

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**O MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA ALTERA O CARBONO
ORGÂNICO EM AGREGADOS DO SOLO?**

DANIELE CLAUDIO CERQUEIRA

**VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
MAIO – 2023**

DANIELE CLAUDIO CERQUEIRA

**O MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA ALTERA O CARBONO
ORGÂNICO EM AGREGADOS DO SOLO?**

Monografia apresentada à
Universidade Estadual do Sudoeste
da Bahia, como parte das exigências
do Curso de Engenharia Florestal,
para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Florestal.

**Orientadora: Prof^a. DSc. Patrícia Anjos Bittencourt
Barreto (UESB)**

**Coorientador: Dr. Paulo Henrique Marques Monroe
(UESB)**

**VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
MAIO – 2023**

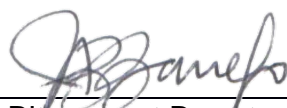
DANIELE CLAUDIO CERQUEIRA

**O MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA ALTERA O CARBONO
ORGÂNICO EM AGREGADOS DO SOLO?**

Monografia apresentada à
Universidade Estadual do Sudoeste
da Bahia, como parte das exigências
do Curso de Engenharia Florestal,
para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Florestal.

Aprovada em 29 de maio de 2023.

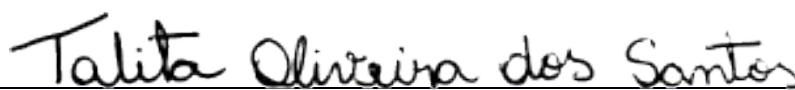
Comissão Examinadora:



Prof. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia (D.Sc., Produção
Vegetal) – UESB
Orientadora



Prof. Paulo Henrique Marques Monroe (D.Sc., Produção Vegetal) –
UESB
Co-orientador



Talita Oliveira dos Santos – (Mestranda, Fitotecnia) - UESB

RESUMO

CERQUEIRA, Daniele Claudio, Discente do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, maio de 2023. **O manejo florestal da caatinga altera o carbono orgânico em agregados do solo?** Orientadora: Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia. Co-orientador: Paulo Henrique Marques Monroe.

A Caatinga é um bioma exclusivo do semiárido brasileiro e está entre as florestas tropicais secas mais ameaçadas e menos estudadas do mundo. O manejo florestal sustentável é uma prática de exploração racional adotada no bioma, mas pode impactar diversos atributos do ecossistema. 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? Portanto, levantamos a hipótese de que (1) o manejo do corte raso resulta em maior nível de interferência na vegetação, o que, por sua vez, pode reduzir a cobertura do solo e o acúmulo de carbono orgânico, influenciando o ciclo de formação dos agregados; (2) o corte seletivo por diâmetro também impacta negativamente no carbono orgânico e na formação de agregados, mas em menor proporção que o corte raso, pois promove nível intermediário de interferência na vegetação; (3) o corte seletivo por espécie mantém uma condição de vegetação mais semelhante à floresta não manejada. Foram avaliados três tipos de manejo florestal; corte raso, corte seletivo por diâmetro e corte seletivo por espécie, tendo como referência a Caatinga nativa. Foram realizadas coletas de solo (0 a 10 cm de profundidade) e em seguida foram fracionados para obtenção de duas classes de agregados (macroagregados, microagregados) e a fração silte+argila. Em seguida, foram obtidos os teores de Carbono orgânico do solo e Carbono lábil. O solo manejado CSE apresentou um menor percentual de macroagregados e maior concentração de microagregados em relação ao CSDAP. Em relação ao carbono total das classes de agregados de solo, os macroagregados diferiram somente para os tratamentos onde foi adotado o manejo CSDAP e CR. Já para os microagregados, a Caatinga nativa foi estatisticamente igual aos tratamentos manejados CSE e CR, diferindo do CSDAP. 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, sendo superior nos macroagregados.

Palavras-chave: Indicadores do solo; Macroagregados; Microagregados; Silte-argila.

ABSTRACT

CERQUEIRA, Daniele Claudio, Discente do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, may, 2023. **Does forestry management alter caatinga or organic carbon in aggregates alone?** Adviser: Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia. Co-Adviser: Paulo Henrique Marques Monroe.

