

PARÂMETROS EDÁFICOS DE SUSTENTABILIDADE EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Data de aceite: 01/12/2023

Lucas Agostinho Pereira da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9584113057501755>

José Darlon Nascimento Alves

Secretária do Estado de Meio Ambiente e
Sustentabilidade
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/2792546714935668>

Antônio Rafael Neri dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço – Pará
<http://lattes.cnpq.br/6673210218339157>

Cristyan Alyvan Costa da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7681135582437338>

Vinícius Lima Cardoso

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço – Pará
<http://lattes.cnpq.br/8211279738656678>

Alan Cristoffer Gomes Raiol

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0476647879902098>

Sayra Bianca Silva da Costa Rocha

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0578257151939093>

RESUMO: A conversão de áreas de vegetação natural em sistemas agrícolas, especialmente pastagens, resulta em modificações nas propriedades naturais do solo. A monitorização e avaliação dos diferentes parâmetros do solo são de extrema importância para a aplicação e desenvolvimento de técnicas conservacionistas. Nessas avaliações de qualidade do solo, é fundamental utilizar indicadores que sejam mais sensíveis às mudanças na cobertura vegetal. O objetivo deste estudo foi avaliar os atributos do solo em áreas com diferentes maneiras de uso em Capitão Poço, no Pará. A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal Rural da Amazônia e arredores, utilizando um delineamento experimental em blocos casualizados, nos quais os tratamentos incluíram seis agroecossistemas (floresta nativa, vegetação secundária, capoeira enriquecida, sistema agroflorestral, monocultivo de limão e pastagem),

distribuídos em 4 blocos. As condições do solo foram mais favoráveis nos sistemas de floresta nativa e vegetação secundária, destacando-se pela presença de maiores teores de matéria orgânica e umidade em comparação aos demais sistemas. Por outro lado, a pastagem revelou os resultados mais problemáticos em termos de sustentabilidade, apresentando um solo denso, escassez de matéria orgânica, baixa umidade e acidez mais elevada em relação aos outros tratamentos. O enraizamento não demonstrou relevância estatística devido à superficialidade das trincheiras. O estudo enfatizou que os sistemas agroecológicos com menor interferência humana proporcionam melhores condições de solo, embora seja necessário realizar pesquisas mais aprofundadas utilizando outros parâmetros de avaliação.

PALAVRAS-CHAVE: Solo. Matéria orgânica. Floresta.

EDAPHIC PARAMETERS OF SUSTENABILITY IN DIFFERENT AGROECOSYSTEMS IN THE EASTERN AMAZON

ABSTRACT: Converting areas of natural vegetation into agricultural systems, especially pastures, results in changes to the soil's natural properties. Monitoring and assessing different soil parameters are extremely important for the application and development of conservation techniques. In these soil quality assessments, it is essential to use indicators that are more sensitive to changes in vegetation cover. The aim of this study was to evaluate soil attributes in areas with different types of use in Capitão Poço, Pará. The research was conducted at the Federal Rural University of Amazonia and the surrounding area, using a randomized block experimental design, in which the treatments included six agroecosystems (native forest, secondary vegetation, enriched capoeira, agroforestry system, lemon monoculture and pasture), distributed in 4 blocks. Soil conditions were more favorable in the native forest and secondary vegetation systems, with higher levels of organic matter and moisture compared to the other systems. On the other hand, the pasture revealed the most problematic results in terms of sustainability, with dense soil, a lack of organic matter, low humidity, and higher acidity than the other treatments. Rooting was not statistically significant due to the shallowness of the trenches. The study emphasized that agroecological systems with less human interference provide better soil conditions, although further research is needed using other evaluation parameters.

KEYWORDS: Soil. Organic matter. Forest.

1 | INTRODUÇÃO

A alteração da cobertura vegetal, a intensa utilização de maquinaria agrícola, a aplicação de corretivos, fertilizantes e pesticidas, juntamente com outras práticas de cultivo, desencadeiam ou aceleram as mudanças nas características do solo (SILVA et al., 2018). O monitoramento das propriedades do solo é de suma importância para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e para a tomada de decisões conservacionistas no planejamento agrícola, especialmente quando se busca um manejo adequado do solo. O manejo inadequado do solo pode ter impactos diretos nas propriedades naturais do solo e, conseqüentemente, na economia local (MOTA et al., 2017; SANTOS, D. et al., 2018).

