



## **RELAÇÃO ENTRE A MATÉRIA ORGÂNICA E A UMIDADE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO SEMIÁRIDO**

Adão Barros de Moraes<sup>1</sup>, Carlos Alexandre Gomes Costa<sup>2</sup>, Carlos Alberto Kenji<sup>3</sup>, Taniguchi Everton Alves Rodrigues Pinheiro<sup>4</sup>, Maria Ivanilda de Aguiar<sup>5</sup>, Pedro Henrique Augusto Medeiros<sup>6</sup>

**RESUMO:** Os sistemas agroflorestais (SAF) têm impacto positivo na regulação hídrica e na manutenção da umidade do solo. O manejo dos SAF incrementa a matéria orgânica. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a relação entre o teor de matéria orgânica e a umidade do solo em SAF, monocultura (MONO) e vegetação nativa (VN). Para tanto avaliou-se: os teores da matéria orgânica e da umidade do solo em SAF, MONO e VN; e a correlação entre a umidade do solo a matéria orgânica. Sistemas agroflorestais aos quatro (SAF3) e aos três anos (SAF4) de implantação apresentaram teores de matéria orgânica de três a nove vezes superiores aos demais usos do solo; enquanto a umidade em SAF3 e SAF4 apresentou teores de 30% a 50% superiores aos demais usos do solo. Portanto, concluiu-se que há relação entre a matéria orgânica e a umidade do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** serviços ecossistêmicos, regulação hídrica, redistribuição hidráulica.

## **RELATIONSHIP BETWEEN ORGANIC MATTER AND SOIL HUMIDITY IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE SEMI-ARID REGION**

**ABSTRACT:** Agroforestry systems (AFS) have a positive impact on water regulation and maintenance of soil moisture. AFS management increases organic matter. The general objective of this work was to evaluate the relationship between organic matter content and soil moisture in AFS, monoculture (MONO) and native vegetation (VN). For this purpose, the following were evaluated: the levels of organic matter and soil moisture in SAF, MONO and VN; and the

<sup>1</sup> Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, (PPGEA-UFC), Fortaleza, CE

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, (PPGEA-UFC), Fortaleza, CE

<sup>3</sup> Pesquisador, Doutor, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Universidade Federal do Tocantins (UFT), TO

<sup>5</sup> Prof. Doutora, (UNILAB), Redenção, CE

<sup>6</sup> Prof. Doutor, (IFCE), Fortaleza, CE

correlation between soil moisture and organic matter. Agroforestry systems at four (SAF3) and three (SAF4) years of implantation presented organic matter contents three to nine times higher than other soil uses; while the moisture in SAF3 and SAF4 showed contents from 30% to 50% higher than the other land uses. Therefore, it was concluded that there is a relationship between organic matter and soil moisture.

**KEYWORDS:** ecosystem services, water regulation, hydraulic redistribution.

## INTRODUÇÃO

Sistemas agroflorestais (SAF) mais sustentáveis e eficientes para a produção agrícola e contribuem para a estabilidade dos serviços ecossistêmicos, especialmente a regulação hídrica e a disponibilidade de água no solo (ILSTEDT et al., 2016; KUYAH et al., 2016). Deste modo, em regiões semiáridas, SAF e técnicas de manipulação da vegetação podem incrementar os teores de matéria orgânica, de carbono e da umidade do solo (ANDRADE et al., 2020). Isto ocorre porque em SAF, a cobertura do solo pelo dossel amortece os efeitos danosos dos ventos, das precipitações e da luz solar direta (BAYALA et al., 2014), ao mesmo tempo, o manejo da poda das árvores favorece o aumento da serrapilheira e a presença da fauna do solo, além de proporcionar refúgio para aves e mamíferos (CAUDILL et al., 2015; CUBILLOS et al., 2016; GUILLOT et al., 2019).