The Caatinga is a unique biome of the Brazilian semi-arid region and is among the most threatened and least studied tropical dry forests in the world. Sustainable forest management is a rational exploration practice adopted in the biome, but it can impact several attributes of the ecosystem. Given the above, the study aimed to answer the following questions: (1) Do forest management practices in the Caatinga influence the total carbon stock in the soil in an area of arboreal caatinga? (2) does forest management influence soil aggregate classes in the 0 to 10 cm depth layer? Therefore, we hypothesize that (1) clearcut management results in a higher level of interference with vegetation, which, in turn, may reduce soil cover and organic carbon accumulation, influencing the soil formation cycle. aggregates; (2) selective cutting by diameter also negatively impacts organic carbon and aggregate formation, but to a lesser extent than clear cutting, as it promotes an intermediate level of interference with vegetation; (3) selective logging by species maintains a vegetation condition more similar to unmanaged forest. Three types of forest management were evaluated (shallow cut - CR, selective cut by diameter - CSDAP and selective cut by species - CSE), having as reference the native Caatinga. Soil samples were taken (0 to 10 cm deep) and then fractionated to obtain macroaggregate, microaggregate and silt+clay fractions. Then, the contents of soil organic carbon and labile carbon were obtained. In the short term, forest management did not promote a reduction in total organic C stocks or in total labile C in the soil. The CSE managed soil showed a lower percentage of macroaggregates and a higher concentration of microaggregates compared to CSDAP. In relation to the total carbon of the classes of soil aggregates, the macroaggregates differed statistically only for the treatments where the CSDAP and CR management was adopted. As for the microaggregates, the native Caatinga was statistically equal to the managed treatments CSE and CR, differing from the CSDAP. In the short term, forest management does not promote a reduction in soil organic and labile carbon, however it causes changes in the distribution of carbon between classes of aggregates, being higher in macroaggregates.

Keywords: Soil indicators; Macroaggregates; Microaggregates; Silt-clay.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 Área de estudo	10
2.2 Amostragem do solo.....	11
2.3 Fracionamento solo em classes de agregados	11
2.4 Teores de Carbono orgânico do solo e carbono lábil	12
2.5 Análise Estatística	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1 Carbono orgânico do solo.....	12
3.2 Carbono lábil	14
3.3 Distribuição das classes de agregados no solo.....	15
3.4 Carbono total dos agregados	16
3.5 Carbono lábil total dos agregados	18
4 CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS	20
ANEXO	23

*Trabalho monográfico escrito em forma de artigo científico seguindo as Normas da **Revista Scientia Forestalis** as quais estão anexas.*

1 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). A sua vegetação possui adaptações fenológicas e fisiológicas, com predominância de plantas caducifólias, o que permite a sobrevivência da espécie à escassez hídrica. Apesar de sua importância, a Caatinga está entre os ecossistemas florestais mais ameaçados e menos estudados do mundo e, como consequência, tende a estar em maior risco do que outras florestas tropicais (Gillespie et al., 2012).

A Caatinga vem sendo severamente desmatada, principalmente pela extração ilegal de madeira, pois no Nordeste, a lenha ainda é a principal fonte de energia para as indústrias de cerâmica, farinha, laticínios e têxtil, sendo amplamente utilizada em fogões a lenha em áreas rurais e periferias urbanas. O bioma representa atualmente menos de 50% de sua área original (Menezes et al., 2012). 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). No Brasil, o MF em áreas de vegetação nativa é regulamentado pela lei federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), que o define como um conjunto de intervenções realizadas em uma floresta, com objetivo de obter produtos e serviços sem comprometer a sua capacidade produtiva e diversidade biológica.

O MF pode ser praticado por pequenos, médios ou grandes produtores rurais, visto que, quando bem executado, mostra-se como uma alternativa à prática de produção florestal. Além disso, estimula a geração de empregos e renda por meio da comercialização de produtos sustentáveis madeireiros e não madeireiros, minimizando os impactos ecológicos, promovendo o desenvolvimento da região e garantindo a manutenção de qualidade de vida sustentável (Rotta; Micol; Santos, 2006).

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 (geralmente utilizada para lenha e carvão).