A comparação dos atributos do solo entre diferentes agroecossistemas ajuda a identificar variações significativas nos tipos de uso da terra, fortalecendo a busca por conhecimento sobre novos métodos de produção que promovam a sustentabilidade, a gestão dos recursos naturais e a adoção de técnicas conservacionistas (LEÃO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2020; FLORENCE et al., 2021).

Dentre os diversos parâmetros que avaliam a qualidade do solo, a matéria orgânica desempenha um papel fundamental na sua estrutura física, uma vez que é composta principalmente por compostos de carbono. Isso pode afetar diretamente a aeração, a infiltração e a atividade biológica do solo (SALES et al., 2018; RALISCH et al., 2017). O conhecimento da umidade do solo é essencial para estudos agrônômicos, hidrológicos, pedológicos e ambientais (BATISTA et al., 2017). A densidade do solo é outro atributo sensível às alterações na cobertura vegetal, especialmente quando ocorre a conversão de áreas de mata nativa em pastagens, afetando a penetração das raízes devido à compactação do solo (SOARES et al., 2018; SANTOS, T. et al., 2018). Além disso, o pH do solo é um parâmetro crucial, uma vez que a maioria dos solos no Brasil é ácida, e a correção do pH pode aumentar a produtividade das culturas (PEREIRA et al., 2020).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os atributos do solo em áreas com diferentes práticas de manejo em Capitão Poço, no estado do Pará.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no município de Capitão Poço, no estado do Pará (conforme ilustrado na Figura 1), localizado entre as coordenadas geográficas 01° 30' e 2° 35' S, 46° 49' e 47° 27' O (PACHECO; BASTOS, 2001). As coletas foram realizadas principalmente nas proximidades do campus da Universidade Federal Rural da Amazônia (conforme mostrado na Figura 1). O clima na região é classificado como Am, de acordo com a classificação de Köppen, com uma precipitação anual de 2250 – 3000 mm (CORDEIRO et al., 2017). O solo local é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (BRASIL; CRAVO; VIÉGAS, 2020).

Para a pesquisa, foi adotado o delineamento de blocos casualizados, com seis diferentes agroecossistemas distribuídos em 4 blocos. Os agroecossistemas avaliados foram os seguintes: (1) mata nativa; (2) vegetação secundária; (3) capoeira enriquecida; (4) sistema agroflorestal, com oito anos de idade, incluindo paricá, ingazeira, pupunheira, abacaxi e margaridão; (5) monocultivo de limão, com dois anos de idade e espaçamento de 7x3; e (6) pastagem de capim braquiária, com três anos de idade. Os parâmetros de qualidade do solo analisados incluíram matéria orgânica (MO), profundidade das raízes (PR), densidade do solo (DS), umidade do solo (US) e pH do solo a uma profundidade de 0 – 10 cm.

Para determinar a quantidade de matéria orgânica e a profundidade das raízes, foram abertas trincheiras com dimensões de 30x20x40 cm, e uma régua foi usada para

medir a extensão do perfil de matéria orgânica e a profundidade atingida pelas raízes (COMIN et al., 2016).

As análises da umidade e densidade do solo seguiram as metodologias da Embrapa, conforme descrito no Manual de Métodos de Análise de Solo. Para determinar a umidade atual, foi utilizado o método descrito por Teixeira et al. (2017), que consiste em retirar uma amostra de solo, colocá-la em uma embalagem impermeável identificada e, em seguida, levá-la para pesagem e secagem em uma estufa a 105°C até atingir um peso constante, obtendo assim a massa de água por meio do método gravimétrico. Quanto à densidade do solo, foi aplicado o método do cilindro volumétrico conforme apresentado por Teixeira et al. (2017), substituindo o cilindro de 100 cm³ por um tubo de PVC (MATSINHE, 2016) com volume de 173,5 cm³. A amostra foi então posta para secar em estufa a 105°C em recipientes de alumínio até que o peso se estabilizasse, permitindo a determinação da densidade do solo.

