



## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO EM ÁREA DE ASSENTAMENTO RURAL NO SUDESTE DO PARÁ**

**Ágata Maise de Jesus Caldas**

Universidade do Estado do Pará – PA

**Gleudson Marques Pereira**

Universidade do Estado do Pará – PA

**Ana Cláudia Caldeira Tavares-Martins**

Estado Universidade do Estado do Pará – PA

### **RESUMO**

Os assentamentos rurais no Brasil, iniciados na década de 1980 pelo INCRA, visam redistribuir terras para mitigar conflitos agrários, mas enfrentam desafios como condições de produção e preservação ambiental. O estudo no PDS Porto Seguro, em Marabá-PA, analisou as propriedades físicas do solo em áreas de reserva legal, sistema agroflorestal (SAF) e cultivo de mandioca, destacando que SAFs e áreas preservadas apresentam melhor qualidade do solo em comparação ao cultivo intensivo.

**Palavras-chave:** Assentamentos rurais. Sistemas agroflorestais.

### **1 INTRODUÇÃO**

Os assentamentos rurais são um conjunto de unidades agrícolas provenientes do repartimento de territórios antes pertencentes a um único proprietário e redistribuídos às famílias desprovidas de terra, processo esse realizado pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) (BRASIL, 2017). No Brasil, esses assentamentos tiveram sua origem, oficialmente, a partir da década de 1980. Eles são frutos de questões agrárias no país e surgiram com o intuito de solucionar, ou pelo menos mitigar, conflitos relacionados à posse da terra (FREITAS et al., 2014). Entretanto, muitos desses ainda se deparam com empecilhos, no que tange às condições de produção e de comercialização, na organização política e social, tanto interna quanto externa, e na organização e preservação dos recursos naturais (VASCONCELLOS et al., 2016).

A agricultura familiar é uma das principais atividades agrícolas do Sudeste Paraense, oferecendo oportunidades para os agricultores familiares, cujas propriedades têm origens de assentamentos rurais (PEREIRA et al., 2023). De maneira geral, as famílias investem nos mais variados agroecossistemas de produção por entender que neste sistema o solo e os recursos naturais de suas propriedades são utilizados com maior eficiência (ASSMANN; SOARES; ASSMANN, 2008).



Os projetos de desenvolvimento sustentáveis (PDS) consistem em uma modalidade de reforma agrária que contempla os objetivos de promover um desenvolvimento sustentável, este conceito vem sendo explorado e estudado com o intuito de combater várias problemáticas no meio rural, sejam elas sociais, ambientais, políticas e econômicas.

Sendo assim, um dos métodos que vem sendo utilizado são os Sistemas Agroflorestais (SAF's), que para recuperação ambiental são sistemas produtivos que podem se basear na sucessão ecológica, análogos aos ecossistemas naturais, otimizam o uso da terra conciliando a preservação ambiental com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para a produção agrícola, e podem ser utilizados para restaurar florestas e recuperar áreas degradadas (EMBRAPA, 2019).

Além disso, a qualidade do solo (QS) abrange fatores importantes, tais como: físicos, químicos e biológicos. Por conseguinte, os indicadores físicos podem diagnosticar a qualidade daquele solo, através da densidade, porosidade, compactação, condutividade etc. Esses indicadores quando utilizados de forma conjunta podem indicar as alterações ocorridas nos sistemas de manejo do solo (TORRES et al., 2015).

A adoção de sistemas de manejo que mantenham a proteção do solo pelo contínuo aporte de resíduos orgânicos é essencial para manutenção e/ou melhoria da estrutura do solo, pois monitorar as alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo é extremamente importante, pois podem fornecer informações que auxiliam na avaliação dos sistemas de produção, com o objetivo de torná-los sustentáveis (JÚNIOR et al., 2016).