Os diferentes manejos florestais podem alterar alguns atributos do solo, como por exemplo, o estoque de carbono (C). Quando o solo é manejado de forma inadequada, o carbono orgânico pode ser mineralizado e emitido para a atmosfera na forma de CO₂. Porém, a capacidade de proteger e estabilizar o COS vai depender também das características do solo (Bayer et al., 2011).

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). Como resultado, o solo é geralmente dividido em macroagregados (>250 µm) e microagregados (250-53 µm). Por meio desse fracionamento é possível avaliar as dinâmicas de formação dos agregados, principalmente no que diz respeito à função ligante desempenhada pela MOS. Os macroagregados são indicadores mais sensíveis a mudanças no sistema de uso da terra do que os microagregados, pois são formados pela liberação de substâncias orgânicas a partir da decomposição de resíduos vegetais recém-aportados (carbono lábil), bem como partículas de solo sendo decompostas por hifas fúngicas e raízes finas (Six et al., 2004). Por outro lado, os microagregados têm origem em macroagregados estáveis e estão relacionados com a estabilização do carbono no solo.

Verifica-se que as diferentes práticas de manejo adotadas e manutenção dos restos culturais podem alterar a entrada e saída de C do solo para a atmosfera. Fica evidente, portanto, que trabalhar o manejo sustentável em áreas da Caatinga é de extrema importância para o melhoramento do ecossistema, recuperação de áreas, minimização do desmatamento e, conseqüentemente, diminuindo a emissão de gases do efeito estufa.

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? Portanto, levantamos a hipótese de que (1) o manejo do corte raso resulta em maior nível de interferência na vegetação, o que, por sua vez, pode reduzir a cobertura do solo e o acúmulo de carbono orgânico, influenciando o ciclo de formação dos agregados; (2) o corte seletivo por diâmetro também impacta negativamente no carbono orgânico e na formação de agregados, mas em menor proporção que o corte raso, pois promove nível intermediário de interferência na vegetação; (3) o corte seletivo por espécie mantém uma condição de vegetação mais semelhante à floresta não manejada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

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). Cobre uma área de 11.216 ha, e está localizada a 13°55'21" de latitude sul e 41°06'57" de longitude oeste. A vegetação predominante é classificada como Caatinga arbórea, com espécies frequentes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett, *Croton* sp., *Jatropha molissima* (Pohl) Baill., *Manihot glaziovii* Müll. Arg, *Patagonula bahiensis* Moric. e espécies de *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns (Virgens et al., 2017).

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 x 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).

2.2 Amostragem do solo

Amostras de solo foram coletadas em cada uma das 16 parcelas experimentais, com o auxílio de monólitos de dimensões equivalentes a 25 x 25 cm a 10 cm de profundidade.

2.3 Fracionamento solo em classes de agregados

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). O emprego da técnica consistiu na utilização de uma sequência de peneiras com diferentes aberturas para a separação do solo em classes de agregados de diferentes tamanhos, onde utilizou-se subamostras de 100 g de solo (TFSA – solo seco ao ar e passado por uma peneira de 2.000 µm, que foram submersas em um Becker de 250 ml com água destilada por cinco minutos. Após esse tempo, as amostras foram passadas em peneiras de 250 µm, fazendo movimentos repetidos de cima para baixo (aproximadamente 3 cm), durante dois minutos.

A fração resultante da peneira de 250 µm foi coletada em um recipiente de plástico de 1000 ml, denominada macroagregados (2000-250 µm).

Posteriormente, as amostras que passaram pela peneira de 250 μm foram fracionadas novamente em peneira de 53 μm , realizando o mesmo procedimento no qual foi obtida a fração de macroagregados. A fração retida na peneira de 53 μm foi denominada microagregados (250-53 μm). E por último, denominou-se como fração silte-argila (< 53 μm), as amostras que passaram na peneira de 53 μm .

Todas as frações foram secas em estufas a 60 °C por 72 horas. Decorrido este tempo, foram pesadas em balança semi-analítica (0,001 g) e calculada a porcentagem do peso de cada fração. A eficiência de recuperação das massas dos agregados, obtida pela soma das massas das três classes (macro, micro e silte-argila) em função da massa das amostras de solo antes do peneiramento foi em média 98%.

2.4 Teores de Carbono orgânico do solo e carbono lábil

Os teores de C orgânico total do solo (COS) e das frações foram obtidos via oxidação com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,167 mol L^{-1} em meio ácido (Yeomans & Bremner, 1988).