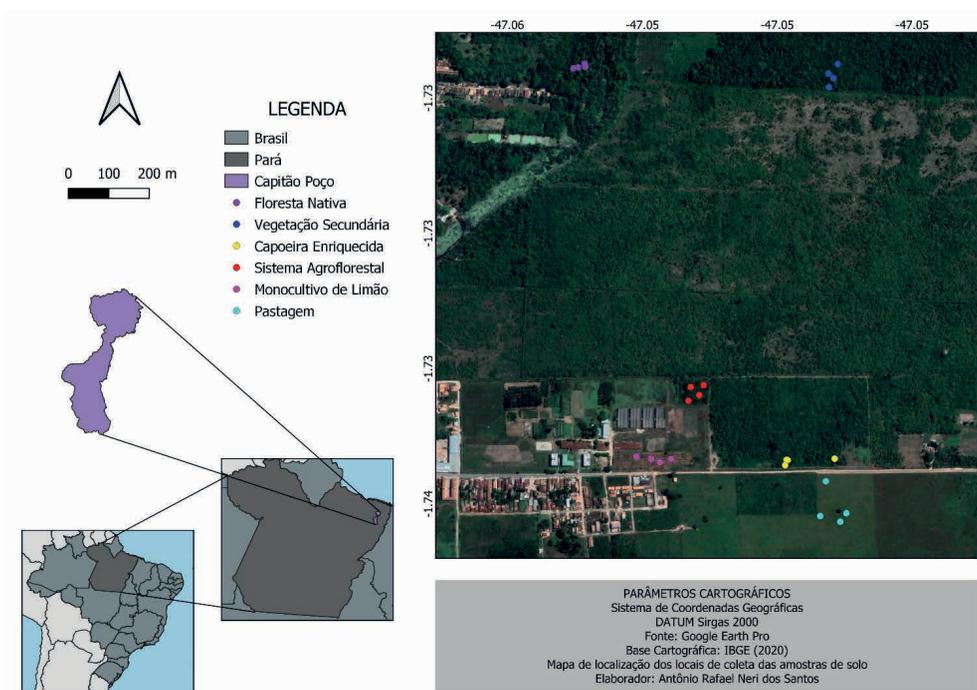


Figura 1 – Mapa de localização do município de Capitão Poço – PA e pontos de coleta das amostras de solo

Fonte: Autores, 2023

Para a determinação de pH foi usado o método descrito por Teixeira et al. (2017) onde se pesou 10 g de solo em balança analítica, colocado em copo plástico de 100 mL, adicionado 25 mL de água destilada, agitando a solução por 60 segundos e deixando em repouso por uma hora, em seguida agitado novamente do modo suave até homogeneizar e

inserindo os eletrodos do potenciômetro, procedendo a leitura das amostras.

Os dados foram tratados no programa estatístico R, se realizou a ANOVA, seguindo para o Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos agroecossistemas analisados, foi evidenciada uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) nos parâmetros de matéria orgânica (MO), umidade do solo (US), densidade do solo (DS) e potencial hidrogeniônico (pH), exceto quando se trata da profundidade do sistema radicular, conforme apresentado na Tabela 1.

Tratamento	MO	PR	US	DS	pH
Floresta	36,125a	38,625a	22,6700a	1,3425cd	4,7275ab
Veg. Secund.	29,775ab	39,625a	18,3100b	1,2825d	4,8700a
Capoeira	22,450bc	37,175a	9,8925cd	1,4650ac	4,2650ac
SAF	23,775bc	32,500a	11,1775c	1,4200bcd	4,4100ac
Monocultivo	22,100bc	35,025a	8,9700cd	1,5200ab	3,9775bc
Pastagem	19,225c	34,900a	7,6925d	1,5850a	3,7675c

Tabela 1: Valores médios de matéria orgânica (MO), profundidade de raízes (PR), umidade do solo (US), densidade do solo (DS) e potencial hidrogeniônico (pH) em diferentes agroecossistemas de Capitão Poço-PA.

Fonte: Autores, 2023.

