

CARBONO ORGÂNICO TOTAL EM AGREGADOS BIOGÊNICOS, FISIOGÊNICOS E INTERMEDIÁRIOS DE UM ARGISSOLO SOB DIFERENTES USOS E MANEJOS

LARA FERNANDES MATOZO¹; DIENIFER RADTKE²; DIOVANA DA SILVA GUTERRES³; MARCELA ROCHA MARTINEZ⁴; EZEQUIEL CESAR CARVALHO MIOLA⁵; CLÁUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – laramatozo@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – dieniferradtke@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – gutierrezdiovavana@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – marcela.martinez_@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - ezequielmiola@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas - clrlima@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Os agregados do solo são formados a partir da união de partículas primárias de origem mineral e/ou orgânica, sendo influenciados por processos físicos, químicos e biológicos, os quais podem ser classificados de acordo com a sua gênese em três categorias: biogênicos, fisiogênicos e intermediários. Os agregados biogênicos resultam da atividade da macrofauna, especialmente minhocas, cuja ingestão e excreção de material orgânico e mineral formam estruturas arredondadas, ricas em matéria orgânica, podendo conter raízes. Esses agregados estão associados à maior estabilização da matéria orgânica e melhoria das propriedades estruturais e biológicas do solo (BATISTA, 2011; CAMPOS *et al.* 2022). Os fisiogênicos formam-se por processos físico-químicos, como ciclos de secagem e umedecimento, e pela ação de agentes cimentantes, apresentando formatos angulares ou prismáticos, comuns em ambientes de menor atividade biológica (BATISTA, 2011; ROSSI *et al.* 2016). Além desses dois tipos bem definidos, existem os agregados intermediários, que possuem morfologia indefinida e, podem originar-se da degradação de biogênicos ou da interação entre fisiogênicos e materiais orgânicos, como coprólitos (BATISTA, 2011; BATISTA *et al.* 2013).

A distinção entre esses três tipos de agregados não é apenas morfológica, mas também química. Estudos demonstram que os agregados biogênicos possuem maiores teores de carbono, indicando uma maior qualidade química em comparação aos fisiogênicos, que se assemelham mais aos intermediários em termos de composição (BATISTA *et al.* 2013; PEREIRA *et al.* 2021).

O carbono orgânico do solo (COT) é essencial para a fertilidade e sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas, influenciando a agregação e a retenção de nutrientes. Sua dinâmica varia conforme o manejo e fatores abióticos, como temperatura, radiação e umidade, que afetam a degradação da matéria orgânica. As maiores concentrações e perdas ocorrem nas camadas superficiais, onde a atividade microbiana e as condições ambientais regulam os processos biogeoquímicos (DENARDIN *et al.* 2014). A compreensão da dinâmica do carbono no solo é essencial para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de manejo agrícola. A adoção de práticas adequadas depende do conhecimento sobre os processos que influenciam os estoques de carbono e sua estabilidade ao longo do tempo. Isso é particularmente relevante diante das alterações provocadas pelas mudanças no uso da terra, que impactam diretamente os fluxos de carbono no solo (MEDEIROS *et al.* 2021).

O objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de carbono orgânico total (COT) em agregados biogênicos, fisiogênicos e intermediários em diferentes sistemas de uso e manejo (lavoura, pastagem e campo nativo).

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma propriedade localizada no interior do Município de Pelotas, Rio Grande do Sul, situada dentro da Bacia Hidrográfica Arroio Fragata. Os sistemas avaliados compreendem áreas de atividade agropecuária destinadas à produção de milho, pastagem e campo nativo, sendo a amostragem feita na camada superficial do solo (0 - 10cm).

Para a classificação dos agregados segundo sua via de formação, foram selecionados os agregados com tamanho entre 9,5 e 4,0 mm. Utilizou-se uma amostra de 50 g desses agregados, que foram posteriormente examinados com lupa binocular e manualmente separados conforme os critérios estabelecidos por BULLOCK *et al.* (1985), seguindo o protocolo adaptado por PULLEMANN *et al.* (2005) e validado por PEREIRA *et al.* (2021). A separação dos agregados foi realizada com base em critérios morfológicos, classificando-os em três categorias: biogênicos, fisiogênicos e intermediários. Pesaram-se todos os agregados que foram identificados sob lupa, para quantificar a massa de cada um deles. Após a separação em cada tipo de agregados procedeu-se a análise do teor de carbono orgânico.

