

CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE TRANSIÇÃO AGROFLORESTAL

Messias João Eduardo¹
Maria Ivanilda de Aguiar²

RESUMO

A qualidade química e física do solo são elementos significativos para a manutenção da vida no ecossistema, para a qualidade vegetal e animal no agroecossistema, é necessário adotar sistemas conservacionistas para equilibrar as entradas e saídas de energias, fazendo análises periódicas para monitorar a qualidade dos atributos do solo. Com base nisso, objetivou-se avaliar o efeito do manejo do sistema agroflorestal (SAF) sobre alguns atributos físicos e químicos, que são indicadores de qualidade do solo, no município da Barreira-CE. Foram coletadas, aleatoriamente, quatro amostras deformadas e quatro indeformadas, em duas camadas do solo, totalizando 16 em cada área e 64 amostras totais para as quatro áreas, nas seguintes camadas; deformadas (0-0,10 m; 0,10-0,20m), indeformadas (0-0,05m; 0,10-0,15m). Considerando estes dados, avaliaram-se as seguintes variáveis; densidade do solo (DS), densidade da partícula do solo (DPS), porosidade total (PT), umidade do solo (U), potencial hidrogeniônico (pH), e matéria orgânica (MO). A partir das análises feitas, verificou-se que não existe diferença entre os sistemas nos atributos físicos, nos atributos químicos, o sistema CMFM apresentou elevado teor de matéria orgânica na camada de (10 a 20cm) por causa do revolvimento do solo. Assim sendo, o sistema agroflorestal (SAF), em menos de um ano de implantação, manteve ou incrementou matéria orgânica no solo, quando comparado com sistemas mais antigos, que variam de dois a três anos de implantação.

PALAVRAS-CHAVE: agrofloresta; matéria orgânica; qualidade do solo.

¹ Discente do curso de Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB

² Orientadora. Professora Doutora do Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR), da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira - UNILAB

Data de submissão ou aprovação, 06/07/2023

CHARACTERIZATION OF CHEMICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF THE SOIL IN AGROFOREST TRANSITION SYSTEMS

ABSTRACT

The chemical and physical quality of the soil are significant elements for the maintenance of life in the ecosystem, for the plant and animal quality in the agroecosystem, it is necessary embrace conservationist system to balance the input and output of energies, making periodic analyzes to monitor the quality of the attributes from soil. Based on this, the objective was to evaluate the effects of management of the agroforestry system (SAF) on some physical and chemical attributes that are indicators of soil quality, in the municipality of Barreira-CE. Four deformed and four undeformed samples were randomly collected in two soil layers, totaling 16 samples in each area and 64 total samples for 4 areas, in the following layers; deformed (0-0.10 m; 0.10-0.20 m), undisturbed (0-0.05 m; 0.10-0.15 m). Considering these data, the following variables were evaluated; soil density (DS), soil particle density (DPS), total porosity (PT), soil moisture (U), hydrogen potential (pH), and organic matter (OM). From the analyzes carried out, it was verified that there is no difference between the systems in the physical attributes, in the chemical attributes, the CMFM system presented a high content of organic matter in the layer below (10 to 20) due to the tillage of the soil. Therefore, the agroforestry system (SAF), in a short time of implantation (one year), maintained or increased organic matter in the soil, when compared to older systems, which vary from two to three years of implantation.

KEYWORDS: agroforestry; organic matter; muffle; soil quality.

INTRODUÇÃO

Os solos são cruciais para sustentação da vida na terra, sendo os mesmos compostos por partículas minerais e matéria orgânica, que se arranjam, formando os poros, por onde circulam e ficam armazenados água e ar. A composição do solo considerado ideal para o desenvolvimento das plantas é de 45% minerais e 5% de matéria orgânica, compondo a fase sólida do solo, enquanto, a fase gasosa, que ocupa os poros é de 30 a 35% de água e de 15 a 20% de ar (Muerer, 2004). Porém, esta composição vai variar dependendo dos processos pedogenéticos que deram origem ao solo, bem como do manejo que poderá favorecer ou prejudicar sua qualidade, ou seja, a capacidade de desempenhar suas funções nos diferentes ecossistemas. A qualidade do solo determina, de forma significativa, a natureza dos ecossistemas, das plantas e a capacidade da terra em sustentar a vida animal e a dos seres humanos. Porém, à medida que a humanidade se torna mais urbanizada, menos contato direto tem-se com o solo, e perde-se de vista o quanto depende dele para sua prosperidade e sobrevivência (BRADY, NYLE C, 2013). Mesmo sabendo

da real importância do solo para a vida na terra, o homem parece não se importar com a preservação dele. Segundo a FAO (2018), cerca de 33% de todos os solos do mundo estão degradados, e seu estado está se deteriorando de forma alarmante. Logo, há a necessidade de continuar a sensibilizar o homem no sentido de preservar este recurso e criar métodos, técnicas e/ou sistemas de uso de baixo impacto. Neste sentido, existem vários sistemas de cultivos, desde os menos conservadores aos mais conservadores, cujo meio de suporte é o solo. Brady e Nyle (2013), afirmam que o solo pode ser reutilizado quando bem manejado, mas não pode ser considerado um recurso renovável na escala humana, desta feita é imprescindível sua conservação, assim, qualquer sistema precisa ser executado pensando num solo como um ente vivo.