Já os teores de C lábil foram determinados via colorimetria, sendo considerada a perda de KMnO_4 a medida em que o C do solo é oxidado conforme metodologia descrita por Blair et al. (1995) e adaptado por Shank & Tiessen (1997) para solos tropicais.

2.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos aos testes de Cochran (homogeneidade) e de Lilliefors (normalidade) para a análise de variância. Com os dados paramétricos, foram realizadas comparações múltiplas das médias dos tratamentos pelo teste de Fisher a 95% de significância. Foram utilizados os Softwares Statistica®v.10.0 e Sigmaplot®v.12.0 para realização das análises estatísticas e construção dos gráficos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Carbono orgânico do solo

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. Os resultados para essa variável em sistemas de manejo na Caatinga têm sido controversos. Por mais que o COS seja um indicador chave na avaliação das alterações no uso da terra, há pouca sensibilidade desse atributo em diferir sistemas de manejos (Leite et al., 2003).

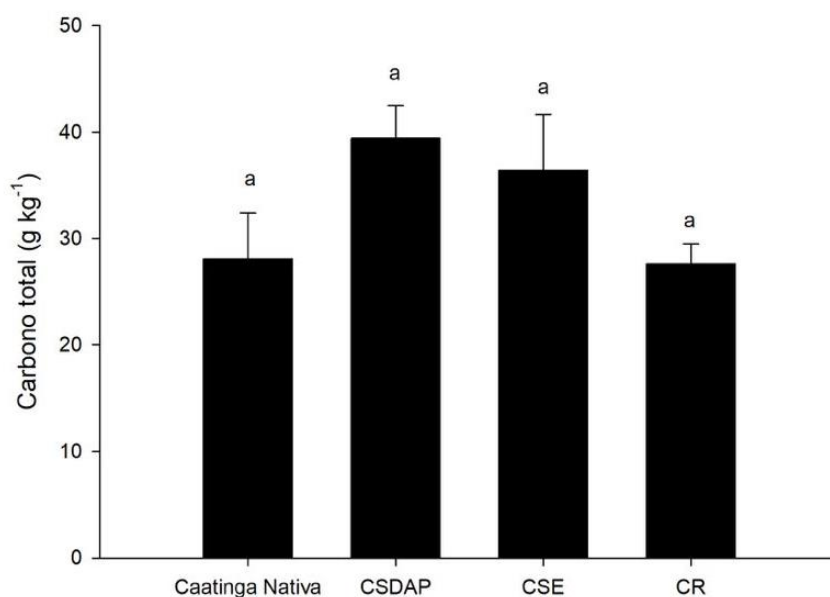


Figura 1. Teores de carbono orgânico da fração total do solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal com corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por espécie (CSE) e corte raso (CR). Letras minúsculas iguais não diferem entre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

3.2 Carbono lábil

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.

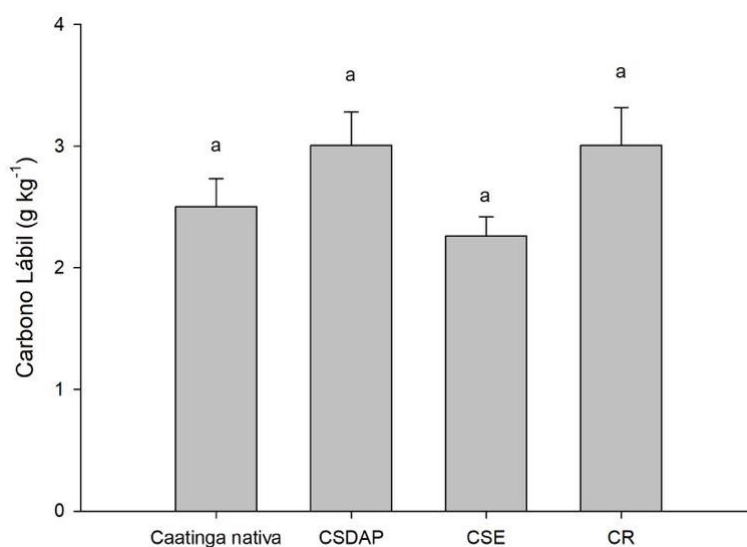


Figura 2. Teores de carbono lábil do solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal com corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por espécie (CSE) e corte raso (CR). Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de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

