



## ESTOQUE DE CARBONO SUPERFICIAL DOS SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA

Paulo Roberto Megna Francisco<sup>1</sup>

Djail Santos<sup>2</sup>

Flávio Pereira de Oliveira<sup>3</sup>

George do Nascimento Ribeiro<sup>4</sup>

Viviane Farias Silva<sup>5</sup>

Raimundo Calixto Martins Rodrigues<sup>6</sup>

*Conservação de solos e recuperação de áreas degradadas*

### *Resumo*

Este trabalho, para as terras do Estado da Paraíba, objetivou modelar e estimar o estoque de carbono superficial utilizando técnicas de geoprocessamento. Utilizou-se dos dados das análises físicas e químicas descritos nos perfis representativos de do Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba e do Zoneamento Agropecuário. A densidade dos solos foi estimada pelo método de modelagem por pedotransferência e realizada a estimativa do Estoque de Carbono adotada camada superficial de 30 cm. Os resultados demonstraram que a utilização das técnicas de geoprocessamento proporcionou resultados satisfatórios com rapidez e precisão. A estimativa por pedotransferência da densidade dos solos apresentou resultados compatíveis. A densidade dos solos distribuiu-se em 47,30% da área entre 2,0 a 2,3 g cm<sup>-3</sup>. Áreas com até 75 Mg ha<sup>-1</sup> de Estoque de Carbono totalizaram 82,79% do Estado.

**Palavras-chave:** densidade do solo, teor de argila, saturação de bases, carbono orgânico, simulação.

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais – PPGEGRN, Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, paulomegna@gmail.com

<sup>2</sup>Professor Dr. Universidade Federal da Paraíba, djail.santos@academico.ufpb.br

<sup>3</sup>Professor Dr. Universidade Federal da Paraíba, flavio.oliveira@academico.ufpb.br

<sup>4</sup>Professor Dr. Universidade Federal de Campina Grande, george@ufcg.edu.br

<sup>5</sup>Professora Dra. Universidade Federal de Campina Grande viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

<sup>6</sup>Professor Dr. Universidade Estadual do Maranhão, calixto@cca.uema.br

## INTRODUÇÃO

A presença de matéria orgânica nos solos é de grande importância, uma vez que ela é o principal agente gerador de cargas elétricas negativas responsáveis pela retenção de nutrientes e água, pela agregação do solo, além de servir de substrato e contribuir para a manutenção da diversidade biológica do solo (SILVA et al., 2004). Este estoque, calculado a partir dos dados de carbono orgânico, como





outros atributos do solo, além de variar no tempo, varia também no espaço (CAMBARDELLA et al., 1994). Os estoques de carbono no solo são frequentemente calculados considerando a densidade do solo e a espessura da camada estudada (ELLERT & BETTANY, 1995).

Estimativas de estoque de carbono nos solos do Brasil, são poucas e se deparam com a falta de informações disponíveis sobre a quantidade de carbono orgânico nos solos (FIDALGO et al., 2007). Estimativas do estoque de carbono do solo dependem da disponibilidade de dados sobre conteúdo de carbono (g de C kg<sup>-1</sup> de solo) e densidade do solo (DS). Valores da DS são necessários para converter o conteúdo de carbono como porcentagem do peso seco para peso de carbono por unidade de área (HOWARD et al., 1995).

Funções de pedotransferência (PTFs) para determinação da DS foram desenvolvidas a partir de conjuntos de dados específicos (BERNOUX et al., 1998; HAN et al., 2012; HONG et al., 2013), entre outros. De acordo com Boschi et al. (2015), a estimativa de DS pode ser feita por meio de diferentes atributos de solos de fácil determinação. As frações argila, areia e silte são conhecidas por terem efeito sobre a DS (MANRIQUE & JONES, 1991; DE VOS et al., 2005). Kaur et al. (2002) utilizaram teores de argila, silte, areia e C. No Brasil, Bernoux et al. (1998), Tomasella e Hodnett (1998) e Benites et al. (2007) usaram os atributos teores de argila, silte, C e o pH em água.

Portanto, propõe-se neste trabalho para as terras do Estado da Paraíba, modelar e estimar o estoque de carbono superficial utilizando técnicas de geoprocessamento.