Neste certame, existem os monocultivos e os policultivos, existem as produções sem uso de produtos químicos sintéticos e produções com o uso de produtos químicos sintéticos, todavia, a seleção destes elementos poderá nos levar ou não a sustentabilidade nos agroecossistemas. Segundo Smedo (2018), destaca que o solo atua como um filtro para os contaminantes, mas quando sua capacidade amortecedora é superada, os contaminantes podem chegar a outros elementos do meio ambiente e à cadeia alimentar. Diante do cenário atual, o homem vem desenvolvendo vários sistemas e práticas de cultivos para conservar o meio ambiente para as gerações futuras. Conseqüentemente, pensamos que entre os principais elementos de cultivo, o solo e a água são os recursos que mais vêm apresentando uma redução acelerada pelo mau uso, a longo prazo. Com isso, vêm sendo desenvolvidas alternativas de cultivo de baixo impacto para conservação destes recursos, a exemplo dos cultivos em sistemas agroflorestais (SAFs).

Os SAFs são sistemas biodiversos e possuem alta capacidade para melhorar o meio ambiente. São formados por plantios de diferentes espécies vegetais na mesma área e, ao mesmo tempo. Nesses sistemas incluem-se árvores e arbustos nativos ou exóticos e culturas agrícolas de diferentes ciclos (EMBRAPA, 2021). Os SAFs agroecológicos, estão voltados para produção e produtividade diversificada e com baixo impacto ao meio ambiente e vêm contribuindo para a subsistência na agricultura familiar, diversificando a economia e a redução do uso de insumos externos, com probabilidade de garantia de menor custo de investimento. Assim, os sistemas conservacionistas que têm sido preconizados por muitos pesquisadores (as) e produtores (as) segundo a obtenção de seus resultados em suas áreas de atuação.

Esta prática conservacionista não só contribui para a diversificação da produção e produtividade, como também protege o meio ambiente, diante das adversidades que o planeta vai passando. Em relação à qualidade do solo em SAFs, alguns estudos, a exemplo de Lobo Filho *et al*, (2022), mostram que em policultivos mais antigos há maior tendência de melhorias na qualidade química do solo, quando comparados com os mais novos ou intermediários. Porém, as melhorias na

qualidade química do solo vão depender de outros fatores, como adição de matéria orgânica. Enquanto Freitas *et al.* (2017) observaram que os atributos químicos e físicos do solo e a matéria orgânica são fortemente alterados pelo uso e manejo do solo, tendo como referência a vegetação nativa, o que permite o uso desses atributos como pedoindicadores ambientais da qualidade física e química do solo.

Segundo Ribeiro *et al.* (2019), o manejo conservacionista dos sistemas agroflorestais contribuiu para a manutenção da densidade do solo em níveis semelhantes onde ocorrem a vegetação nativa, e ao longo do tempo promoveu melhoria da fertilidade do solo na camada superficial. O efeito positivo do manejo agroecológico na qualidade do solo é mediado pelo aumento da diversidade vegetal, destacando o papel da biodiversidade para a sustentabilidade dos sistemas agroecológicos (Teixeira, *et al.*, 2021). Diante do exposto, este trabalho parte da hipótese de que os SAFs favorecem a fertilidade do solo, promovendo a manutenção e melhorias de atributos químicos e físicos do solo ao longo do tempo. Assim sendo, objetivou-se avaliar o efeito do manejo agroflorestal sobre alguns atributos físicos e químicos que são indicadores da qualidade do solo.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização do local de pesquisa

A pesquisa ocorreu na área de agricultura familiar, na comunidade Uruá, localizada no município de Barreira, na região do Maciço de Baturité. A propriedade estudada está a 4° 17'13" S de latitude e 38° 38' 35" WGr de longitude. O clima do município é classificado como tropical quente semiárido brando, a precipitação média anual é de 1061,9 mm, a temperatura média anual varia de 26°C a 28°C e o período chuvoso ocorre entre Fevereiro a Abril, com a altitude de 83,5, o relevo é classificado como maciço residual, depressão sertaneja, segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2017).

Na propriedade estudada, composta por aproximadamente dois hectares, nos quais eram cultivados cajueiros, foram avaliadas quatro áreas distintas, quanto ao período de utilização, alguns aspectos de manejo e culturas utilizadas, a saber: uma área sob Sistema Agroflorestal (SAF) que foi desenhado pelos proprietários em parceria com pesquisadores e extensionistas docentes e discentes da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira – UNILAB; e três áreas sob a cultura do cajueiro, como extrato arbórea, consorciado com culturas como milho, feijão e macaxeira, em diferentes períodos de cultivos. Estas áreas foram codificadas em CMFM (Cajueiro, milho, feijão e macaxeira), CM (Cajueiro precoce e Milho) e CC (Cajueiro precoce Capim, espontâneo). No quadro 1 são apresentadas a descrição das áreas quanto ao histórico e manejo nos períodos seco e chuvoso.