Embora a labilidade esteja relacionada com a MO facilmente decomponível e com a qualidade do resíduo vegetal, Silva et al. (2023), estudando a dinâmica da decomposição da matéria orgânica vegetal em diferentes condições, pasto, floresta, mandala e agrofloresta no semiárido nordestino, observaram resultados semelhantes entre os sistemas estudados. Mais de 50% do material foliar havia sido decomposto na primeira coleta, após 18 dias, e os autores associaram o resultado às condições microclimáticas e a pouca cobertura vegetal do solo nestes sistemas.

3.3 Distribuição das classes de agregados no solo

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).

A prevalência da fração silte+argila na distribuição das classes de agregados no solo indica dispersão das partículas minerais do solo, que não estão ligadas entre si por agentes cimentantes originários da MOS para compor agregados de maior tamanho. Isso pode estar relacionado a acelerada decomposição e a qualidade da MOS no ambiente de baixa produção de serapilheira dada às características do bioma Caatinga, devido a altas temperaturas e baixa umidade.

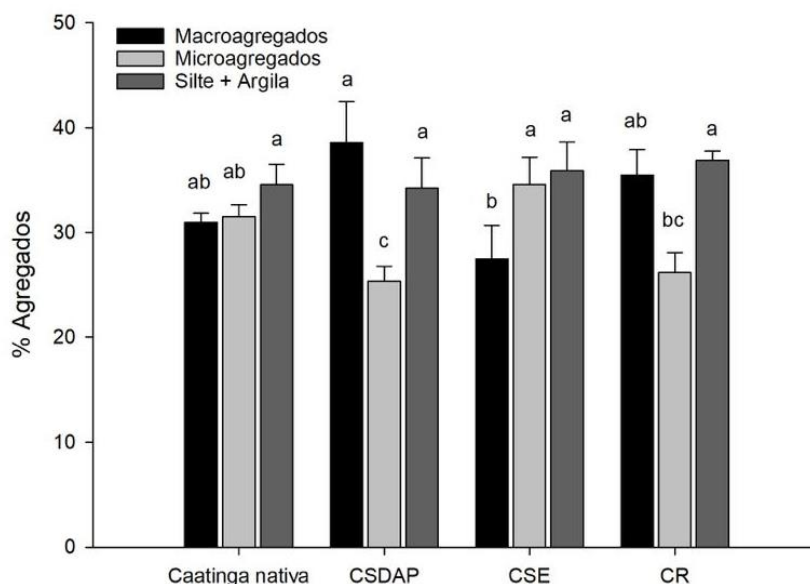


Figura 3. Porcentagem das classes de agregados de solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal não corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por

espécie (CSE) e corte raso (CR)). Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

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. A maior porcentagem de macroagregados no CSDAP em relação ao CSE pode estar relacionado ao aporte e crescimento radicular, pois o tratamento CSDAP apresenta uma maior entrada de luz após o manejo, estimulando o surgimento de espécies pioneiras com alta concentração de raízes finas na superfície do solo (0-10 cm). Silva e Mielniczuk (1997) que estudaram a agregação verificaram que o principal responsável para formação de agregados foram as raízes, pois elas promoveram a aproximação das partículas. Os agregados se unem a outros agregados, formando maior quantidade de agregados, e assim, estruturando o solo (Tisdall e Oades, 1982).

Na classe de agregados existe um efeito inverso. Como foi visualizado no tratamento CSDAP, quanto maior a quantidade de macroagregados, menor é a quantidade de microagregados. Este fato também foi observado, em condição inversa no CSE. Os microagregados são formados por agentes ligantes persistentes dentro dos macroagregados, após a decomposição de resíduos vegetais frescos e estão relacionados com a estabilização do carbono no solo. Por esta razão, em acelerado turnover de agregados (ciclos de formação e quebra de macroagregados), há uma maior exposição de microagregados originados dentro de macroagregados, o que aumenta a quantidade de microagregados livres (Six et al, 2004; Monroe et al., 2022).