## METODOLOGIA

O Estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, apresenta uma área de 56.467,24 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W. Ao Norte, limita-se com o Estado do Rio Grande do Norte; ao Leste, com o Oceano Atlântico; a Oeste, com o Estado do Ceará; e ao Sul, com o Estado de Pernambuco (FRANCISCO, 2010). De uma forma geral os solos predominantes são os Luvisolos crômicos, Neossolos Litólicos, Planossolos Solódicos, Neossolos Regolíticos Distróficos e Eutróficos distribuídos pela região do sertão e nos cariris, os Vertissolos na região de Souza, e os Argissolos Vermelho Amarelo e os Neossolos Quartzarênicos no litoral do Estado (FRANCISCO, 2010).

Para a elaboração do mapa de estoque de carbono foi criada uma planilha no Excel<sup>®</sup> onde utilizou-se dos dados das análises físicas e químicas como Argila (mm) (%), Carbono Orgânico (%), Saturação de Bases (%) e Profundidade Efetiva (mm) descritos nos perfis representativos de BRASIL (1972) (Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba) e PARAÍBA (1978) (Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba). A partir dos dados obtidos, a Densidade dos





solos foi estimada pelo método de modelagem por pedotransferência desenvolvido por Benites et al. (2007), que apresenta  $R^2$  de 0,66 para os solos brasileiros ( $1,36 \text{ g cm}^{-3}$ ) (Equação 1).

$$Ds = 1,560 - 0,0005(\text{Argila}) - 0,010(\text{COT}) + 0,0075(\text{SB}) \text{ (Eq.1)}$$

Em que: DS - Densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ); argila ( $\text{g kg}^{-1}$ ); COT - carbono orgânico ( $\text{g kg}^{-1}$ ); SB – Saturação por Bases (%).

A estimativa do Estoque de Carbono dos solos foi calculada pela expressão de Veldkamp (1994) (Equação 2). A espessura do solo adotada foi a camada superficial de 30 cm.

$$EC = CO \times DS \times z \text{ (Eq.2)}$$

Em que: EC - estoque de carbono orgânico ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ); CO - carbono orgânico ( $\text{g kg}^{-1}$ ); DS - densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ); z - espessura (cm).

Utilizando-se o software QGIS<sup>®</sup> 3.28 foi importado arquivo digital em formato shape dos solos da área de estudo na escala de 1:200.000 fornecido pela AESA (PARAÍBA, 2006), representando a área de estudo e a ocorrência e distribuição das classes de solos predominantes no Estado com seus limites atualizados (IBGE, 2021). Em seguida, utilizando a tabela de atributos do Sistema de Informação Geográfica, os polígonos dos solos foram classificados com os valores obtidos de Argila (AR), Carbono Orgânico (CO), Saturação de Bases (SB) e pelas estimativas obtidas dos cálculos de Densidade (DS) e de Estoque de Carbono dos solos (EC). Após foram elaborados os respectivos mapas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No mapa de EC-Estoque de Carbono do solo (Figura 1), pode-se observar que 36,95% da área compreende  $20.864,11 \text{ km}^2$  entre  $25$  a  $50 \text{ Mg ha}^{-1}$ , seguida da classificação entre  $0$  a  $25 \text{ Mg ha}^{-1}$  com  $14.477,84 \text{ km}^2$  (25,64%) e pela de  $50$  a  $75 \text{ Mg ha}^{-1}$  distribuída em 20,20% ( $11.406,13 \text{ km}^2$ ). Verifica-se que os maiores valores médios estão representados pelos Argissolos Acinzentados seguida pelos Neossolos Flúvicos e Argissolos Vermelho. Os menores valores médios de EC são observados nos Gleissolos, Espodossolos e Plintossolos, respectivamente.

Valores máximos observados por este trabalho é de  $237,18 \text{ Mg ha}^{-1}$  sob os Gleissolos localizados na região do litoral do Estado. Vasques et al. (2021), estimando o estoque de carbono para os solos brasileiro obteve valores máximos de  $246,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  para a profundidade de 30 cm.

A média observada para os solos estudados por este trabalho é de  $63,20 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Boschi et al. (2015) obtiveram para os solos brasileiros, valor médio de  $62,04 \text{ Mg ha}^{-1}$  para o estoque de carbono calculado pela densidade observada, já para a densidade estimada obteve valores médio de  $63,97 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Estes valores são devido que a composição do banco de dados é composta por solos



representativos de diversos biomas. Em Argissolos Acinzentados, Chaves e Farias (2008) avaliando os Tabuleiros Costeiros obtiveram para o EC valores máximos de 112,5 Mg ha<sup>-1</sup> para 30 cm de profundidade. Resultado menor quando comparado aos solos utilizados neste estudo, isto devido a área ter sido utilizada somente com o cultivo de cana de açúcar, ocorrendo a diminuição do estoque de carbono armazenado ao longo do tempo.

