

CARBONO ORGÂNICO EM AGREGADOS DO SOLO EM CAATINGA SUBMETIDA A MANEJO FLORESTAL

Daniele Claudio Cerqueira¹; Patrícia Anjos Bittencourt Barreto Garcia³; Paulo Henrique Marques Monroe⁴; Ana Júlia Santos Brito²; Eryca Porto de Oliveira Sales⁵

¹Discente de Engenharia Florestal, UESB (dani.agro24@gmail.com); ³Engenheira Florestal, Dra, Professora titular e Pesquisadora, UESB (patriciabarroto@uesb.edu.br); ⁴Engenheiro Agrônomo, Dr, Pós-doutorando, UESB (paulomonroes@gmail.com); ²Discente de Engenharia Florestal, UESB (anabritopiata@gmail.com); ⁵Discente de Engenharia Florestal, UESB (eryca_sales@hotmail.com)

APRESENTADO NO VII CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL – 02 A 04 DE AGOSTO DE 2023, VITÓRIA/ES

Resumo: Este estudo teve como objetivo responder as seguintes questões: (1) as práticas de manejo florestal da Caatinga influenciam o carbono total do solo na profundidade de 0-10 cm após? (2) o manejo florestal influencia a distribuição e teores de carbono das classes de agregados do solo? Foram avaliadas três práticas de manejo florestal após 8 anos de regeneração natural da floresta: corte raso (CR), corte seletivo por diâmetro (CSDAP) e corte seletivo por espécie (CSE), tendo como referência a Caatinga não manejada (CN). Foram realizadas coletas de solo (profundidade 0-10 cm). As amostras de solo foram fracionadas por via úmida, obtendo-se as frações: macroagregados, microagregados e silte+argila. Os teores de carbono orgânico (COS) e carbono lábil do solo (CL) foram determinados por oxidação úmida. O manejo florestal não promoveu redução dos estoques de COS e de CL. O solo sob manejo CSE apresentou menor percentual de macroagregados e maior de microagregados. O carbono dos macroagregados foi menor no CR devido a supressão total da floresta no início do manejo, o que diminui a deposição de matéria orgânica. Esse efeito potencializa a perda de estrutura do solo e o carbono ocluso nos macroagregados. O carbono dos microagregados não mostrou redução nos tratamentos, uma vez que são menos influenciados pelo manejo. Em oito anos após a intervenção na vegetação, o manejo florestal não promove redução do COS e CL, entretanto ocasiona alterações na distribuição do carbono entre as classes de agregados, sendo superior nos macroagregados.

Palavras-chave: indicadores de solo, macroagregados; microagregados; silte-argila.

Introdução

A Caatinga é um bioma exclusivo do Brasil, faz parte do semiárido e constitui uma das mais extensas formações de floresta tropical seca e uma das mais ricas em espécies do mundo (Blackie et al., 2014). As espécies florestais da Caatinga apresentam alto grau de endemismo e resistem a até 10 meses de estiagem (Pinheiro et al. 2013; Beuchle et al. 2015). Os dados geram preocupações ambientais, já que parte da madeira consumida não tem origem sustentável e advém do desmatamento. Uma das alternativas dentro do contexto de conservação e sustentabilidade consiste no uso racional dos recursos da Caatinga por meio do manejo florestal sustentável (MF).

Usualmente, o manejo florestal na Caatinga é baseado nas técnicas de corte raso (CR, remoção de toda a vegetação), corte seletivo por diâmetro mínimo (CSDAP, derrubada de todas as árvores com diâmetro na altura do peito equivalente a 5 cm), ou corte seletivo por espécie (CSE, derrubada de árvores de espécies selecionadas com base em parâmetros fitossociológicos como densidade e dominância, ou interesses econômicos) (EMBRAPA, 2007). O CR é a prática de manejo mais adotada no bioma e visa extrair o máximo volume de madeira.

Os diferentes manejos florestais podem alterar alguns atributos do solo, como por exemplo, o estoque de carbono (C). O COS pode ser estratificado por diferentes tipos de fracionamento químico ou físico. Assim, a separação do solo em classes de agregados de diferentes tamanhos tem sido amplamente utilizada para entender a dinâmica do COS (Gama-Rodrigues et al., 2010; Li et al., 2019; Vicente et al., 2019).

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo responder as seguintes questões: (1) as práticas de manejo florestal da Caatinga influenciam o estoque de carbono total do solo em área de caatinga arbórea? (2) o manejo florestal influencia as classes de agregados do solo, na camada de 0 a 10 cm de profundidade?