Quadro -1: Caracterização das áreas estudadas em Barreiras-CE, 2023.

Há mais de 10 anos, o sítio cultivava caju em toda sua extensão até 2019, portanto o pousio mencionado no quadro abaixo, é relacionado as culturas de extrato médio e baixo utilizado para criar outros sistemas consorciados com caju.

Áreas	Características da área	Histórico da área
SAF	O SAF teve início em 2020. Com diversas plantas e o manejo (capina seletiva) das plantas espontâneas. Atualmente no SAF há espécies como, mulungu, cajueiro, bananeira, pau branco, gliricídia, macaxeira, margaridão, capim elefante, capim colônião, sabiá, castanhola, amora, juazeiro, condessa, capim tifton, caja anã, clitoridiana, bucha vegetal, mucuna preta, guandu, capim massai, ipê roxo, ipê amarelo, ipê branco, mogno africano e acacia mangium. O espaçamento inicial adotado para o plantio das espécies arbóreas foi de 4x4m. A área total é de 0,17 ha.	Antes de 2019, esta área estava em pousio. Nesta área já havia cajueiros gigantes. Em 2019, plantou-se feijão guandu e abóbora. No ano seguinte iniciou-se o SAF, com espaçamento inicial de 4x4m. No mesmo ano foram inseridas outras plantas intercalando este mesmo espaço. Não foi realizado gradagem aração para o plantio, as ações realizadas foram; plantio das mudas e abertura de sulcos para o plantio do capim elefante, roços e poda para proteção do solo. O roço é realizado nas plantas espontâneas e capins.
CC	Desde 2019 está sem atividade agrícola, numa espécie de pousio. No período chuvoso mantem-se as mesmas espécies do período seco. Área 0,22 ha. Nesta área há uma espécie de capim espontâneo conhecido popularmente por “gingibre”, e alguns cajueiros precoces e gigantes, uma planta de murici, e algumas gliricídias. As ações realizadas nesta área foi o coroamento destes cajueiros sem revolvimento do solo desde 2019.	Antes de 2019, esta área estava em pousio. Mas constavam cajueiros gigantes, (inicialmente plantado em um espaçamento de 10m x 10m). Em 2019, foi realizado gradagem aração e plantio de alguns cajueiros precoces (para substituir alguns cajueiros gigantes que foram removidos) e gliricídias, visando produção de biomassa a ser incorporada ao solo. No extrato baixo, predomina o gengibre e outras plantas espontâneas.
CM	Esta área conta com o plantio de macaxeira e cajueiro gigante. O plantio de macaxeira foi realizado em 2021, a colheita ocorre um ano após o plantio, mas o plantio se mante até esta data. Espaçamento da mandioca 1x1m. Área 0,81 ha.	Antes de 2019, esta área estava em pousio. Em 2019 foi realizado gradagem, e novamente em 2021 para o plantio realizado, que se mantém até o momento. Além da gradagem aração, foi realizada no primeiro ano de cultivo a cultura entre as linhas de macaxeira, para eliminar as plantas espontâneas. Em 2021 foi utilizado composto aviário, nos cajueiros e na macaxeira.
CMFM	Em 2023 foi realizado o plantio de milho, feijão e mandioca na área que já possui cajueiros gigantes. Espaçamento 1x1m no feijão. Milho e mandioca 0,5x0, 5m. Área 0,81 há. A colheita do feijão é	Antes de 2019, esta área estava em pousio. Em 2019 foi realizado gradagem aração, e novamente em 2023 para o plantio realizado. Durante os 2 primeiros meses foi

	realizada em abril e do milho em junho; a mandioca é colhida no segundo ano após o plantio.	realizado o cultivo entre as linhas do plantio para eliminar as plantas espontâneas.
--	---	--

Fonte: Amália Santiago

Coleta e análise do solo

Em cada área, foram coletadas, aleatoriamente, quatro amostras deformadas e quatro indeformadas, em duas camadas do solo, totalizando 16 amostras em cada área e 64 amostras totais. As amostras foram coletadas nas seguintes camadas: deformadas (0-0,10 m; 0,10-0,20m), indeformadas (0-0,05m; 0,10-0,15m). O SAF foi implementado em Maio de 2022 e a coleta foi feita em fevereiro de 2023. Após as coletas, as amostras foram devidamente identificadas e levadas ao laboratório de física do solo da UNILAB, as amostras deformadas foram secadas ao ar, às indeformadas foram colocadas em béquer e pesadas úmidas em uma balança digital, secadas na estufa com uma temperatura de 105°C, retirada após 24 horas e pesadas novamente.