3.4 Carbono total dos agregados

Os macroagregados constitui 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. O CSDAP consiste em um manejo menos invasivo comparado ao CR, favorecendo uma maior quantidade de resíduos orgânicos no solo e conseqüentemente uma maior quantidade de MOS e agentes cimentantes, o que contribui para o aumento do estoque de C nesta fração.

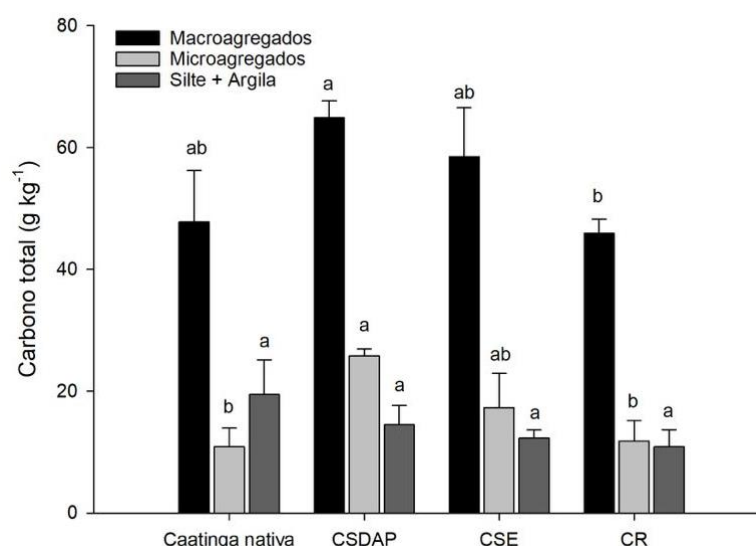


Figura 4. Carbono total das classes de agregados de solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa), Caatinga submetida a manejo florestal com corte seletivo por diâmetro (CSDAP), corte seletivo por espécie (CSE) e corte raso (CR)). Letras minúsculas iguais não diferem entre si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

O mesmo comportamento dos macroagregados foi verificado nos microagregados, onde o CSDAP foi superior à Caatinga nativa e ao CR. Por outro lado, a fração silte+argila não apresentou variação entre os tratamentos.

As frações expressam diferenças no tempo de permanência do C no solo (Costa Júnior et al., 2011). O tempo de permanência do COS no interior dos agregados (em relação à matéria orgânica livre) é maior nos microagregados do

que nos macroagregados, devido a sua maior proteção física. Portanto, os maiores valores atribuídos ao CSDAP em relação a floresta não manejada e o CR, podem estar relacionados aos ciclos de formação e quebra de macroagregados, onde há uma maior exposição de microagregados originados dentro de macroagregados, aumentando a quantidade de microagregados livres (Monroe et al., 2022). Na caatinga nativa, devido as condições microclimáticas, o conteúdo da matéria orgânica do solo é naturalmente baixo. Assim, o fornecimento para o sistema é limitado pela baixa produção de biomassa vegetal. E o CR, por ser um sistema mais invasivo, pode ocasionar aumentos na compactação e erosão do solo, bem como alterações na taxa de decomposição e quantidade de matéria orgânica fornecida pela vegetação, o que provoca modificações nas características físicas do solo (Medeiros et al., 2018), mesmo em agregados de maior estabilidade.

3.5 Carbono lábil total dos agregados

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. A maior participação dos macroagregados na distribuição do C lábil, apesar do solo estudado apresentar predominância da fração silte+argila, pode ser explicada pela presença de matéria orgânica e agentes cimentantes temporários (como hifas de fungos, raízes finas, actinomicetos), fundamentais no processo de formação dos macroagregados (Tisdall & Oades, 1982), o que estaria elevando a concentração dessa fração do carbono.