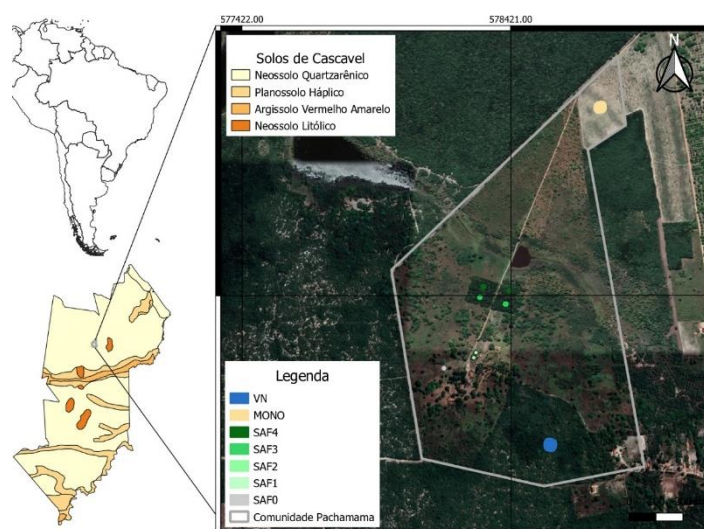
Estudos indicam que os diferentes formatos e profundidades das raízes das árvores dos SAF facilitam a captação, elevação e distribuição da água pelas raízes das árvores, em processo ecológico denominado redistribuição hidráulica considerado essencial para as herbáceas cultivadas em SAF nas regiões semiáridas (BARGUÉS TOBELLA, 2017; BAYALA & PRIETO, 2019). Thomazini et al. (2015) verificaram que em SAF de *Coffea arabica* no Brasil, o fluxo de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) do solo para a atmosfera é mais estável que na monocultura cafeeira a sol pleno, atribuíram o fato ao equilíbrio térmico proporcionado pela cobertura proveniente dos restos de poda, evidência observada por outros estudos, inclusive detectando-se o incremento da produção primária líquida (CHARBONNIER et al., 2017). A adição constante de matéria orgânica nos SAF potencializa a ciclagem de nutrientes, especialmente fósforo (P) (FROUFE et al., 2020), o que tem efeito sinérgico com a microbiota do solo e se reflete em propriedades biológicas dos SAF semelhantes às das florestas nativas a partir de dez anos de implantação (CEZAR et al., 2015).

Por outro lado, a adição de matéria orgânica pode conferir maior resiliência aos cultivos que passam a tolerar veranicos, e isto se reflete em benefícios econômicos e sociais em escala regional ou nacional (COULIBALY et al., 2017), uma vez que árvores aportam carbono mais estável ao solo (CHITY et al., 2018). A maior biodiversidade planejada dos SAF permite a biodiversidade associada (CAUDILL et al., 2015; CUBILLOS et al., 2016) e estes processos são favorecidos por níveis mais altos de umidade e matéria orgânica no solo.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre a matéria orgânica do solo (MOS) e a umidade do solo, em três usos de solo a saber: sistemas agroflorestais (SAF), monocultura de feijão (MONO) e vegetação nativa (VN). Para tanto, avaliou-se: i) o teor de matéria orgânica de SAF, MONO e VN; ii) os teores de umidade do solo em SAF, MONO e VN e, iii) a relação entre a MOS e a umidade nos diferentes usos do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na comunidade Pachamama, no município de Cascavel, estado do Ceará, Brasil. Os solos da região são parte da Formação Barreiras. Os usos do solo foram divididos em vegetação nativa (VN), com 10 hectares (ha), destinada à reserva florestal, vedada ao uso para pastejo ou cultivo há pelo menos 30 anos. MONO é o uso do solo para plantio de feijão caupi (*Vigna unguiculata*), e ocupa cerca de 3 ha. Os SAF foram divididos em SAF0 a SAF4 de acordo com o tempo, em anos desde a implantação, sendo SAF0 o de implantação mais recente, menos de um ano (2021) e SAF4 o mais antigo com implantação há quatro anos (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização e distribuição dos usos do solo no município de Cascavel, Ceará, Brasil.

Para avaliar o teor de umidade foi realizada uma coleta de dados entre os dias 25 a 27 de maio de 2021, na qual utilizou-se o sensor de umidade do solo portátil Umwelt-geräte-Technik GmbH, modelo COMBI 6000. As coletas de umidade e as amostras de solo foram feitas em duas profundidades, de 0-5 cm (P1) e de 5-10 cm (P2), com cinco repetições e encaminhadas ao laboratório de solos da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza (Ceará) para determinação da matéria orgânica do solo (Walkley-Black).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados teores de matéria orgânica (MO) mais elevados na profundidade de 0-5 cm em relação à 5-10 cm, exceto nos usos de solo MONO e SAF0. Os teores de umidade do solo ( $\theta$ ) foram de 3 a 5 vezes mais elevado nos SAF1, SAF2, SAF3 e SAF4 em comparação aos SAF0, VN e MONO, nas profundidades de 0 – 5cm e de 5 – 10 cm (Tabela 1).

**Tabela 1.** Teores médios de matéria orgânica do solo MOS e umidade ( $\theta$ ) nos usos de solo monocultura de feijão (MONO), sistemas agroflorestais de 0 (SAF0) a 4 anos (SAF4) e vegetação nativa (VN).