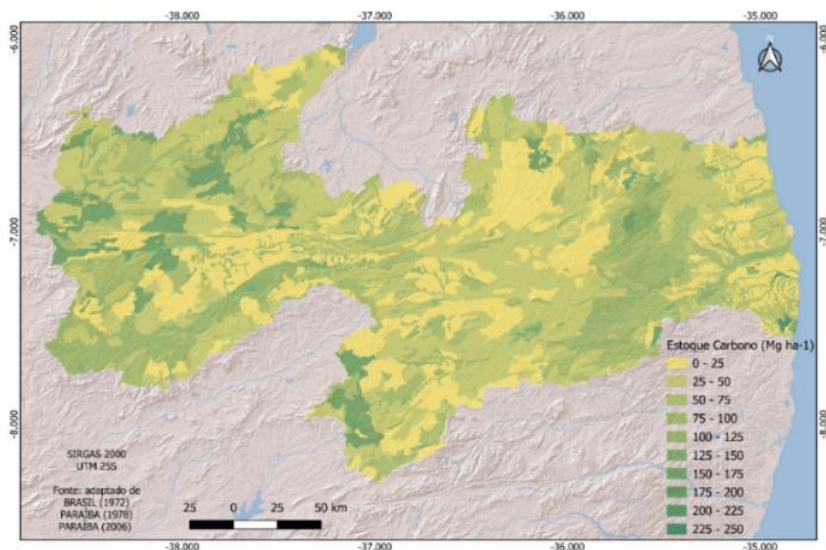


Figura 3. Estoque de Carbono do solo (Mg ha<sup>-1</sup>).

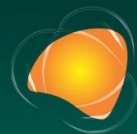
Fonte: adaptado de BRASIL (1972); PARAÍBA (1978; 2006); IBGE (2021); ESRI (2023).

Por este trabalho os Neossolos Regolíticos apresentam valores médios de 49,74 Mg ha<sup>-1</sup>, no entanto, Batista (2017) estimando o Estoque de Carbono em um Neossolo Regolítico, obteve valor de 59,64 Mg ha<sup>-1</sup>. Os Latossolos apresentaram média de EC de 49,14 Mg ha<sup>-1</sup> e os Argissolos Vermelhos Amarelos de 52,59 Mg ha<sup>-1</sup>. Esses valores são compatíveis com os níveis mundiais da base de dados WISE (BATJES, 1996), estimados em 57,0 Mg ha<sup>-1</sup> em Latossolos e 51,0 Mg ha<sup>-1</sup> de C armazenado em Argissolos.

Observa-se que nesta escala de mapeamento para o Estado da Paraíba, não houve anteriormente pesquisas realizadas, somente pontuais. Devido a importância dos resultados obtidos sugere-se o uso em as aplicações agrônômicas na conservação dos solos.

## CONCLUSÕES

A utilização das técnicas de geoprocessamento proporcionou resultados com rapidez e precisão.