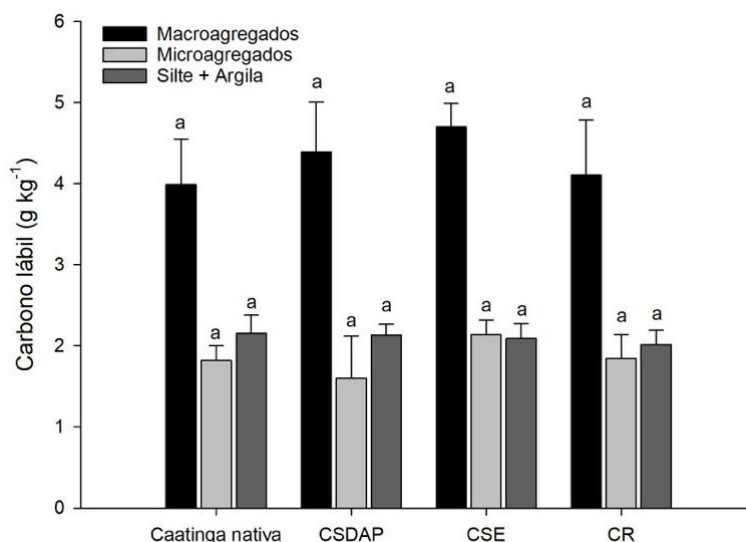


Figura 5. Carbono lábil total das classes de agregados de solo (profundidade 0-10 cm) sob Caatinga não manejada (Caatinga nativa) e Caatinga submetida a manejo florestal (CSDAP – corte seletivo por diâmetro; CSE – corte seletivo por espécie e CR – corte raso). Letras minúsculas iguais que compararam as classes dos agregados dentro de cada tratamento, não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de significância.

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. De acordo com Ferreira et al. (2007), se por um lado o C aumenta a estabilidade dos agregados, por outro, os agregados, em especial os macroagregados, diminuem a taxa de decomposição da matéria orgânica em virtude da proteção física. Isso faz com que o C total e o C lábil nos agregados esteja mais correlacionado entre si e com os teores de carbono orgânico do solo.

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. Nesse sentido, os diferentes manejos e a caatinga nativa, mesmo em manejo mais invasivo como o CR, contribuem para o acúmulo e permanência de carbono na agregação do solo. A estabilização da matéria orgânica do solo (MOS) nos agregados é o principal mecanismo de sequestro de C em longo prazo (Verchot et al., 2011). O aumento da MOS é associado ao aumento de macroagregados ricos em C (Six et al., 2000).

4 CONCLUSÕES

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

- Batista, S. G. M., Barreto-Garcia, P. A. B., Paula, A. D., Miguel, D. L., & Batista, W. C. A. (2018). Oxidizable fractions of soil organic carbon in Caatinga forest submitted to different forest managements. *Ciência Rural*, 48 (10), e20170708.
- Beuchle, R., Grecchi, RC, Shimabukuro, YE, Seliger, R., Eva, HD, Sano, E., & Achard, F. (2015). 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.
- Blackie, R., Baldauf, C., Gautier, D., Gumbo, D., Kassa, H., Parthasarathy, N., ... & Sunderland, T. (2014). *Florestas tropicais secas: O estado do conhecimento global e recomendações para pesquisas futuras* (Vol. 2). Cifor.
- Blair, GJ, Lefroy, RD, & Lisle, L. (1995). 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.

Brasil, 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. In: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Access: Maio, 2023. Dalmagro, H.J., Lobo, F.D.A., Vourlitis.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2006). *Plano de Manejo Florestal Nacional Contendas do Sincorá* (Vol. 1, Informações Gerais sobre a Floresta Nacional). Brasília.

Brasil. (2012, 25 de maio). Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília. Recuperado em 23 de outubro de 2017, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

de Oliveira Santos, M., Barreto-Garcia, P. A. B., Monroe, P. H. M., & de Paula, A. (2021). Efeito do manejo florestal da Caatinga no estoque de carbono orgânico em agregados do solo. *Scientia Forestalis*, 49(129), e3419.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2007). Preservação e uso da caatinga (AMC da Agricultura Familiar, No. 16). Brasília: EMBRAPA Informações Tecnológica; Embrapa Semiárido.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2017). Manual de métodos de análise de solo (3. ed. rev. e ampl., 573 p.). Brasília: EMBRAPA .

Ferreira, F. P., Azevedo, A. C. D., Dalmolin, R. S. D., & Girelli, D. (2007). Carbono orgânico, óxidos de ferro e distribuição de agregados em dois solos derivados de basalto no Rio Grande do Sul-Brasil. *Ciência Rural*, 37, 381-388.

Gillespie, TW, Lipkin, B., Sullivan, L., Benowitz, DR, Pau, S., & Keppel, G. (2012). As florestas mais raras e menos protegidas em hotspots de biodiversidade. *Biodiversidade e Conservação* , 21 , 3597-3611.