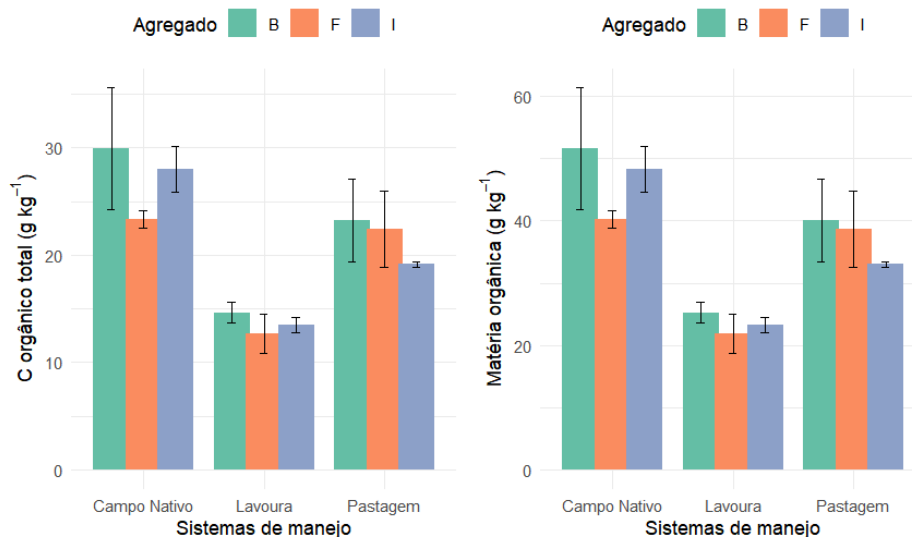
A quantificação do carbono orgânico total (COT) no solo foi realizada pelo método de combustão úmida, conforme descrito por Walkley e Black (1934) e adaptado por TEDESCO *et al.* (1995). Para cada análise, foram pesados 2 g de solo em erlenmeyers de 250 mL, onde foram adicionados 10 mL de solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Em seguida, sob capela de exaustão, acrescentaram-se 20 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), permitindo a oxidação parcial da matéria orgânica durante 30 minutos em repouso. Após esse período, adicionaram-se aproximadamente 200 mL de água destilada e, após o resfriamento da solução, três gotas de indicador ferroína. O excesso de dicromato não reagido foi titulado com solução padronizada de sulfato ferroso amoniacal, até a mudança de coloração do indicador, que caracteriza o ponto final da titulação. A matéria orgânica do solo (MOS) foi obtida pela conversão do teor de COT utilizando o fator de van Bemmelen (1,724), baseado no pressuposto de que a matéria orgânica contém, em média, 58% de carbono (WALKLEY; BLACK, 1934).

As análises estatísticas foram realizadas no Software R, avaliando a influência de diferentes tipos de agregados sobre a distribuição de carbono orgânico total e matéria orgânica do solo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que a área de campo nativo apresentou os maiores teores de carbono orgânico total (COT) e matéria orgânica do solo (MOS) (Figura 1), destacando a qualidade possivelmente preservada deste local. Por outro lado, a área de lavoura apresentou os menores teores para todos os tipos de agregados, demonstrando o impacto do manejo agrícola sobre a manutenção do agregado e do carbono no solo. A área de pastagem apresentou valores medianos, com agregados biogênicos e fisiogênicos apresentando teores semelhantes, enquanto os intermediários mantiveram valores menores.

Figura 1: Teor de carbono orgânico total (COT) e de matéria orgânica (MO) nos agregados biogênicos (B), fisiogênicos (F) e intermediários (I) em diferentes sistemas de manejo (campo nativo, lavoura e pastagem), com desvio padrão.