Material e Métodos

Este estudo foi realizado na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá (FLONA), localizada no município de Contendas do Sincorá, Bahia, região Nordeste do Brasil. A FLONA é uma unidade de conservação de Uso Sustentável conforme descrito no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil, 2000).

A região apresenta relevo plano e clima semiárido quente (BSwh) de acordo a classificação de Koppen. O solo é Oxisols segundo a classificação do USDA Natural Resources Conservation Service (Soil Survey Staff, 2014) e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (EMBRAPA, 2018).

A área experimental na FLONA foi manejada em 2015 e consistiu em quatro tratamentos que correspondem a três tipos de manejo florestal e uma condição de floresta não manejada: (a) corte raso (CR) - consistiu no corte e remoção de todas as árvores e arbustos; (b) corte seletivo por diâmetro mínimo (CSDAP) – corte de todas as árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) igual ou superior a 5 cm; (c) corte seletivo por espécie (CSE) - corte seletivo apenas de indivíduos de três espécies: *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett, *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns e *Jatropha mollissima* (Pohl.) Baill; e (d) Controle (Caatinga nativa) - Caatinga não manejada, utilizada como referência.

Os tratamentos foram distribuídos na área experimental seguindo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) por meio de quatro tratamentos e quatro repetições, perfazendo 16 parcelas. As parcelas possuíam dimensões de 20 × 20 m (400 m²). Antes do manejo, a área estudada encontrava-se em estágio sucessional tardio de regeneração, sendo que a área não havia sofrido nenhuma intervenção antrópica desde 1997 (MMA, 2006).

Amostras de solo foram coletadas em cada uma das 16 parcelas experimentais, com o auxílio de monólitos de dimensões equivalentes a 25 × 25 cm a 10 cm de profundidade. O fracionamento do solo em classes de agregados foi realizado por meio da técnica do peneiramento úmido, conforme empregado por Gama-Rodrigues et al. (2010) e Monroe et al. (2016).

Os teores de C orgânico total do solo (COS) e das frações foram obtidos via oxidação em meio ácido (Yeomans & Bremner, 1988). Já os teores de C lábil foram determinados via colorimetria, conforme metodologia descrita por Blair et al. (1995) e adaptado por Shank & Tiessen (1997) para solos tropicais.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias dos erros (teste de Levene), empregando-se os aplicativos STATISTICA® v.12,0. Após constatar dados paramétricos, foi realizada análise de variância (ANOVA) dos dados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Quando a ANOVA mostrou resultado significativo no teste F a 5 % de significância, foram realizadas comparações das médias pelo teste de fisher a 5% de significância.

Resultados e Discussão

O tipo de manejo florestal não influenciou os teores de carbono orgânico do solo (Figura 1), demonstrando uma recuperação do teor de COS após a alteração do ecossistema pelos manejos adotados. Esses resultados corroboram com os encontrados por Batista et al. (2018), onde os autores também verificaram que os valores de COS solo nos mesmos sistemas de manejo adotados nesse estudo, não apresentaram diferenças significativas, em curto tempo de avaliação. A exemplo, os resultados encontrados por Souza et al. (2006) também observaram que este atributo não foi sensível ao manejo em curto prazo. Por outro lado, no trabalho de Santos et al. (2020), a Caatinga nativa tida como referência, foi superior aos demais manejos, indicando que logo após o manejo há perdas no estoque de COS.

