**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE PASTAGEM E FLORESTA: ESTUDO DE CASO NA FAZENDA SANTA ALICE, CAPANEMA-PA**

Robert Borges Negrão1; Deyverson Mesquita Freitas 2; Leonardo Melo Mendonça 3 Nortis Rodrigues Mendonça 4 Cleyton Patrick Modesto Castelo Branco 5 Débora Prissila Reis Sandim 6

1 Engenheiro de Segurança e Ambiental. Universidade Rural da Amazônia.

robertneegrao@gmail.com

2 Engenheiro Ambiental e de Energias Renováveis. Universidade Rural da Amazônia.

fdeyverson@gmail.com

3 Mestre em Engenharia Civil PPGEC/ITEC. Universidade Federal do Pará.

Leonardo.mendonca@itec.ufpa.br

4Engenheiro Ambiental e de Energias Renováveis. Universidade Rural da Amazônia.

Nortismoreira@gmail.com

5 Engenheiro Ambiental e de Energias Renováveis. Universidade Rural da Amazônia.

Cp\_terra\_si@hotmail.com

6 Mestre em Engenharia Civil PPGEC/ITEC. Universidade do estado do Pará. deborasandim@gmail.com.

**RESUMO**

Este estudo analisa a qualidade e sustentabilidade do solo na Fazenda Santa Alice, Capanema-PA, comparando áreas de floresta e pastagem. O problema central reside em compreender como o manejo do solo influencia sua densidade, fertilidade e potencial de degradação. Justifica-se pela necessidade de práticas agrícolas sustentáveis que minimizem impactos ambientais e assegurem a produtividade a longo prazo. Os objetivos incluem avaliar a densidade e fertilidade do solo em ambas as áreas, utilizando indicadores físicos, químicos e estatísticos. A metodologia envolveu coleta de amostras indeformadas para análise de densidade pelo método do anel volumétrico e análises químicas com base no manual da Embrapa (1997). Os dados foram submetidos a testes estatísticos para identificar diferenças significativas entre as áreas. Os resultados indicaram que a densidade do solo é maior na pastagem (1,523 g/cm³) em relação à floresta (1,315 g/cm³), com diferenças estatisticamente significativas. A fertilidade revelou solos ácidos em ambas as áreas, sendo mais acentuada na floresta (pH 3,55). A pastagem apresentou maior soma de bases (4,02 cmol/dm³), resultado de intervenções antrópicas, como calagem, enquanto a floresta apresentou maior saturação de alumínio. Ambos os solos foram classificados como distróficos e demonstraram baixo risco de degradação estrutural. Conclui-se que, embora a pastagem tenha sofrido intervenções humanas, as diferenças nos parâmetros de densidade e fertilidade destacam a importância do manejo adequado para manter a sustentabilidade do solo. Esses dados contribuem para a formulação de estratégias que conciliem produtividade agrícola e preservação ambiental.

**Palavras-chave:** Qualidade do solo; Sustentabilidade; Densidade; Fertilidade.

**Área de Interesse do Simpósio**: Desenvolvimento Agrícola.

1. **INTRODUÇÃO**

O solo tornou-se um conceito amplamente discutido a partir dos anos 1990, impulsionado pela publicação do relatório “Soil and Water Quality – An Agenda for Agriculture” (NATURAL RESEARCH COUNCIL - NRCC, 1993). Originalmente concebida devido ao papel do solo nos ecossistemas naturais e agroecossistemas, a qualidade do solo sempre esteve associada à sua capacidade produtiva. Desde então, o tema tem sido explorado sob diversas perspectivas por pesquisadores, como destacam Doran e Parkin (1996), Karlen et al. (1997) e outros, que definem qualidade do solo como sua habilidade de funcionar dentro de sistemas naturais ou manejados, garantindo a produtividade vegetal e animal.