## **2 OBJETIVO**

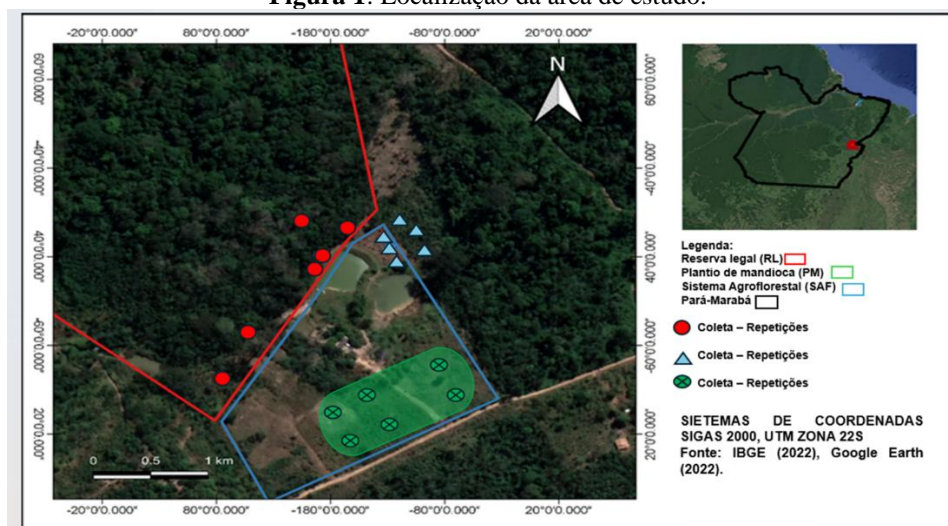
Assim o trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades físicas do solo em três áreas distintas, como a reserva legal, sistema agroflorestal e cultivo de mandioca, utilizando a técnica de determinação de características físicas do solo pelo método do anel volumétrico

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

O Projeto Desenvolvimento Sustentável (PDS) Porto Seguro, área de estudo (figura 1), está localizado na rodovia BR-155, Km 14, na Zona Rural do município de Marabá, Pará. A área total do PDS é de 1.069 hectares, a qual comporta 37 lotes. com longitude de 049° 02.041 (W) e latitude de 05° 28.134 (S) de Greenwich, altitude média de 85m, com clima tropical, classificado de clima Aw segundo a Köppen e Geiger (DA SILVA et al., 2023).

**Figura 1:** Localização da área de estudo.



Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

### 3.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Foram coletadas amostras em três áreas distintas (Figura 1), com total de 18 amostras, em cada área de estudo (Tratamentos) a uma profundidade de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-15cm, aleatoriamente no dia 11 de fevereiro de 2024. As áreas de estudos foram em solos com cobertura vegetal na área de reserva legal (RL - Testemunha), cultivo de mandioca (*Manihot esculenta*) e sistema agroflorestal (SAF) com idade de cinco anos, estágio produtivo culturas como urucum (*Bixa orellana*), bananeira (*Musa spp.*), açaí (*Euterpe oleracea*) e castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*).

A coleta do solo utilizando cilindros de volume conhecidos nas profundidades descritas. Posteriormente as amostras foram levadas para o laboratório de Qualidade Ambiental da Universidade do Estado do Pará (UEPA) campus Marabá. Por conseguinte, para determinação das propriedades físicas do solo, quer sejam elas: densidade do solo, densidade das partículas, umidade volumétrica e porosidade, foram utilizadas o método do anel volumétrico (MAV) (EMBRAPA, 2017).

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados das análises químicas do solo foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ). Atendidos a esse pressuposto foi realizada uma análise de variância (ANOVA) e em caso de diferença significativa ( $p < 0,05$ ) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas e elaboração dos gráficos foram feitas utilizando o programa estatístico Minitab versão15 (CHARLES-PIERRE, 2020).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos da reserva legal apresentaram maior estabilidade estrutural e maior porosidade (Tabela 1), com os valores de densidade de solo (DS) com 1,2 g.cm<sup>3</sup> e Porosidade (Ps) com 53,9 %, podendo



ser explicado devido este tratamento à presença de matéria orgânica e baixa compactação. No cultivo de mandioca, encontra-se solos mais compactados (1,36 g.cm<sup>3</sup>), em função do tráfego de máquina ou preparo de área com tração animal, caracterizando o pisoteio do solo. O sistema agroflorestal apresentou propriedades intermediárias, com o segundo valor de compactação (1,29 g.cm<sup>3</sup>) e melhor estrutura, como uma boa porosidade (30,35%), devido à presença de elementos florestais como as árvores e a menor intervenção mecânica.