Os valores médios mais elevados de matéria orgânica foram observados nos ambientes de floresta nativa, com uma média de 36,125 cm. Esse padrão se deve ao longo período de acumulação de resíduos vegetais sobre o solo, à presença de uma vegetação densa e à menor intervenção humana nas áreas, o que favorece o acúmulo de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes. Além disso, o material orgânico em estágios avançados de decomposição apresenta uma alta predominância de cargas negativas e área superficial específica, influenciando vários processos do solo (SILVA et al., 2019). Conforme Mascarenhas et al. (2017), diferentes usos e manejos do solo têm um impacto significativo na matéria orgânica dos agroecossistemas. A pastagem foi o agroecossistema com a menor quantidade de matéria orgânica, o que está de acordo com Melo et al. (2021), que enfatizam que a conversão de vegetação nativa em sistemas agrícolas altera os teores de matéria orgânica, entre outros atributos do solo.

Quanto ao enraizamento dos agroecossistemas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. No entanto, é importante destacar que as análises se limitaram a uma profundidade de 40 cm, o que pode ter restringido a avaliação em áreas que naturalmente apresentam sistemas radiculares mais profundos, como a floresta nativa

e a vegetação secundária. De acordo com a pesquisa realizada por Silva et al. (2021), a floresta apresentou maior profundidade e desenvolvimento das raízes, com valores menores encontrados na pastagem. Embora os valores médios de enraizamento tenham sido semelhantes, a floresta e a vegetação secundária apresentaram os maiores valores, enquanto as profundidades de raízes mais rasas foram observadas no sistema agroflorestal (SAF) e na pastagem, com profundidades de 32,5 cm e 34,9 cm, respectivamente.

A maior umidade do solo foi registrada na floresta nativa, com 22,77 kg kg⁻¹, enquanto os outros agroecossistemas apresentaram menor retenção de umidade. Esse padrão se deve à densa e constante cobertura vegetal, que mantém uma umidade mais estável no solo, criando um microclima favorável. Além disso, a serapilheira atua como uma camada retentora e protetora, favorecendo a retenção de água no solo (DANTAS et al., 2017; OLIVEIRA; BRAGA, 2021). Esses resultados são consistentes com a pesquisa de Leão, Carvalho e Oliveira (2020), que também encontraram maiores quantidades de água no solo na floresta nativa em comparação com outros agroecossistemas.

A densidade do solo mais alta foi observada na área de pastagem (T6), com 1,585 g cm³. Isso está relacionado ao pisoteio por parte dos animais e ao uso de maquinário agrícola, como discutido por Deon et al. (2018), que indicaram níveis de compactação semelhantes entre esses fatores. As áreas de floresta nativa e vegetação secundária apresentaram valores mais baixos de densidade do solo, devido à menor intervenção humana. Mascarenhas et al. (2017) também observaram que a área de floresta nativa apresentou uma densidade do solo menor em comparação com outros sistemas avaliados.

Os valores de potencial hidrogeniônico (pH) variaram de 4,8 a 3,7 nas áreas estudadas, confirmando que os solos na região do Pará tendem a ser levemente acidificados ou ácidos, principalmente devido aos teores de alumínio (BRASIL; CRAVO; VIÉGAS, 2020). Isso está de acordo com o estudo de Melo et al. (2019), que encontrou valores de acidez ativa mais próximos do nível aceitável para a maioria das culturas na floresta.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados destacam que a floresta nativa exibiu parâmetros de sustentabilidade mais impressionantes em comparação com os outros agroecossistemas. A quantidade de matéria orgânica e a umidade do solo foram as mais elevadas, o pH ficou mais próximo dos níveis aceitáveis para a maioria das culturas, mesmo em uma região paraense predominantemente caracterizada por solos ácidos, e a densidade do solo foi baixa.

Por outro lado, os resultados revelam que a pastagem demonstrou parâmetros de sustentabilidade em declínio quando comparados aos outros agroecossistemas. Os valores de pH, matéria orgânica e umidade do solo foram os mais baixos entre os diversos sistemas avaliados, enfatizando que o solo nesse local apresentou a maior densidade.

REFERENCIAS

BATISTA, P. H. D. et al. **Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob colheita mecanizada de capim-buffel no Agreste Pernambucano**. Revista Engenharia na Agricultura-REVENG, v. 25, n. 4, p. 307-317, 2017.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. Embrapa. Ed. 2, Brasília-DF, 2020.