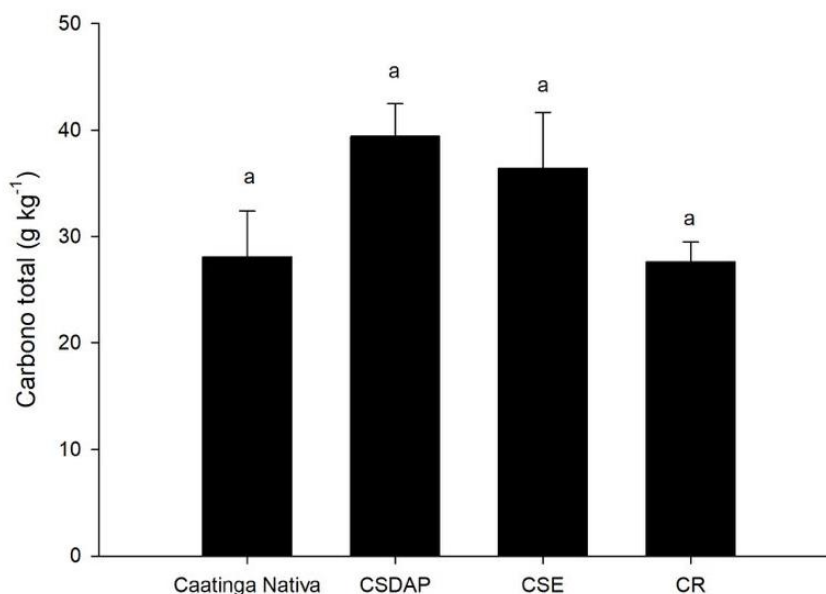


Figura 1. Teores de carbono orgânico da fração total do solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal com corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por espécie (CSE) e corte raso (CR). Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância (Fonte: Autora, 2023).

Os estoques de carbono lábil não foram afetados de modo significativo pelos diferentes manejos estudados (Figura 2). A ausência de diferença significativa na quantidade de C lábil entre a floresta não manejada e os sistemas de manejo adotados, pode estar atribuído a qualidade do resíduo vegetal aportado e com as condições microambientais inerentes ao bioma. A temperatura edáfica, o teor de água do solo e as características físico-químicas da matéria vegetal foram fatores que podem ter influenciado a decomposição da matéria orgânica de modo uniforme no bioma, independente do manejo adotado.

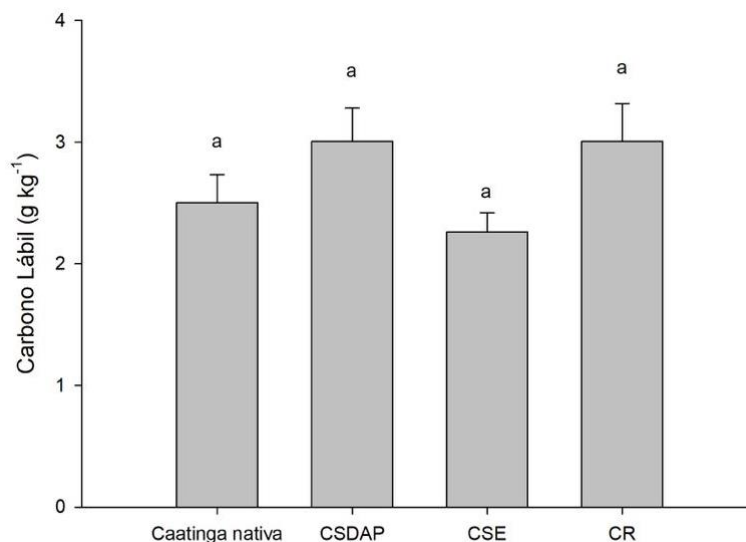


Figura 2. Teores de carbono lábil do solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal com corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por espécie (CSE) e corte raso (CR). Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância (Fonte: Autora, 2023).

No solo houve predominância da fração silte + argila (35%), mas com pouca variação para os macroagregados (33%) e microagregados (29%). O CSDAP teve maior porcentagem de macroagregados do que o CSE e não diferiu aos demais tratamentos. Por outro lado, houve uma tendência inversa nos microagregados, em que o CSE foi superior ao CSDAP e ao CR (Figura 3).

Os tratamentos manejados e Caatinga nativa não apresentaram diferenças significativas em relação a fração silte+argila. A prevalência da fração silte+argila deve ter íntima relação com a granulometria do solo estudado, que apresenta maior abundância de partículas de silte e argila e menor de areia (Santos et al., 2021).

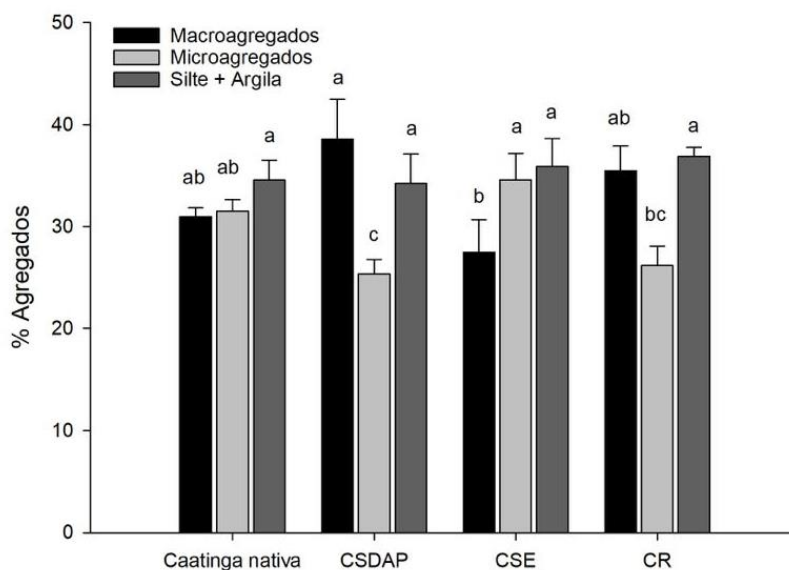


Figura 3. Porcentagem das classes de agregados de solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal com corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por espécie (CSE)