Independentemente do uso do solo, observou-se que os agregados biogênicos apresentaram maiores teores de COT e MOS, seguidos pelos agregados intermediários e, por último, os fisiogênicos. Os resultados sugerem que a atividade biológica favorece a formação de agregados, promovendo o acúmulo de matéria orgânica e a estabilização do carbono, essencial para a qualidade do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por SCHULTZ *et al.* (2019), que observaram a influência positiva da vegetação florestal e de gramíneas na formação de agregados em um Argissolo Vermelho-Amarelo, com predomínio de agregados biogênicos. Segundo os autores, a matéria orgânica integrada ao sombreamento proporcionado pelas árvores favoreceu a atividade da fauna, potencializando a formação e a estabilidade dos agregados do solo. Corroborando, PINTO *et al.* (2021) destacam que o COT tende a ser significativamente mais elevado nos agregados biogênicos em comparação aos fisiogênicos, inclusive em áreas agrícolas, indicando que esses agregados funcionam como reservatórios de carbono no solo.

4. CONCLUSÕES

A área de campo nativo apresentou os maiores teores de carbono orgânico total (COT) e de matéria orgânica do solo (MOS), enquanto a lavoura apresentou os menores. A pastagem evidenciou valores medianos de matéria orgânica. Em todos os sistemas, os agregados biogênicos foram os que concentraram maior quantidade de COT e de MOS, seguidos pelos intermediários e fisiogênicos considerando os sistemas de uso e manejo estudados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, I. **Atributos edáficos e fauna do solo em áreas de integração lavoura-pecuária no Bioma Cerrado, Mato Grosso do Sul.** 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

BATISTA, I.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BIELUCZYK, W.; SCHIAVO, J. A.; MELLO, N. A. Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no Cerrado, MS. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.4, p.1535–1548, 2013.

BULLOCK, P.; FEDEROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. **Handbook for Soil Thin Section Description**. Albington: Waine Research Publications, 1985.

CAMPOS, M. C. C.; SOUSA, A. C. dos S.; CARNEIRO, M. R. S.; BRITO FILHO, E. G. de; SILVA, J. de B.; SANTOS, R. V. dos. Vias de formação e classes de agregados em áreas sob floresta e pastagem em Areia, PB. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v.13, n.2, p.180–191, 2022.

DENARDIN, R. B. N.; MATTIAS, J. L. W.; WILDNER, L. P.; NESI, C. N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; BUSNELLO, F. J.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.1, p.59–69, 2014.

MEDEIROS, A. S.; MAIA, S. M. F.; SANTOS, T. C.; GOMES, T. C. Losses and gains of soil organic carbon in grasslands in the Brazilian semi-arid region. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.78, n.3, 2021.

PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BATISTA, I.; MELO, T. R.; SILVA NETO, E. C.; PINTO, L. A. S. R. Biogenic and physicogenic aggregates: formation pathways, assessment techniques, and influence on soil properties. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.45, 2021.

PINTO, L. A. S. R.; TORRES, J. L. R.; MORAIS, I. S.; FERREIRA, R.; SILVA JÚNIOR, W. F.; LIMA, S. S.; BEUTLER, S. J.; PEREIRA, M. G. Physicogenic and biogenic aggregates under different management systems in the Cerrado region, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.45, 2021.

PULLEMAN, M. M.; VAN WAARDEN, L. F.; VAN AERT, M.; VAN LEEUWEN, J. P.; KROES, M.; SCHOUTEN, T. A.; JONGMANS, A. G.; VAN BODEGOM, P. M.; JONGERDEN, M. R.; DE GROOT, W. J. Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology**, v.29, n.1, p.1–15, 2005.

R Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2025.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; MOURA, O. V. T.; ALMEIDA, A. P. V. C. Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de manejo agroecológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1677–1685, 2016.

SCHULTZ, N.; PINTO, L. A. S. R.; LIMA, S. S.; ZIVIANI, M. M.; ASSUNÇÃO, S. A.; PEREIRA, M. G. Agregação do solo e atributos químicos em áreas com diferentes coberturas vegetais. In: TULLIO, L. **Características do solo e sua interação com as plantas 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, v.2, p.1–12, 2019.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. **Soil Sci.**, v.37, p. 29-38, 1934.