Ambas as amostras foram desestruturadas (destorroadas) e peneiradas com uma peneira de 2 mm. Foram feitas análise física, química das seguintes variáveis: densidade do solo (DS); densidade da partícula do solo (DPS); porosidade total (PT); umidade do solo (U) potencial hidrogeniônico (pH); e matéria orgânica (MO). As análises químicas e físicas foram realizadas conforme metodologias preconizadas pelo manual de método de análise de solo da EMBRAPA (TEIXEIRA *et al.*, 2017). Para determinação da DS, usamos a diferença de massa, após a secagem em estufa por 24 horas na temperatura de 105°C; A determinação do DSP, foi pelo método do balão volumétrico, com uso de 20g de solo e 50mL de álcool etílico; O PT, foi analisado pelo método indireto; quanto ao pH, foi feita potenciometricamente na suspensão solo, solução 1:2,5 em água; Para a MO, usou-se o método da mufla ou combustão, com base em diferença de massa, o solo foi macerado e peneirado a uma peneira de 23 mesh, 5g de solo no cadinha, pré secagem na estufa a 65°C e a 600°C na mufla, método usado por Eberling *et al.*, 2008, para determinar o teor de carbono total e o teor de matéria orgânica.

O delineamento adotado foi em blocos casualizado (DBC), com 4 blocos e 16 parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o software estatístico Speed stat 3.0.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Analisando a tabela 1, pode-se observar a partir dos valores probabilísticos e coeficientes de variação, que não houve diferença entre os sistemas tanto do ponto de vista físico como do ponto de vista químico, exceto a fonte de variação, camada, que apresenta significância estatística nas variáveis; densidade do solo e porosidade total do solo que são variáveis físicas. Entretanto, entende-se que o sistema agroflorestal (SAF), em pouco tempo de implantação (um ano em 2022), manteve ou incrementou matéria orgânica no solo, quando comparado com o tempo de outros sistemas que variam de dois a três anos de implantação. De modo geral, percebe-se que, independentemente do sistema, a diversificação de cultura contribuiu na qualidade do solo para todos os sistemas.

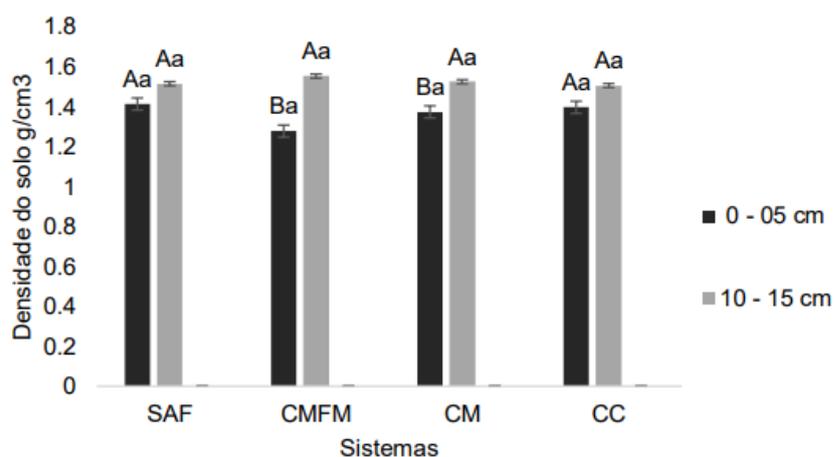
Tabela – 1: Resolução das variáveis avaliadas. Fonte de variação (FV), quadrado médio (QM) das variáveis e coeficiente de variância. P – Valor ajustado seguido de Ns – não significância, e de ** - significância.

FV	QM					
	Ds	Dp	U	Pt	MO	pH
Área	0,0034749 ^{Ns} (p=0,548)	0,010426 ^{Ns} (p=0,233)	0,0399208 ^{Ns} (p=0,130)	0,0004365 ^{Ns} (p=0,627)	24,659511 ^{Ns} (p=0,072)	0,7895448 ^{Ns} (p=0,088)
Camada	0,2037454 ^{**} (p<0,001)	0,004591 ^{Ns} (p=0,278)	0,0120125 ^{Ns} (p=0,235)	0,0331531 ^{**} (p<0,001)	3,7060031 ^{Ns} (p=0,583)	0,2831281 ^{Ns} (p=0,153)
Interação	0,0130226 ^{Ns} (p=0,249)	0,0103 ^{Ns} (p=0,079)	0,0083375 ^{Ns} (p=0,392)	0,0017115 ^{Ns} (p=0,319)	26,666178 ^{Ns} (p=0,131)	0,1328531 ^{Ns} (p=0,391)
Bloco	0,0088541 ^{Ns} (p=0,197)	0,001536 ^{Ns} (p=0,85)	0,0082542 ^{Ns} (p=0,687)	0,0007281 ^{Ns} (p=0,432)	14,022778 ^{Ns} (p=0,205)	0,2368531 ^{Ns} (p=0,480)
Resíduo(a)	0,0361769	0,006071	0,0162514	0,0007198	7,4900198	0,2641892
Resíduo(b)	0,0067296	0,003558	0,0076812	0,0013135	11,659751	0,1218885
CV (%)	4,7	2,81	10,71	5,57	24,85	8,51
	6,3	2,15	7,36	7,53	31	5,78