A estimativa por pedotransferência da densidade dos solos apresentou resultados satisfatórios e compatíveis. A densidade dos solos distribuiu-se em 47,30% da área entre 2,0 a 2,3 g cm<sup>-3</sup>. Áreas com até 75 Mg ha<sup>-1</sup> de Estoque de Carbono totalizaram 82,79% do Estado.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, M. C. Estoque de carbono e frações da matéria orgânica em áreas sob sistemas agroflorestais e agricultura no agreste paraibano. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2017.
- BATJES, N. H. Development of a world data set of soil water retention properties using pedotransfer rules. *Geoderma*, v.71, p.31-52, 1996.
- BENITES, V. M.; MACHADO, P. L. O. A.; FIDALGO, E. C. C.; COELHO, M. R.; MADARI, B. E. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey report in Brazil. *Geoderma*, v.139, p.90-97, 2007.
- BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; JOLIVET, C. Bulk densities of Brazilian Amazon soils related to other soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, v.62, n.3, p.743-749, 1998.
- BOSCHI, R. S.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C.; SOUZA, G. P. DA S.; CIDIN, A. C. M.; ASSAD, E. D. Efeito de estimativa de densidade do solo no cálculo de estoque de carbono. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente*, v.2, n.1, p.8-16, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972. (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia, 8).
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B. KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Science Society of American Journal*, v.58, p.1501-1511, 1994.
- CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H. DE A. Variabilidade espacial do estoque de carbono nos Tabuleiros Costeiros da Paraíba: Solo cultivado com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.1, p.20-25, 2008.
- DE VOS, B.; VAN MEIRVENNE, M.; QUATAERT, P.; DECKERS, J.; MUYS, B. Predictive quality of pedotransfer functions for estimating bulk density of forest soils. *Soil Science Society of America Journal*, v.69, n.2, p.500-510, 2005.
- ELLERT B. H.; BETTANY, JR. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Canadian Journal of Soil Science*, v.75, p.529-538, 1995.
- ESRI. Mapa Topográfico Mundial. Disponível em:  
<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=30e5fe3149c34df1ba922e6f5bbf808f>.
- FIDALGO, E. C. C.; BENITES, V. DE M.; MACHADO, P. L. O. DE A.; MADARI, B. E.; COELHO, M. R.; MOURA, I. B. DE; LIMA, C. X. DE. Estoque de carbono nos solos do Brasil. Rio

REALIZAÇÃO

**GSC**  
EVENTOS ESPECIAIS  
a grife de sucesso em eventos



**INSTITUTO FEDERAL**  
Sul de Minas Gerais  
Campus Muzambinho



**INSTITUTO FEDERAL**  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
Sul de Minas Gerais

[WWW.MEIOAMBIENTEPOCOS.COM.BR](http://WWW.MEIOAMBIENTEPOCOS.COM.BR)



21º Congresso Nacional de  
**MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas  
22 a 25 DE OUTUBRO | 2024

**EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS**

- de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Solos, n.º 121).
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- HAN, G. Z.; ZHANG, G. L.; GONG, Z. T.; WANG, G. F. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density in China. *Soil Science*, v.177, n.3, p.158-164, 2012.
- HONG, S. Y.; MINASNY, B.; HAN, K. H.; KIM, Y.; LEE, K. Predicting and mapping soil available water capacity in Korea. *PeerJ*, n.71, p.1-31, 2013.
- HOWARD, P. J. A.; LOVELAND, P. J.; BRADLEY, R. I.; DRY, F. T.; HOWARD, D. M.; HOWARD, D. C. The carbon content of soil and its geographical distribution in Great Britain. *Soil Use and Management*, v.11, n.1, p.9-15, 1995.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malhas territoriais. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>.
- KAUR, R.; KUMAR, S.; GURUNG, H. P. A pedotransfer function soil data and its comparison with existing PTFs. *Australian Journal of Soil Research*, v.40, n.5, p.847-857, 2002.
- MANRIQUE, L. A.; JONES, C. A. Bulk-density of soils in relation to soil physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*, v.55, n.2, p.476-481, 1991.
- PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CEPA–PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-EletoConsult Ltda., 1978. 448p.
- PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.
- QGIS. Development Team. 2022. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.
- SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; SILVA, E. F. Manejo de resíduos e matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: uma questão estratégia para a manutenção da sustentabilidade. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Boletim Informativo*, v.29, n.3, p.10-20, 2004.
- TOMASELLA, J.; HODNETT, M. G. Estimating soil water retention characteristics from limited data in Brazilian Amazonia. *Soil Science*, v.163, n.3, p.190-202, 1998.
- VASQUES, G. M.; COELHO, M. R.; DART, R. O.; CINTRA, L. C.; BACA, J. F. M.; SANTOS, M. DE L. M. Soil organic carbon stock maps for Brazil at 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 and 100-200 cm depth intervals with 90 m spatial resolution. Technical Report. Version 2021.
- VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. *Soil Science Society of America Journal*, v.58, p.175-180, 1994.

REALIZAÇÃO

**GSC**  
EVENTOS ESPECIAIS  
a grife de sucesso em eventos



**INSTITUTO FEDERAL**  
Sul de Minas Gerais  
Campus Muzambinho



**INSTITUTO FEDERAL**  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
Sul de Minas Gerais

[WWW.MEIOAMBIENTEPOCOS.COM.BR](http://WWW.MEIOAMBIENTEPOCOS.COM.BR)