Tabela 1 - Propriedades físicas do solo nos tratamentos estudados.

TRATAMENTO*	Valores médios				
	PROF. (cm)	Densidade do Solo	Densidade de Partículas	Umidade Volumétrica	Porosidade (%)
		g.cm <sup>3</sup>			
RL	0-5	1,2	2,57	0,35	53,9
SAF	5-10	1,29	2,03	0,35	30,35
MN	10-15	1,36	2,25	0,34	34,43

\*RL – reserva legal; SAF – sistema agroflorestal e MN – cultivo de mandioca.

Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Muniz et al., (2023), observou-se uma notável variação na densidade do solo (DS) entre as diferentes áreas comprovadas, com resultados indicando que os maiores valores de DS foram encontrados nos primeiros 10 centímetros de profundidade, com destaque para uma área que é destinada à bovinocultura, comportamento sugere que o constante pisoteio dos animais nessa área pode ter contribuído para a maior densidade observada.

Em relação à porosidade, não foram observadas grandes variações entre as áreas estudadas, no entanto, ao analisar a porosidade em geral, destacou-se a área da mandioca, onde a cultura apresentou maiores índices de porosidade na camada superficial. Isso indica que os tratos culturais e a boa cobertura do solo desempenharam um papel importante na manutenção desse atributo (MUNIZ et al., 2023).

A umidade do solo basicamente se refere ao conteúdo de água no solo e a sua quantidade armazenada em uma determinada profundidade, geralmente uma profundidade em que o sistema radicular absorva efetivamente a água. Sendo este fator físico de vital importância para a vegetação é possível identificar que os valores para a RL e SAF oscilaram em médias confortáveis para a vegetação (Tabela 1), sendo que os menores valores foram encontrados no tratamento MN, pois trata-se de área de prática agrícola, sendo assim mais sujeito a evaporação.

A porosidade é um fator de extrema importância para o solo, é uma fração volumétrica do solo ocupado por água e ar, componentes importantes para o crescimento radicular (BUSKE, 2013). O mesmo autor também afirma, entre os solos variam de 30 a 60%, sendo que o solo saturado é aquele preenchido pela água e o seco pelo ar, neste contexto a porosidade é muito influenciada pelo manejo do solo, sendo afetado pela compactação.



Por conseguinte, os maiores valores de porosidade do solo foram encontrados nos pontos de coleta da mata nativa, oscilando em 50%, em contrapartida há um decréscimo da porosidade nos SAF's, indicando níveis de alerta a compactação, apresentando baixos valores que pode indicar solo seco. A porosidade está intimamente relacionada com a densidade do solo, sendo assim também é afetada pelo nível de compactação do solo, pois quanto maior os valores da densidade menor é o espaço dos poros (Oliveira et al., 2010).

