Antônio de Pádua, Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89866/1/doc80-2005-clima-santo-antonio-padua.pdf> >. Acesso em: 10 abr. 2024

GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. Org. **Processos erosivos nas Encostas: Erosão, Impactos Ambientais e Conservação dos Solos**. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 14ª Ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Santo Antônio de Pádua**. 2015. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/publicacoes/publicacoes-inea/planos-municipais-de-conservacao-e-recuperacao-da-mata-atlantica/page/2/>. Acessado em: 18 mar. 2024

LAL, R. **Soil carbon sequestration to mitigate climate change**. Geoderma, Amsterdam, v. 123, p. 1-22, 2004

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de textos 2011.

LIEBMAN, P. et. al. **Biogeochemical limitations of carbon stabilization in forest subsoils**. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 185(1):1-9, 2021. DOI:[10.1002/jpln.202100295](https://doi.org/10.1002/jpln.202100295). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355368405_Biogeochemical_limitations_of_carbon_stabilization_in_forest_subsoils. Acessado em: 20 fev. 2024.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (ed.). **Estoques de carbono no solo como indicador de serviços ambientais**. In: Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

PEREIRA, A. B. **Mata Atlântica: Uma Abordagem Geográfica**. Rev. Nucleus, vol. 6, Nº. 1, 2009, págs. 1-27. ISSN-e 1982-2278. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4033686> Acesso em: 02 set. 2023.

SANTOS, H. G. dos; et al., **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. rev. e ampl. 2018, Brasília, DF: Embrapa, 2018. ISBN: 978-85-7035-817-2

SANTOS, S. V. O. **Potencialidades e limitações das terras no município de Santo Antônio de Pádua (RJ)**. 2023. 191f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.bdtu.uerj.br:8443/handle/1/20856>. Acessado em: 18 abr. 2024.

SILVA, A. S.; DA COSTA, G. C. P.; TÁVORA, G. S. G.; SELIGER, R. **Influência do Pisoteio do Gado na Alteração das Propriedades Físicas de Horizontes Superficiais em Santo Antônio de Pádua**. Geo UERJ, v. 35, p. 1-19, 2019. DOI: 10.12957/geouerj.2019.46650

VEZZANI, F. M. **Solos e os Serviços Ecossistêmicos (Soils and the Ecosystem Services)**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S. l.], v. 8, p. 673–684, 2015. DOI: 10.26848/rbgf.v8.0.p673-684. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/233637>. Acesso em: 02 jul. 2024.