

Mapeamento do Estoque de Carbono do Solo no Brasil: Disponibilidade e Qualidade do Dados de Treinamento

Mapping Soil Carbon Stock in Brazil: Availability and Quality of Training Data

Débora Liriel Kerber Kempner¹, Aline Mari Huf dos Reis², Gabriele Vitória Silva Serena³, Taciara Zborowski Horst⁴, Alessandro Samuel-Rosa⁵

RESUMO

A elaboração de mapas anuais do estoque de carbono orgânico do solo em todo o território brasileiro requer grande volume de dados de campo para treinar os modelos preditivos. Os dados devem cobrir os espaços geográfico, temporal e de atributos de modo a representar a realidade sendo mapeada. Os mapas visam ajudar a compreender a dinâmica dos estoques de carbono orgânico do solo brasileiro e sua relação com as mudanças de uso e cobertura da terra ao longo das últimas décadas, apontando para as melhorias necessárias para a próxima versão. A coleção beta consiste em produzir uma versão de série de mapas anuais do estoque de COS na profundidade de 0-30 cm do solo, no período de 1985 a 2021. Os dados para treinamento do modelo preditivo do mapeamento foram obtidos no repositório SoilData e totalizam 9650 pontos coletados, sendo que 4336 pontos foram publicados entre 1958 e 1984.

PALAVRAS-CHAVE: Características dos dados; Dados do solo; Mapas de carbono.

ABSTRACT

The development of annual maps of soil organic carbon (SOC) stocks throughout the Brazilian territory demands a substantial volume of field data to train predictive models. These data must encompass geographical, temporal, and attribute spaces to accurately represent the mapped reality. The maps aim to enhance our understanding of the dynamics of Brazilian soil organic carbon stocks and their relationship with land use and land cover changes over the past decades, while also pointing towards necessary improvements for the next version. The Beta Collection involves producing a series of annual maps of SOC stocks in the 0-30 cm soil depth range from 1985 to 2021. The data for training the predictive mapping model were sourced from the SoilData repository, totaling 9,650 collected points, with 4,336 points published between 1958 and 1984.

KEYWORDS: Data characteristics, Soil data, Carbon maps.

INTRODUÇÃO

O solo é um dos maiores reservatórios de carbono orgânico do planeta. A quantidade de carbono estocada neste reservatório varia no espaço e no tempo (LAL, 2013). Este ambiente dinâmico está em constante transformação, principalmente devido

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: deboraliriel@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 2569410943832682.

² Pesquisadora de Pós-Doutorado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: huf.aline@gmail.com. ID Lattes: 1570834132484121.

³ Iniciação científica voluntária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: gabiserena16@outlook.com. ID Lattes: 6313962630892604.

⁴ Docente do curso de bacharelado em Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: tacihorst@gmail.com. ID Lattes: 6763043931071514.

⁵ Docente do curso de bacharelado em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: alessandrosamuelrosa@gmail.com. ID Lattes: 1609751519717461.

às mudanças na cobertura e no uso da terra, que impactam diretamente o estoque de carbono orgânico no solo. O conhecimento desses estoques e suas variações é essencial para a implementação eficaz de programas de mitigação das mudanças climáticas. (MAPBIOMAS, 2023).

Para a produção de uma série anual de mapas baseados em dados de estoque de carbono orgânico do solo (COS), requer a inclusão das coordenadas geográficas e temporais das coletas de campo. Quanto mais precisos e representativos esses dados coletados no solo forem, mais fielmente os mapas refletirão a realidade. Recentemente, o MapBiomas lançou a Coleção Beta de mapas anuais do estoque de COS no Brasil para o período de 1985 a 2021. Esses mapas representam a quantidade de carbono presente na camada superficial do solo, que vai até 30 cm de profundidade. Essa camada é crucial devido à interação entre as raízes das plantas, a decomposição da matéria orgânica e a formação do solo. (GOMES et al., 2019).