Fonte: Autor, extraído do programa speed stat 3.0

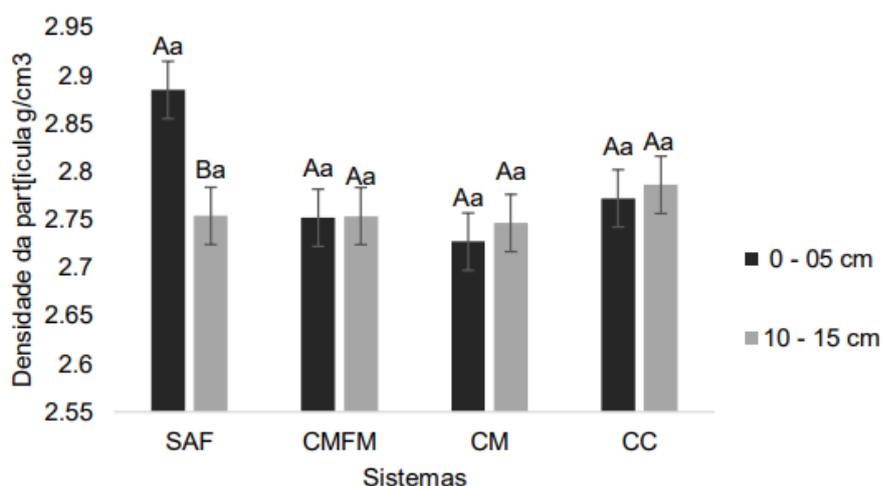
Os Dados observados para densidade do solo nas quatro áreas apresentam valores semelhantes entre si, porém diferença entre as camadas dos sistemas CMFM e CM que apresentam menor densidade na camada superficial (0 a 5 cm) e maior densidade na camada mais abaixo (10 a 15 cm) (Figura 1). Para a densidade da partícula, observa-se a mesma semelhança entre os sistemas, e uma diferença entre as camadas no SAF, que apresenta a camada (0 a 5 cm) com maior densidade e a camada (10 a 15cm) menor densidade. (figura 1 e 2.)

Figura – 1 - Densidade do solo nos diferentes sistemas de manejos estudados em Barreiras-CE, 2023.



Letras maiúsculas iguais indicam semelhanças entre as áreas; letras minúsculas iguais indicam semelhanças entre as camadas do solo.

Figura – 2 - Densidade da partícula nos diferentes sistemas de manejos estudados em Barreiras-CE, 2023.

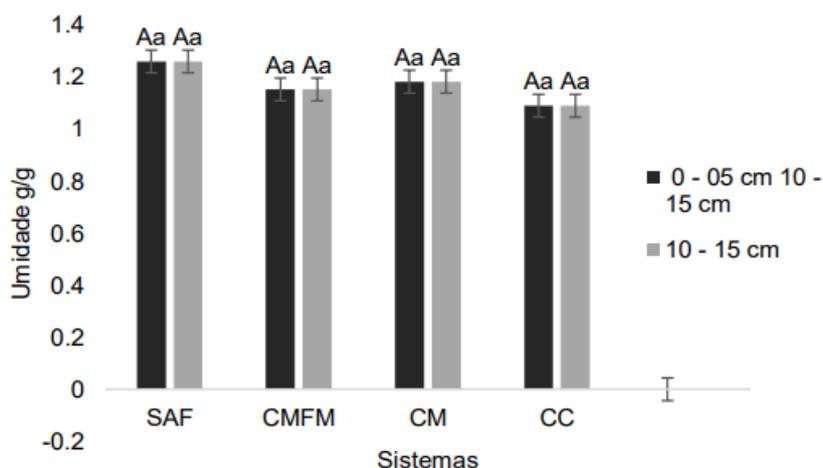


Letras maiúsculas iguais indicam semelhanças entre as áreas; letras minúsculas iguais indicam semelhanças entre as camadas do solo.