Maia, SUD (2016). Artrópodes de solo habitantes da Caatinga sob manejo florestal (fazenda Alvorada, São Gonçalo do Amarante, Ceará).

Monroe, P. H. M., Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A. C., & Vicente, L. C. (2022). 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.

Monroe, P. H. M., Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A. C., & Vicente, L. C. (2022). 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.

Oliveira, C. V., Vicente, L. C., Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A. C., Marques, J. R., & Barreto-Garcia, P. A. (2019). Carbon and nitrogen stock of Acrisols and Nitisols in South Bahia, Brazil. *Geoderma Regional*, 16, e00218.

Salton, J. C., Mielniczuk, J., Bayer, C., Fabrício, A. C., Macedo, M. C. M., & Broch, D. L. (2011). Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 46, 1349-1356.

Santos, A., da Silva, C. F., Gama-Rodrigues, E. F., Gama-Rodrigues, A. C., Sales, M., Faustino, L. L., & Barreto-Garcia, P. A. B. (2020). 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.

Silva, C. F. D., Pereira, M. G., Miguel, D. L., Feitora, J. C. F., Loss, A., Menezes, C. E. G., & Silva, E. M. R. D. (2012). Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio Vale do Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 36, 1680-1689.

Six, J., & Paustian, K. (2014). Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. *Soil Biology and Biochemistry*, 68, A4-A9.

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. (2004). Uma história de pesquisa sobre a ligação entre (micro) agregados, biota do solo e dinâmica da matéria orgânica do solo. *Pesquisa de solo e cultivo*, 79 (1), 7-31.

Tisdall, J. M., & OADES, J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of soil science*, 33(2), 141-163.

Virgens, A. P., Barreto-Garcia, P. A. B., De Paula, A., de Carvalho, F. F., de Aquino Aragão, M., & Monroe, P. H. M. (2017). Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37(92), 555-561.

Yeomans, JC, & Bremner, JM (1988). Um método rápido e preciso para determinação de rotina de carbono orgânico no solo. *Comunicações em ciência do solo e análise de plantas*, 19 (13), 1467-1476.

ANEXO

Normas da *Revista Scientia Forestalis*

Forma de apresentação.

1. Serão aceitos textos apenas em formatos compatíveis ao Microsoft Word

2. O manuscrito deve conter no máximo 30 páginas numeradas, incluindo figuras, tabelas, quadros e anexos, escritas em espaço duplo entre linhas, fonte Arial tamanho 12, margem de 2,5cm de cada lado e em papel tamanho ISO A4 (212x297mm);

3. Abreviações devem ser usadas em apenas uma forma. Uma vez que uma abreviação é usada no texto, ela deve seguir o mesmo padrão para todo o manuscrito e também nas figuras e tabelas;

4. As figuras e tabelas devem ser apresentadas apenas após as referências com o título e legendas no idioma do manuscrito. A localização aproximada desses elementos deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos. Exemplo: Entra a Figura 2; Entra a Tabela 4;

5. As fotos devem ser enviadas em formato JPEG com, no mínimo 300 dpi de resolução e no máximo 20 cm de largura;

6. Os gráficos devem ser enviados no formato de imagem (jpeg, png, gif) e devem estar citados no texto como “Figura”, conforme comentado no item anterior;

7. As tabelas devem estar em formato editável (digitadas). Não serão aceitas em formato de imagem;

8. A primeira página deve conter: título em português e inglês;

9. As referências bibliográficas e citações devem estar de acordo com as normas adotadas pela APA (*American Psychological Association*). A lista de

referências deve ser apresentada ao final do texto em ordem alfabética e apenas com as referências citadas no artigo;

10. Não são aceitas notas de rodapé;

Sequência de apresentação:

1. Título em português e inglês;

2. Resumo em português e inglês. O resumo deve conter no máximo 400 palavras apresentando os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões;

3. Palavras-chave em português e inglês;

4. Introdução, incluindo a revisão de literatura;

5. Material e métodos;

6. Resultados;

7. Discussão;

8. Conclusão;

9. Referências bibliográficas

Artigos

Deverão ser submetidos artigos científicos originais e inéditos e que estejam inseridos ao escopo da revista Scientia Forestalis