Os mapas do MapBiomas Solo foram gerados através de modelos de regressão treinados com amostras de solo do repositório brasileiro de dados de pesquisa em ciência do solo, o SoilData (<https://soildata.mapbiomas.org>), o repositório brasileiro de dados da pesquisa em ciência do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade e qualidade desses dados de treinamento, uma vez que foram originalmente produzidos para finalidades distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

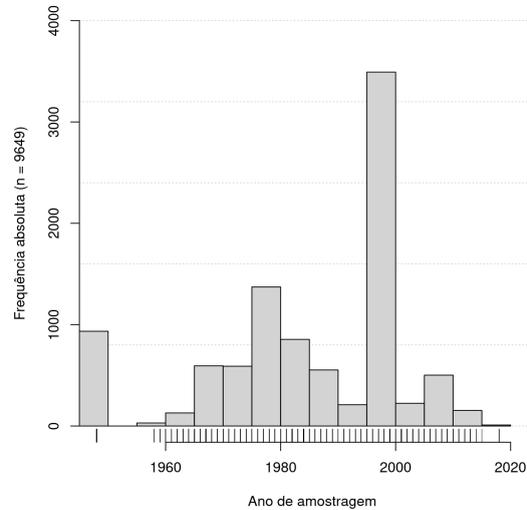
A qualidade dos dados pontuais de solo foi avaliada através de análises gráficas que representam a distribuição desses dados ao longo do tempo e no espaço geográfico, bem como suas características. O objetivo dessa avaliação gráfica foi determinar o quão bem os dados abrangem as dimensões geográficas e as características do solo no território brasileiro. Na avaliação, assumiu-se que, quanto melhor fora a cobertura desses espaços, maiores são as chances de obter mapas mais precisos e realistas e, portanto, mais úteis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL

A quantidade de informações disponíveis para o mapeamento dos estoques de COS no solo é substancial. Entretanto, sua distribuição espaço-temporal varia significativamente. Grande parte dos dados vem de amostras de solo coletadas entre as décadas de 1970 e 1990 (*Figura 1*). As pesquisas geradas entre os anos de 2000 e 2010 provém de instituições públicas e privadas. Embora os trabalhos das instituições públicas foram insuficientes e concentrados em poucas regiões, os dados dos trabalhos das instituições privadas não estão disponíveis para consulta. Portanto, há grande necessidade em incentivar o compartilhamento deles.

Figura 1. Distribuição temporal dos dados de treinamento

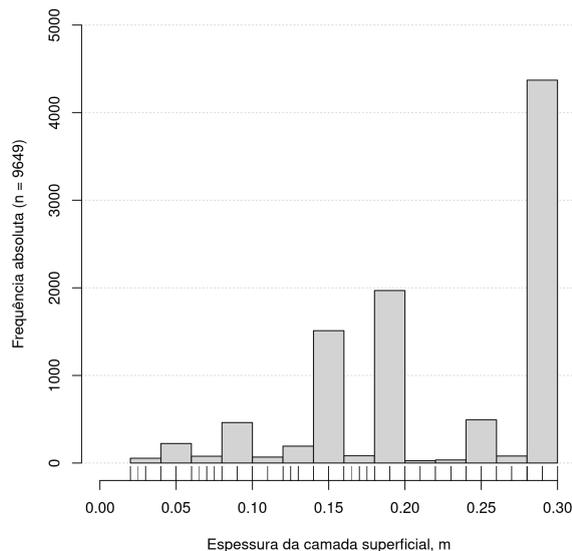


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL

Em certos cenários, como em locais agrícolas, amostras de solo com espessura constante são coletadas devido à limitação da camada de interesse, geralmente nos primeiros 10 ou 20 cm da superfície do solo. Para estimar os estoques de COS, considerou-se amostras com profundidade de até 30 cm. Isso sugere que os estoques de COS mapeados podem estar sendo subestimados, especialmente em áreas agrícolas. Detalhes sobre as características do solo estão disponíveis para camadas de diferentes profundidades (*Figura 2*).

Figura 2. Frequência espacial da profundidade/espessura da camada dos dados de treinamento