Fonte: Autor (2023)

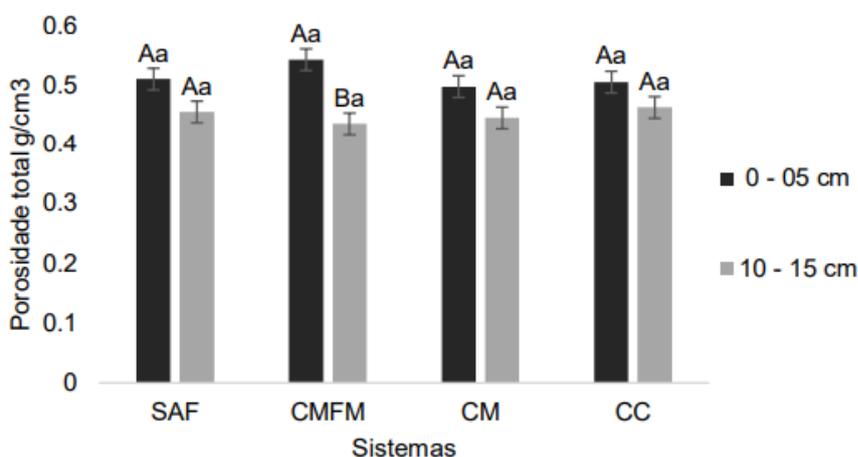
Observou-se uniformidade na umidade do solo para todas as áreas e camadas (Figura 3). Enquanto a porosidade total do solo apresentou valores entre 0,44 (menor valor) e 0,54 (maior valor), não diferindo entre as áreas nem entre as camadas, exceto a parcela com caju, milho, feijão e macaxeira (CMFM), na qual a camada superficial (0 a 5cm) expressou maior porosidade (Figura 4).

Figura – 3 – Umidade do solo nos diferentes sistemas de manejos estudados em Barreiras-CE, 2023.



Letras maiúsculas iguais indicam semelhanças entre as áreas; letras minúsculas iguais indicam semelhanças entre as camadas do solo.

Figura – 4 – Porosidade total nos diferentes sistemas de manejos estudados em Barreiras-CE, 2023.



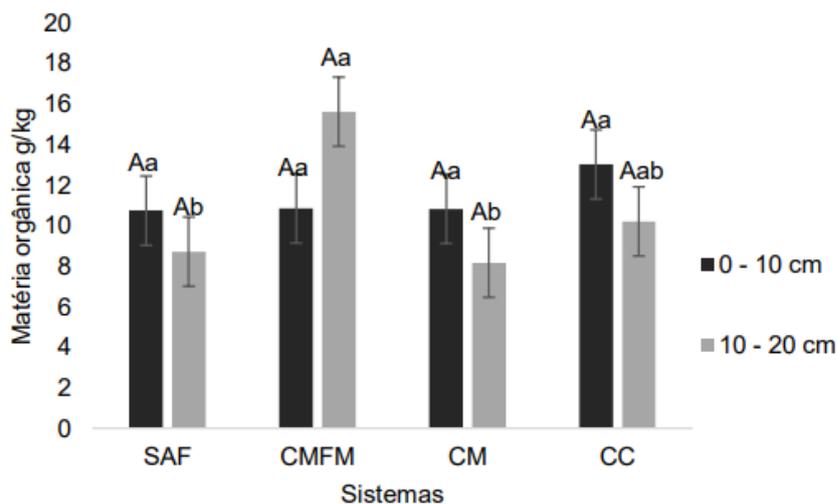
Letras maiúsculas iguais indicam semelhanças entre as áreas; letras minúsculas iguais indicam semelhanças entre as camadas do solo.

Fonte: Autor (2023)

Os teores de matéria orgânica quando observado na camada superficial (0 a 10 cm) dos sistemas, não diferiram entre si, enquanto, a camada mais abaixo (10 a 20 cm), apresentam valores diferentes (Figura 5). Os sistemas SAF e CM apresentam menores teores; o sistema CC apresentou teor intermediário quando comparado aos demais sistemas; e o sistema CMFM apresentou maior teor, diferindo dos sistemas SAF e CM, porém não diferindo do CC. O valor alto do CMFM na camada (10 a 20

cm), é maior que o teor da camada superficial (0 a 10 cm), provavelmente, por causa do revolvimento proporcionado pela gradagem que ocorreu e 2019 e 2023 como já mencionado anteriormente.

Figura – 5 – Matéria orgânica do solo, método da mufla nos diferentes sistemas de manejos estudados em Barreiras-CE, 2023.

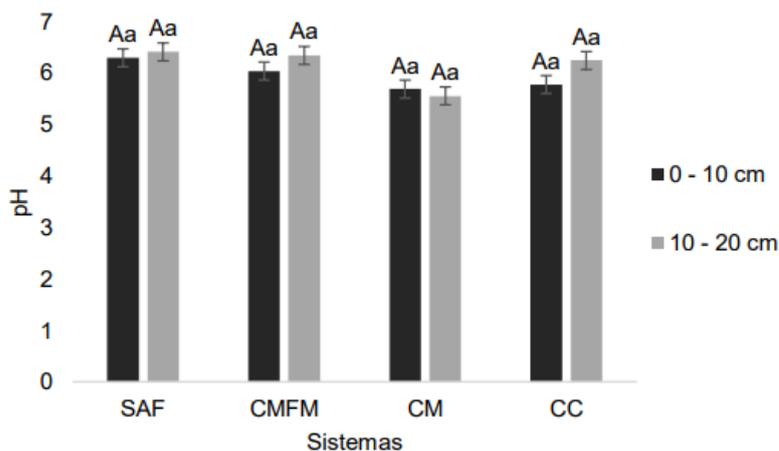


Letras maiúsculas iguais indicam semelhanças entre as áreas; letras minúsculas iguais indicam semelhanças entre as camadas do solo.