e corte raso (CR)). Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância (Fonte: Autora, 2023).

Em relação aos tipos de manejo, esperava-se que o CSE apresentasse uma maior quantidade de macroagregados e menor quantidade de microagregados quando comparado ao CSDAP, por apresentar uma supressão da vegetação menor em comparação ao CSDAP e CR. Entretanto, o CSE apresentou um menor percentual de macroagregados e maior concentração de microagregados em relação ao CSDAP.

Os macroagregados constituiu o compartimento com maior capacidade de armazenamento de carbono total (Figura 4). Santos et al. (2020) demonstraram que em ambientes onde não há revolvimento do solo, ou pouco revolvimento ocorre a preservação do C no interior dos macroagregados. Isso acarreta em uma menor exposição da MOS, diminuindo a decomposição e as perdas de C para a atmosfera.

Os macroagregados constituiu o compartimento com maior capacidade de armazenamento de carbono total (Figura 4). Santos et al. (2020) demonstraram que em ambientes onde não há revolvimento do solo, ou pouco revolvimento ocorre a preservação do C no interior dos macroagregados. Isso acarreta em uma menor exposição da MOS, diminuindo a decomposição e as perdas de C para a atmosfera. O Carbono total estocado nos macroagregados apresentou diferença significativa entre os manejos CSDAP e CR, onde o primeiro manejo concentrou 70 g kg^{-1} de C e o segundo aproximadamente 50 g kg^{-1} .

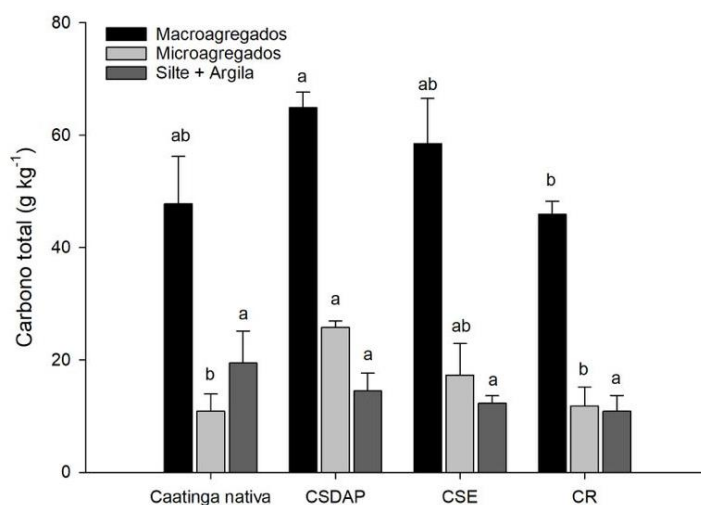


Figura 4. Carbono total das classes de agregados de solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal com corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por espécie (CSE) e corte raso (CR). Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância (Fonte: Autora, 2023).

Assim como o C lábil do solo, também não houve diferença significativa entre tratamentos nas classes de agregados (macroagregados e microagregados) e a fração silte+argila (Figura 5). O carbono lábil das classes de agregados de solo foi superior nos macroagregados do que nos microagregados e silte+argila.

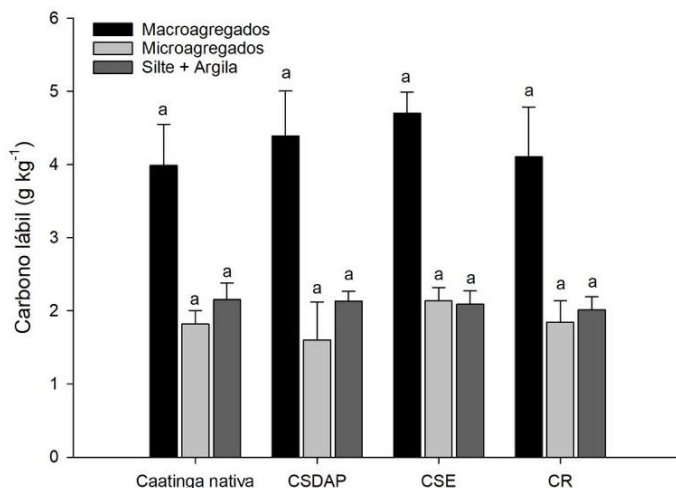


Figura 5. Carbono lábil total das classes de agregados de solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa) e Caatinga submetida a manejo florestal (CSDAP – corte seletivo por diâmetro; CSE – corte seletivo