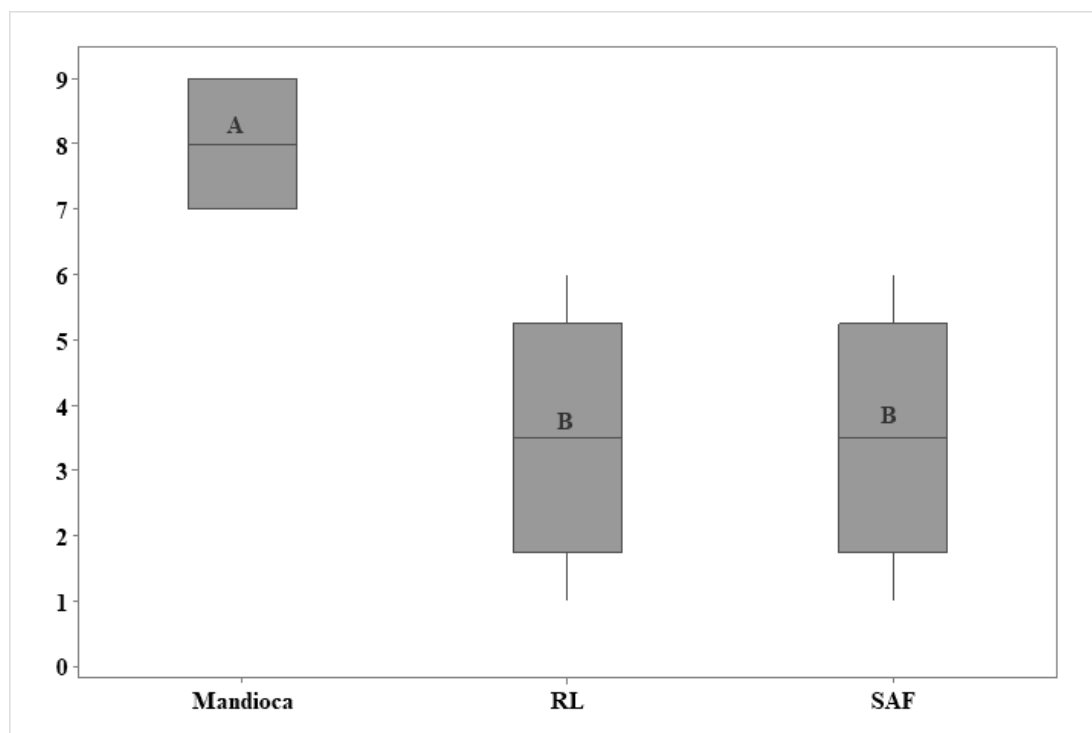
Os fatores que causam a degradação do solo estão relacionados com a remoção da cobertura vegetal que o protege; o sobrepastoreio que induz a sua compactação; as atividades agrícolas sem o seu manejo adequado; a exploração excessiva de vegetação para uso doméstico e atividades (bio) industriais, entre outros (FAO; ITPS, 2015; FAO, 2019). Segundo a ONU (2019), estima-se que em todo mundo a cada 5 segundos é perdida uma quantidade de solo equivalente a um campo de futebol e, caso a exploração deste continue no ritmo atual, até 2050 mais de 90% dos solos de todo o planeta Terra se tornarão degradados.

Em relação a todos os tratamentos estudados (Figura 2), a partir dos dados analisados sobre a densidade das análises do solo, é possível identificar que nos pontos referentes as diferentes profundidades, não ocorreram nenhuma alteração e/ou diferenças significativas ( $p= 0,0001$ ). A figura 2, é possível perceber a variância de densidade do solo (DS), concomitante à comparação dos valores obtidos nas três áreas (Tratamentos: Mandioca - MN, RL e SAF) distintas deste estudo, registrada pelo teste de Tukey em todas as áreas da pesquisa. Observa-se que a DS demonstra uniformidade nas duas áreas estudadas (RL e SAF), verificou-se que não houve diferenças significativas entre elas ( $p= 0,0001$ ), contudo com variabilidade significativa com relação ao tratamento MN ( $p= 1,0$ ).

O solo é uma estrutura dinâmica, dotado de partículas, fluidos, gases e líquidos, arranjos de determinada forma que promove a sua sustentabilidade e uma relação solo-planta eficiente. Por conseguinte, à medida que são adotadas práticas agrícolas, as características físicas do solo são alteradas, provocando um ambiente adverso a vegetação, isto é evidenciado quando são comparados solos em uso de práticas agrícolas com solo ainda sob vegetação natural (ASSIS et al., 2015; BUSKE, 2013; STEFANOSKI et al., 2013).