Fonte: Autor. (2023)

Quanto à observação do potencial hidrogeniônico (pH), não houve diferença tanto nas parcelas, quanto nas camadas, apresentando valores de pH levemente ácido, favoráveis para cultivos (figura 6).

Figura – 6 - Potencial hidrogeniônico – pH do solo nos diferentes sistemas de manejos estudados em Barreiras-CE, 2023.



Letras maiúsculas iguais indicam semelhanças entre as áreas; letras minúsculas iguais indicam semelhanças entre as camadas do solo.

Fonte: Autor. (2023)

Os valores baixos da densidade do solo das camadas superficiais dos sistemas CMFM e CM deve-se ao revolvimento do solo, uma vez feito o revolvimento, estaremos a mexer com a estrutura do solo, levando a camada superficial para baixo e vice-versa e causando uma desestruturação nas camadas superficiais, ocasionando uma imediata descompactação. Rós (2017) observou resultados semelhantes em seus estudos com sistemas de preparo do solo classificado como argissolo vermelho-amarelo para o cultivo da batata-doce, onde os maiores valores de densidade (Ds) e menor valor de Pt foram em solos sem revolvimento e valores contrários para solos com revolvimento na camada superficial. Para o nosso caso específico, foi somente observado menor valor de porosidade total (Pt) na camada superficial em CMFM, porém, no sistema CM, não houve diferença entre as camadas, devido ao maior tempo no qual foi realizada a última operação de revolvimento, em relação ao CMFM.

Brady, Nyle C, (2013), afirmam que na maioria dos solos minerais, a densidade de partículas (Dp) varia de 2,60 a 2,75 g/cm³, podendo chegar a 3,0g/cm³, estes valores podem ser reduzidos com o alto conteúdo de matéria orgânica. Esta afirmação corrobora com o resultado alcançado pelos sistemas, porém no SAF a densidade de partículas foi maior na camada superficial, indicando que o manejo recente ainda não foi suficiente para causar uma modificação nesta variável, apesar dos indícios de aumento de matéria orgânica na superfície e consequente redução da proporção de MO em relação a composição mineral do solo, devido a contribuição da cobertura vegetal morta e viva presente no SAF.

Vilela e Mendonça, 2013, em sua pesquisa sobre impacto de sistemas agroflorestais sobre a matéria orgânica do solo estudando a modelagem de Carbono e nitrogênio, concluíram que o sistema agroflorestal estudado não é capaz de proporcionar recuperação nos estoques de C e N do solo em curto espaço de tempo, que teria interferência em outros processos, quando compreendemos o solo como um sistema. Os teores de umidade não diferiram, mostrando a eficiência dos sistemas, os policultivos tende a sombrear maior parte do solo, atuando então como cobertura viva para o solo, desta feita ajuda na conservação da umidade do solo, Borges, *et al*, (2014), afirmam que os tratamentos conservacionistas possibilitaram maiores incrementos no armazenamento de água no solo durante a maior parte do tempo, em regime sequeiro, promovendo assim maior umidade do solo, nas camadas de 20 e 40 cm de profundidade.

Carmo e Silva, (2012), afirmam que em razão do elevado grau de associação entre matéria orgânica e carbono total, é possível utilizar em rotina o método da

mufla para avaliar o carbono presente em resíduos orgânicos de origens diversas. O que podemos observar nos resultados obtidos pelo mesmo método usado para determinação da matéria orgânica no presente estudo, em que as camadas superficiais dos sistemas, não diferiram entre si, o que nos leva a afirmar que o sistema agroflorestal mostrou ser eficiente mesmo com pouco tempo de existência. Como já apontado na introdução, Ribeiro, *et al*, (2019) afirmaram que os sistemas agroflorestais contribuíram para a manutenção de atributos físicos do solo em níveis semelhantes a vegetação nativa, e ao longo do tempo promoveu melhoria da fertilidade do solo na camada superficial. Quando observamos as camadas mais abaixo (10 a 20 cm), os sistemas SAF e CM, não diferem entre si, porém diferem do sistema CC, que apresenta um resultado intermediário e, o sistema CMFM, apresenta um valor alto quando comparado com os sistemas SAF e CM.

O valor elevado de MO presente na segunda camada do sistema CMFM pode ser consequência do revolvimento do solo, que inverte as camadas, levando, os resíduos orgânicos da superfície para a subsuperfície. Este fato é corroborado por Freitas *et al* (2017) ao constatarem que os atributos do solo, sofrem alterações quando ocorre o manejo, este que pode ser maléfico ou benéfico. Maria *et al*, (2006), afirmam que quando o solo é mal manejado, pode desencadear em sua má qualidade, causando desagregação, perda de carbono orgânico total e ou erosão.