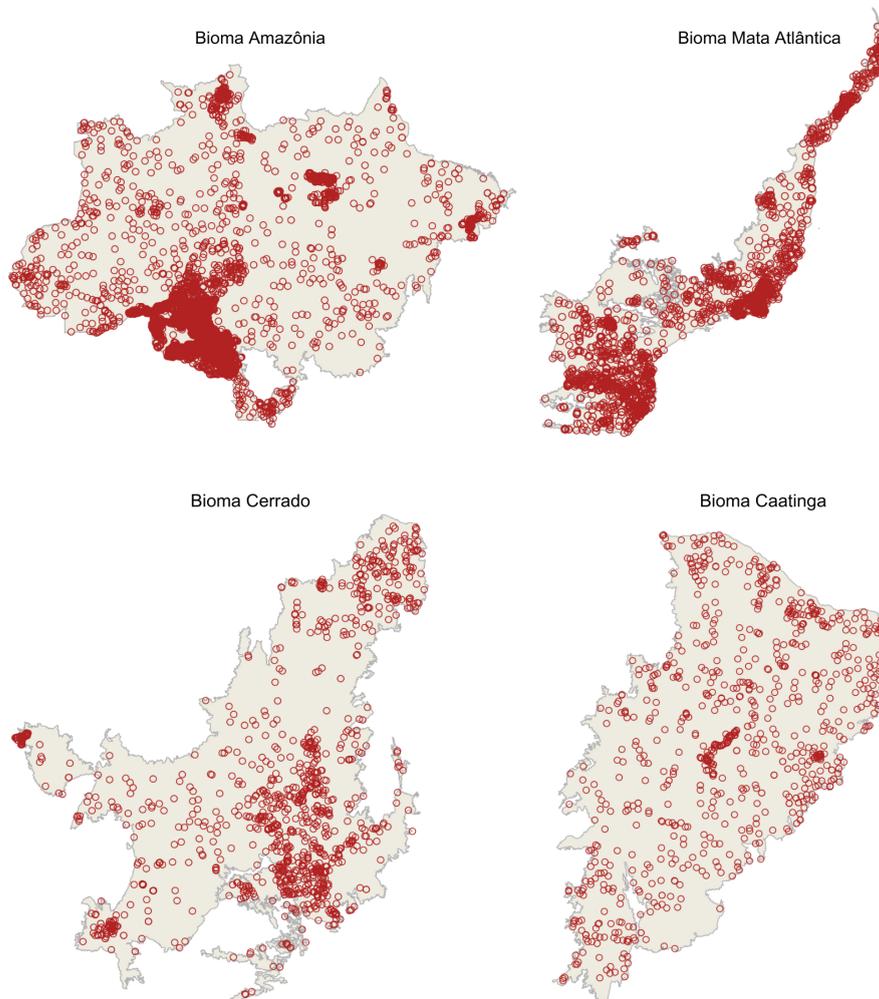


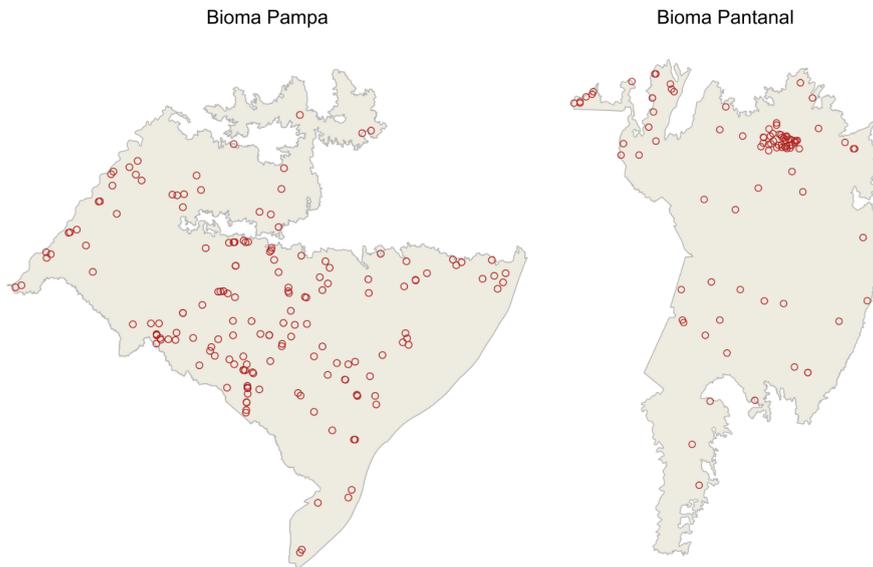
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

A quantidade de amostras coletadas em cada bioma apresenta uma considerável variação, o que pode afetar negativamente o desempenho do modelo de treinamento utilizado para prever os estoques de COS, levando à subestimação ou superestimação dos valores. Os biomas com maior concentração de amostras são a Amazônia (4468), Mata Atlântica (2888) e Cerrado (1166), enquanto o Pantanal (93), Pampa (169) e Caatinga (864) possuem o menor número de amostras (*Figura 3*). Em relação à densidade espacial, a menor quantidade de amostras (< 1 amostra/mil km²) estão nos biomas Pantanal, Cerrado e Pampa. As amostras dos biomas Pampa e Pantanal têm amostras distribuídas de forma limitada em seus territórios. A diferença na quantidade de dados de treinamento entre os biomas pode prejudicar o desempenho do modelo.