Figura 2 - Valores médios para os tratamentos estudados com as propriedades físicas do solo no PDS Porto Seguro, Marabá – PA.



Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Já em relação à área utilizada para a produção agrícola no formato de SAF, há uma maior variação na análise das densidades, muito provavelmente pelo solo estar em níveis de compactação diferentes em cada ponto de coleta. Essa compactação acontece pelo manejo do solo para o plantio, envolvendo a retirada de matéria orgânica e da camada verde, causando assim uma queda no processo radicular que na RL era bem visível pelo fato de o solo estar em condições naturais ou de regeneração.

Os valores de densidade do solo variam de acordo com o seu tipo de solo, quando classificação como argilo-arenoso em concentrações não homogêneas (STEFANOSKI et al., 2013). Foi também identificada a maior concentração de solo argiloso na área de SAF's, isso explica a menor densidade, característica de solos argilosos, assim como a menor presença de raízes, já que o valor da densidade indica níveis moderados de compactação do solo (ALVES, 2021).

O material constituinte do solo tem grande influência sobre o valor da densidade, assim como os sistemas de uso, manejo e o tipo de cobertura vegetal. Em geral, os valores de densidade do solo tendem a aumentar com a profundidade, dada à redução do teor de matéria orgânica, da agregação e da porosidade do solo, bem como devido ao aumento da compactação (DE LIMA et al., 2021).

Portanto, a estrutura física do solo é bom indicador de qualidade do solo, por causa das alterações que as práticas de manejo causam ao mesmo. Sendo assim um solo mantido sob vegetação nativa apresenta fatores físicos, como densidade, porosidade e umidade adequadas ao desenvolvimento normal das plantas. Em contrapartida o solo utilizado para práticas agrícolas gradualmente sofre um



desgaste, sendo necessário um monitoramento destas propriedades para que seja realizado um manejo que promova a sustentabilidade do solo.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O manejo do solo nas três áreas implicou significativamente nos resultados encontrados. Nesse sentido, a área de reserva legal (RL) que ainda se encontrava com cobertura vegetal mantendo-se conservada e a área do sistema agroflorestal (SAF) obtiveram melhores resultados em comparação ao cultivo de mandioca (MN).

A caracterização física do solo é uma ferramenta essencial para promover o manejo sustentável em assentamentos rurais. Os resultados esperados mostram que o sistema agroflorestal pode oferecer melhores condições para a manutenção da qualidade do solo, enquanto o cultivo intensivo de mandioca tende a degradar suas propriedades físicas. Assim, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas e técnicas de manejo sustentável.





## REFERÊNCIAS

ALVES, R. E. A relação entre agricultura, degradação do solo e tempestades de areia. *Revista Ayika*, 1(1), 50-66, 2021. <https://revistas.uneb.br/index.php/ayika/index> Acesso em: 10 março de 2025.

ANDREOLA, F.; Costa, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.857-865, 2000.

ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S. Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar. Londrina: IAPAR, 2008. 49 p.: il. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/integracao\\_lavpecuaria.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/integracao_lavpecuaria.pdf)> Acesso em: 15 março de 2025.

ASSIS, P. C. R. et al. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 4, p. 309–316, abr. 2015.

BRASIL. Instituto Nacional da Reforma Agrária. Painel de assentamentos. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 10 março de 2025. Acesso em: 15 março de 2025.

BUSKE, T. C. Comportamento da umidade do solo determinada por métodos expeditos. 2013. 67f. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/7564>

CHARLES-PIERRE, M. Guia rápido Minitab: estatística univariada e multivariada, volume 2 / Maxime CharlesPierre. – 1. ed. – Rio de Janeiro: PoD, 2020.