Tratamento	Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )		Umidade do solo (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	
	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
MONO	7,6	9,0	2,9	4,6
SAF0	7,4	9,2	1,7	3,02
SAF1	20,1	10,6	10,8	10,42
SAF2	68,0	18,0	10,4	13,20
SAF3	65,0	31,8	10,5	12,68
SAF4	83,7	49,5	11,1	14,38
VN	22,3	11,6	4,0	3,66

Estes resultados indicam que a proteção do dossel das árvores, aliada à da matéria orgânica e as interações dos sistemas radiculares dos diferentes grupos funcionais dos SAFs mais maduros conservaram a umidade do solo. A este respeito, Bayala & Prieto (2019), concluíram que em SAF ocorre a elevação da água pelas raízes mais profundas e que isto promove um compartilhamento de água entre espécies de árvores e plantas herbáceas. Bargués-Tobella (2017) utilizaram isótopos  $\delta^{18}\text{O}$  e verificaram que as árvores de SAF utilizavam água de fontes profundas e a redistribuíam para a superfície, favorecendo as espécies herbáceas vizinhas. Comparando plantios de *C. arabica* em SAF e monocultura Thomazini et al. (2015) verificaram maior retenção de água em SAF por conta da proteção da cobertura proporcionada pelos restos de poda. Por outro lado, Kuyah et al. (2016) verificaram que as árvores dos SAF

regulam a quantidade de água disponível no solo influenciando as relações solo-planta-atmosfera. Por sua vez, Andrade et al. (2020) comparando a mata nativa de florestas tropicais sazonalmente secas com e sem corte, poda leve ou manipulação, verificaram que a manipulação da vegetação proporciona maior proteção do solo, aumenta a interceptação e infiltração da água precipitada, incrementa os teores de matéria orgânica e conserva a água por mais tempo. Froufe et al. (2020) verificaram que SAF a partir de cinco anos de implantação têm propriedades biológicas semelhantes às da vegetação nativa preservada por mais de 30 anos, enquanto Cezar et al. (2015) verificaram que SAF além de aumentar a capacidade de retenção de água do solo reciclam de forma mais acelerada nutrientes básicos e fósforo.

## CONCLUSÕES

A matéria orgânica do solo e o tempo de implantação dos SAF apresentaram alta correlação com o teor de água do solo. Os resultados indicam possibilidade de redistribuição hidráulica pelas raízes das árvores a partir deste tempo de implantação.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Cientista-chefe em Agricultura do Governo do Estado do Ceará (Convênio 14/2022 SDE/ADECE/FUNCAP e Processo 08126425/2020/FUNCAP) pela concessão de bolsas de inovação e pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. M. et al. Ecohydrology in a Brazilian tropical dry forest: thinned vegetation impact on hydrological functions and ecosystem services. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 27, n. November 2019, p. 100649, 2020.
- BARGUÉS TOBELLA, A. et al. Strategies trees use to overcome seasonal water limitation in an agroforestry system in semiarid West Africa. **Ecohydrology**, v. 10, n. 3, 2017.

BAYALA, J. et al. Parklands for buffering climate risk and sustaining agricultural production in the Sahel of West Africa. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 28–34, 2014.

BAYALA, J.; PRIETO, I. Water acquisition, sharing and redistribution by roots: applications to agroforestry systems. **Plant and Soil**, v. 453, n. 1–2, p. 17–28, 2019.

CAUDILL, S. A.; DECLERCK, F. J. A.; HUSBAND, T. P. Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 85–93, 2015.

CEZAR, R. M. et al. Soil biological properties in multistrata successional agroforestry systems and in natural regeneration. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 6, p. 1035–1047, 2015.

CHARBONNIER, F. et al. Increased light-use efficiency sustains net primary productivity of shaded coffee plants in agroforestry system. **Plant Cell and Environment**, v. 40, n. 8, p. 1592–1608, 2017.

CHITI, T. et al. Contribution and stability of forest-derived soil organic carbon during woody encroachment in a tropical savanna. A case study in Gabon. **Biology and Fertility of Soils**, v. 54, n. 8, p. 897–907, 2018.

COULIBALY, J. Y. et al. Adoption of agroforestry and the impact on household food security among farmers in Malawi. **Agricultural Systems**, v. 155, n. March, p. 52–69, 2017.

CUBILLOS, A. M. et al. Effect of the conversion of conventional pasture to intensive silvopastoral systems on edaphic bacterial and ammonia oxidizer communities in Colombia. **European Journal of Soil Biology**, v. 72, n. 40, p. 42–50, 2016.

FROUFE, L. C. M. et al. Nutrient cycling from leaf litter in multistrata successional agroforestry systems and natural regeneration at Brazilian Atlantic Rainforest Biome. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 1, p. 159–171, 2020.

GUILLOT, E. et al. With or without trees: Resistance and resilience of soil microbial communities to drought and heat stress in a Mediterranean agroforestry system. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 129, n. June 2018, p. 122–135, 2019.

ILSTEDT, U. et al. Intermediate tree cover can maximize groundwater recharge in the seasonally dry tropics. **Scientific Reports**, v. 6, n. February, p. 1–12, 2016.

KUYAH, S. et al. Trees in agricultural landscapes enhance provision of ecosystem services in Sub-Saharan Africa. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management**, v. 12, n. 4, p. 255–273, 2016.

THOMAZINI, A. et al. SOC dynamics and soil quality index of agroforestry systems in the Atlantic rainforest of Brazil. **Geoderma Regional**, v. 5, p. 15–24, 2015.