Figura 3. Distribuição espacial dos dados de treinamento nos biomas brasileiros

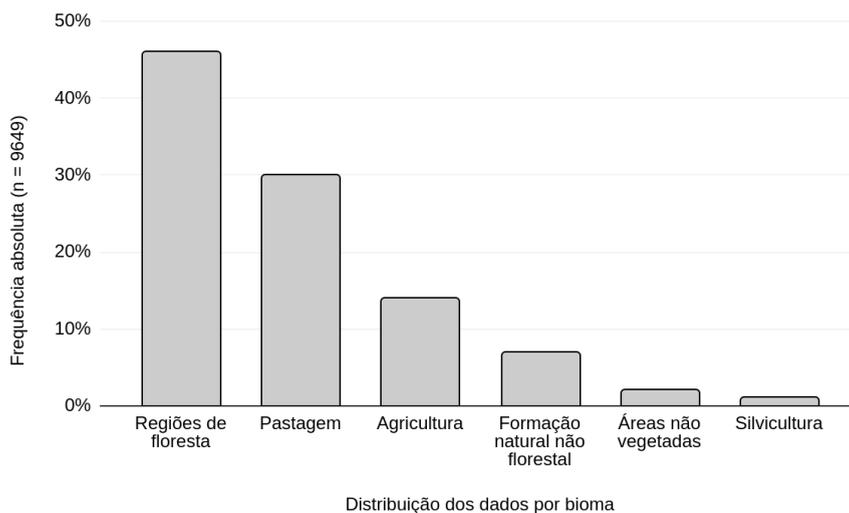




Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os dados originam-se de regiões de floresta (46%), pastagem (30%), agricultura (14%), formação natural não florestal (7%), áreas não vegetadas (2%) e silvicultura (1%) (Figura 4). Há uma sub-representação das áreas florestais, enquanto as áreas de agricultura e pastagem possuem uma quantidade maior de amostras, devido ao fato de a maior parte dos dados publicados no SoilData serem provenientes de pesquisas em áreas de agricultura e pecuária, que geralmente tem sua sua dinâmica temporal mais acentuada em comparação com as áreas naturais.

Figura 4. Distribuição temática dos dados de treinamento entre usos da terra



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Logo, existe uma grande necessidade em reunir uma quantidade maior de amostras em todo o território brasileiro, visando aprimorar o modelo de predição dos estoques de COS nas próximas versões do mapeamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, a conservação da matéria orgânica é superior em áreas com ecossistemas naturais. Quando essas se tornam áreas de cultivo, locais onde há revolvimento frequente do solo, apresentam perdas significativas de carbono. Grande parte das amostras provém de profundidades menores que 30 cm, em grande número relacionadas a trabalhos agrônômicos, limitados aos primeiros 10 ou 20 cm do solo. Essas amostras podem estar subestimando os estoques em certas regiões do país, o que deve ser abordado na próxima versão dos mapas. Além disso, a coleta e compilação de dados devem priorizar os trabalhos produzidos nas duas últimas décadas, com foco nos biomas Cerrado, Pampa e Pantanal.

Material suplementar

MapBiomass, 2023, "Mapeamento anual do estoque de carbono orgânico do solo no Brasil 1985-2021 (coleção beta). Documento de base teórica do algoritmo e resultados", <https://doi.org/10.58053/MapBiomass/3KXXVV>, MapBiomass Data, V1.

Agradecimentos

À UTFPR, ao Instituto Arapyaú e ao CNPq pelo financiamento do projeto, à Fundação Araucária pela concessão da bolsa de iniciação científica da primeira autora, e a FUNTEF, FUNAPE e IAMAP pelo suporte.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

GOMES, L. C. et al. Modelling and mapping soil organic carbon stocks in Brazil. *Geoderma*, v. 340, p. 337–350, 15 abr. 2019.

LAL, R. Soil carbon management and climate change. *Carbon Management*, v. 4, n. 4, p. 439–462, 1 ago. 2013.

MAPBIOMASS. **Annual mapping of soil organic carbon stock in Brazil 1985-2021 (beta collection). Algorithm theoretical basis document and results.** MapBiomass Data, , 20 jun. 2023. Disponível em: <<https://data.mapbiomas.org/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.58053/MapBiomass/3KXXVV>>. Acesso em: 18 set. 2023