DA SILVA, B. S. N., PEREIRA, G. M., DO CARMO ROCHA, M., PINTO, R. G., MIRANDA, T. G., DOS REIS PEREIRA, A., & DOS SANTOS, S. F. Densidade do solo em diferentes agroecossistemas no sudeste paraense, Amazônia oriental. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 21(12), 25260-25275, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n12-098

DA SILVA JÚNIOR, D. N., OLIVEIRA, E. M. M., GUENTHER, G., DA SILVA, C., DE SOUZA, G. L. F., DE OLIVEIRA SANTOS, A. Y., & DE OLIVEIRA, L. E. C. Principais indicadores utilizados para monitoramento e avaliação da qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas.

DE LIMA, B. R., NEVES, B. R., OLIVEIRA, E. P., BEBÉ, F. V., LIMA, P. A., JÚNIOR, E. P. D. & PEREIRA, E. G. Caracterização física de solos sob diferentes usos e manejos em propriedades de agricultura familiar em Candiba-Bahia. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 1220-1233, 2021. DOI:10.34117/bjdv7n1-082

EMBRAPA. Estratégia de recuperação Sistemas Agroflorestais – SAFs. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/sistemas-agroflorestais-safs>. Acesso em: 23 de maio de 2019.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo/ Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. –3. ed. rev. e ampl. –Brasília, DF: Embrapa, 2017. ISBN 978-85-7035-771-7 Disponível em:[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf). Acesso em: 4 de janeiro de 2025.





FREITAS, L. E.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; CARVALHO, K. S. A.; KREITLOW, J. P.; DASSOLLER, T. F. Avaliação do uso dos solos nos assentamentos do município de Cáceres/MT. Cadernos de Agorecologia – INNS 2236-7934 – vol9, No. 4, Nov. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Global Assessment of Human-induced Soil Degradation (GLASOD). FAO: Land & Water, 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1036321/>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Diretrizes Voluntárias para a Gestão Sustentável dos Solos. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO; ITPS. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 2015.

JÚNIOR, D. N. da S. et al. Principais indicadores utilizados para monitoramento e avaliação da qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE SOLO E ÁGUA, I., 2016, Mossoró- RN. Anais [...]. Mossoró- RN: [s. n.], 2016.

PEREIRA, G. M., FERREIRA, J., PINTO, R., MORAIS, R., TRINDADE, R., & DE CÁSSIA BARBOSA, R. Fertilidade do solo na camada superficial em diferentes agroecossistemas no Sudeste paraense. Peer Review, 5(21), 455-468, 2023. DOI: 10.53660/1114.prw2653

MUNIZ, A. A. M., JUNIOR, I. B. S., SOUSA, L. H. G., & OLIVEIRA, F. P. AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS COMO INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SISTEMAS AGROPECUÁRIOS. Meio Ambiente (Brasil), 5(4), 2023. <https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/372/211> Acesso em: 10 de janeiro de 2025

OLIVEIRA, Rafaela Teodoro et al. Caracterização física dos solos sob diferentes usos. Revista Agroambiental, v. 2, n. 1, 2010.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. A cada 5 segundos, mundo perde quantidade de solo equivalente a um campo de futebol. ONU News: Perspectiva Global Reportagens Humdnas, 05 dez. 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/12/1696801>>. Acesso em: 10 março de 2025.

ROSENBERG, Norman J. Response of plants to the physical effects of soil compaction. In: Advances in Agronomy. Academic Press, 1964. p. 181-196.

STEFANOSKI, D. C. et al. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 12, p. 1301–1309, dez. 2013.

SILVA, G. F. da et al. INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO NA MESORREGIÃO DO AGRESTE PARAIBANO. Revista Caatinga, Mossoró- RN, p. 26-35, 2015.

TORRES, J. L. R., et al. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2015.



VASCONCELLOS, A.; MARINI, F.S.; MONTEIRO, S.S.; FRANÇA, J. F.; SANTOS, D. S.; JESUS, J.C.A relação histórica da comissão pastoral (CPT) e movimentos sociais para a reforma agrária paraibana e a agroecologia como a revitalização da valorização dos agricultores assentados. *Gaia Scientia*, vol. 10, 589-601, 2016.