COMIN, J. J. et al. **Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)**. Open Brasil Gráfica e Editora, Florianópolis. (Comunicado Técnico), 2016.

CORDEIRO, I. M. C. C. et al. **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. 2017.

DANTAS, M. S. et al. **Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos**. Journal of Environmental Analysis and Progress, p. 87-97, 2017.

DEON, R. C. et al. **Compaction and water infiltration capacity of a cambisol by the traffic of machines and cattle trampling**. Revista Ciência Agrícola, v. 16, n. 1, p. 77-84, 2018.

FLORENCE, E. A. S. et al. **Estoque de Carbono e atributos físicos do solo, sob diferentes usos em pastagens na Amazônia Norte-mato-grossense**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 4, n. 2, p. 1902-1909, 2021.

LEÃO, B. D. A.; CARVALHO, A. H. O.; OLIVEIRA, F. L. **Atributos físicos do solo em diferentes sistemas de manejo de agroecossistemas no Território do Caparaó**. Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 63, 2020.

MASCARENHAS, A. R. P. et al. **Atributos físicos e estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-Ocidental**. Pesquisa florestal brasileira, v. 37, n. 89, p. 19-27, 2017.

MATSINHE, D. Z. **Uso de tubo de pvc para determinação da densidade do solo visando o manejo da irrigação**. 2016.

MELO, D. M. A. et al. **ETNOPEDOLOGIA NA QUALIDADE DE SOLOS DE AGROECOSSISTEMAS EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA**. Revista Craibeiras de Agroecologia, v. 4, n. 1, p. e7738-e7738, 2019.

MELO, V. S. et al. **Atributos físicos e químicos de solos sob diferentes tipos de uso e manejo no assentamento Abril Vermelho, Amazônia Oriental**. Conjecturas, v. 22, n. 1, p. 79-97, 2022.

MOTA, J. C. A. et al. **Impactos de uso e manejo do solo na variabilidade e qualidade de atributos físicos de Cambissolos**. Revista Agro@mbiente on-line, v. 11, n. 4, p. 277-289, 2017.

OLIVEIRA, V. N.; BRAGA, A. C. R. **Estoque e Capacidade de Retenção Hídrica da Serrapilheira em remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 4, n. 4, p. 5103-5120, 2021.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. **Caracterização climática do município de Capitão Poço-PA**. 2001.

PEREIRA, M. G. et al. **Estimativa da acidez potencial através do método do pH SMP em solos de altitude de Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense, v. 33, n. 1, p. 50-55, 2020.

RALISCH, R. et al. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo – DRES**. Documentos, 390. Londrina: Embrapa Soja, 2017.

SALES, A. et al. **Carbono orgânico e atributos físicos do solo sob manejo agropecuário sustentável na Amazônia Legal**. In: Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215. 2018. p. 01-15.

SANTOS, D. P. et al. **Variabilidade Espacial De Atributos Físicos Do Solo Em Vale Aluvial Na Região De Pernambuco**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 12, n. 1, p. 2271, 2018.

SANTOS, T. R. et al. **IMPACTO DA DENSIDADE DO SOLO SOBRE O CRESCIMENTO DE VARIEDADES DE MILHETO**. Multi-Science Journal, v. 1, n. 13, p. 1-4, 2018.

SILVA, R. F. et al. **Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema plantio direto no Cerrado**. Acta Iguazu, v. 7, n. 1, p. 60-74, 2018.

SILVA, F. W. A. et al. **Matéria orgânica e suas inter-relações com os atributos físicos do solo**. Habitats Urbanos e Rurais, p. 255, 2019.

SILVA, J. H. C. S. et al. **Indicadores qualitativos do ambiente edáfico e serviços ecossistêmicos em diferentes sistemas de ocupação da terra**. Nativa, v. 9, n. 5, p. 519-527, 2021.

SOARES, M. D. R. et al. **Variabilidade espacial do estoque de carbono e atributos físicos do solo em terra preta arqueológica sob pastagem**. Revista Ambiente & Água, v. 13, 2018.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 2017.