CONCLUSÃO

O sistema agroflorestal, é um policultivo que não visa somente diversificar e aumentar a produtividade, este funciona, também, como uma estratégia de conservação e recuperação da qualidade do solo. A presente pesquisa, mostra que devido ao curto período de avaliação, ainda não foi possível demonstrar efeitos positivos do manejo agroflorestal sobre os atributos físicos e químicos avaliados. Porém, recomenda-se avaliações periódicas a fim de observar os efeitos deste manejo sobre o incremento nos indicadores de qualidade do solo, ao longo do tempo. Recomenda-se que se faça análise destes atributos anualmente para compreensão do período de desenvolvimento do solo em sistemas agroflorestais.

REFERÊNCIAS

BORGES, T. K. DE S.; MONTENEGRO, A. A. DE A.; DOS SANTOS, T. E. M.; DA SILVA, D. D. JUNIOR, V. P. S. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (zea mays) em semiárido nordestino. **R. Bras. Ci. Solo**, 38:1862-1873, 2014
DO CARMO, D. L.; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **R. Bras. Ci. Solo**, 36:1211-1220

BRANDY, NYLE C. Elemento da natureza e propriedade dos solos, 3 ed.- Porto Alegre: **Bookma**, 2013 xiv,686p. il. Color, 28cm ISBN 978-85-65837-74-3

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q.; TAVARES, L.F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 20(3): e327420312, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3s46>

EBELING, A. G.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREZ, D. V.; PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia, Campinas**, v.67, n.2, p.429-439, 2008.

MEURER, EGON JOSÉ. Fundamentos de química do solo. **Catálogo internacional na publicação – CIP**. 6ª Ed. Editora, Porto Alegre: 2017. 266p:il.

FAO, 10 dezembro 2018, Disponível em : <https://brasil.un.org/pt-br/81848-fao-aumento-da-contamina%C3%A7%C3%A3o-do-solo-amea%C3%A7a-seguran%C3%A7a-alimentar> LINK visitado aos 14. 05.23

FAO – NATUREZA E AMBIENTE, Disponível em : <https://www.dw.com/pt-br/fao-denuncia-contamina%C3%A7%C3%A3o-da-%C3%A1gua-pela-agricultura/a-40276046> LINK visitado aos 14. 05.23

FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S. FRARE, J. C. V; Vinicius Augusto FILLA, V. A.; GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo, **Unimar Ciências-ISSN 1415-1642**, Marília/SP, V. 26, (1-2), pp. 08-25,2017.Disponível em: <http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/viewFile/511/278>

IPEEC - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal, Barreira - CE**. Fortaleza, Governo do Estado do Ceará, 2017.

LOBO FILHO, I. G.; AGUIAR, M. I.; ALMEIDA, M. V. R. CHURKA BLUM, S.; ZULIANE, D. Q. Qualidade química do solo em sistemas de produção agroecológicos, **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.9, n.18; p. 2022 44, DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2022B5

MARIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. da S.; DE OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. de S.; FILHO, J. A. de A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense, Sociedade de Investigações Florestais - **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.837-848, 2006.

PADOVAN, M. P.; - Agricultura familiar agroecologia e produção orgânica - benefícios dos safes. **embrapa - Agricultura familiar Agroecologia e produção orgânica**, 2021 disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65068763/artigo---beneficios-dos-safs-mas-o-que-e-saf#>

RIBEIRO I, J. M.FRAZÃO II, L. A.CARDOSO III, P. He. S. OLIVEIRA V, A. L. G.; SAMPAIO I, R. A; FERNANDES II, L. A. Fertilidade do solo e estoques de carbono e nitrogênio sob sistemas agroflorestais no Cerrado Mineiro, **Ciências Florestais** - Ci. Fl., Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 913-923, abr./jun. 2019 ISSN 1980-5098 DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509825310>

RÓS, A. B.;. Sistemas de preparo do solo para o cultivo da batata-doce. **Bragantia, Campinas**, v. 76, n. 1, p.113-124, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.607> - acessado em 06/2023

TEIXEIRA, H. M.; BIANCHI, F. J.J.A.; CARDOSO, I. M.; TITTONELL, P.; CLAROS, M. P. Impacto do manejo agroecológico na diversidade vegetal e nos serviços ecossistêmicos baseados no solo em sistemas de pastagem e café na Mata Atlântica do Brasil. **Elsevier Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente**. Volume 305, 1 de janeiro de 2021 , 107171. doi.org/10.1016/j.agee.2020.107171

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo, editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: **Embrapa**, 2017. 574 p.: il. color. ISBN 978-85-7035-771-7

VILELA, E. F.; MENDONÇA, E. S. Impacto de Sistemas Agroflorestais sobre a matéria orgânica do solo: modelagem de carbono e Nitrogênio, **Coffee Science, Lavras**, v. 8, n. 3, p. 354-363, jul./set. 2013. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/7989>.