por espécie e CR – corte raso). Letras minúsculas iguais que compararam as classes dos agregados dentro de cada tratamento, não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância (Fonte: Autora, 2023).

Portanto, o tipo de manejo florestal não alterou o C total (Figura 1), C lábil total do solo (Figura 2), e o C lábil nas classes de agregados (Figura 5). Houve predominância da maior quantidade de carbono lábil total a classe de macroagregados em todos os tratamentos avaliados. Era esperado que em manejos que apresentassem menor quantidade de macroagregados houvesse menor quantidade de C lábil nessas frações. Isso se deve a maior perda de C lábil, pois em condições naturais, é primeira fração acessada pelos microrganismos decompositores. No entanto, a ausência de diferença do C lábil dos agregados entre os manejos pode indicar que as condições edafoclimáticas do bioma são mais importantes para a transformação da MOS do que a influência dos manejos. Por outro lado, foi possível observar que a concentração de C lábil no solo não fracionado é menor do que nos macroagregados. Isso indica que os macroagregados do solo, independente do manejo adotado, são importantes para a proteção física da MOS.

Conclusão

Em curto prazo, o manejo florestal não promove redução do carbono orgânico e carbono lábil do solo, entretanto ocasiona alterações na distribuição do carbono entre as classes de agregados. Independente da adoção de manejo florestal na Caatinga, os macroagregados constituem o compartimento com maior capacidade de armazenamento de carbono orgânico e carbono lábil.

Referências Bibliográficas

- BATISTA, S. G. M.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, A. D.; MIGUEL, D. L.; BATISTA, W. C. A.. Oxidizable fractions of soil organic carbon in Caatinga forest submitted to different forest managements. **Ciência Rural**, 48 (10), e20170708, 2018.
- BEUCHLE, R.; GRECCHI, R.C; SHIMABUKURO, Y.E; SELIGER, R.; EVA, H.D.; SANO, E.; ACHARD, F.. Mudanças na cobertura da terra nos biomas Cerrado e Caatinga brasileiros de 1990 a 2010 com base em uma abordagem sistemática de amostragem por sensoriamento remoto. **Geografia Aplicada** , 58 , 116-127, 2015.
- BLACKIE, R.; BALDAUF, C.; GAUTIER, D.; GUMBO, D.; KASSA, H.; PARTHASARATHY, N.; SUNDERLAND, T.. **Florestas tropicais secas: O estado do conhecimento global e recomendações para pesquisas futuras** (Vol. 2). Cifor, 2014.
- BLAIR, G.J., LEFROY, R.D.; LISLE, L.. Frações de carbono do solo com base em seu grau de oxidação e desenvolvimento de um índice de gerenciamento de carbono para sistemas agrícolas. **Jornal australiano de pesquisa agrícola** , 46 (7), 1459-1466, 1995.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de Manejo Florestal Nacional Contendas do Sincorá** (Vol. 1, Informações Gerais sobre a Floresta Nacional). Brasília, 2006.
- DE OLIVEIRA SANTOS, M.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; MONROE, P. H. M.; DE PAULA, A.. Efeito do manejo florestal da Caatinga no estoque de carbono orgânico em agregados do solo. **Scientia Forestalis**, 49(129), e3419, 2021.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Preservação e uso da caatinga** (AMC da Agricultura Familiar, No. 16). Brasília: EMBRAPA Informações Tecnológica; Embrapa Semiárido. Brasília, 2007.
- MONROE, P. H. M.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; VICENTE, L. C. Carbon and nitrogen occluded in soil aggregates under cacao-based agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 22(2), 1326-1339, 2022.
- SANTOS, A.; DA SILVA, C. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SALES, M.; FAUSTINO, L. L.; Barreto-Garcia, P. A. B.. Glomalin in soil aggregates under different forest and pasture systems in the North of Rio de Janeiro state, Brazil. **Environmental and Sustainability Indicators**, 8, 100088, 2020.