Embora existam múltiplas definições, a maioria converge para a ideia de que a qualidade do solo reflete a sua interação positiva com o ambiente e a manutenção de funções ecológicas. Diferentemente da água e do ar, a qualidade do solo carece de padrões universais e regulamentações específicas (Karlen *et al*., 1997). Assim, o conceito continua em evolução, vinculado às funções do solo em ecossistemas naturais e agrícolas.

A qualidade do solo depende de propriedades físicas, químicas e biológicas que interagem para suportar funções ecológicas (BRADY et al., 2012). Algumas dessas propriedades são constantes, enquanto outras, como estrutura e teor de matéria orgânica, podem ser alteradas por práticas de manejo. O manejo inadequado pode impactar negativamente os parâmetros do solo, prejudicando sua produtividade e capacidade de sustentar ecossistemas.

A sustentabilidade do solo é diretamente associada à sua qualidade e requer práticas de manejo que promovam equilíbrio e produtividade (ARCOVERDE, 2015). Tais práticas incluem sistemas agroflorestais e agrosilvipastoris, que reduzem impactos ambientais e melhoram a infiltração e retenção de água no solo (SENRA, 2009). Contudo, a degradação de pastagens, especialmente na pecuária de corte e leite, compromete a sustentabilidade do solo, afetando sua densidade e fertilidade (NEVES NETO et al., 2013).

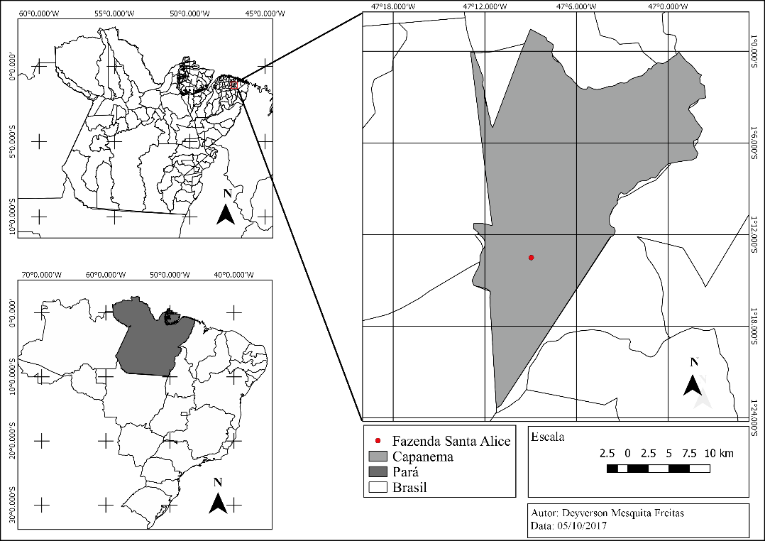
Neste contexto, este estudo tem como objetivo analisar a densidade e fertilidade do solo em duas áreas da Fazenda Santa Alice, Capanema-PA: uma de pastagem e outra de floresta. A análise busca compreender como o manejo influencia a qualidade e sustentabilidade do solo nessas diferentes condições.

1. **MATERIAL E MÉTODOS**

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo tem por nome Fazenda Santa Alice, localizada no município de Capanema, o qual está presente entre os municípios pertencentes a microrregião bragantina, na mesorregião nordeste do estado do Pará. (Figura 1).

Figura 1 –Localização da área de estudo.



Fonte: FREITAS, 2017.

2.2. COLETA DE AMOSTRAS EM CAMPO

A coleta de amostras para análise foi realizada em duas áreas da Fazenda Santa Alice: pastagem e floresta. Para o cálculo da densidade do solo, foram selecionados seis pontos de amostragem em cada área. O método do anel volumétrico foi empregado para retirar amostras indeformadas, garantindo maior precisão nas análises subsequentes. As amostras destinadas à análise química foram obtidas utilizando um trado, e acondicionadas em recipientes plásticos devidamente identificados e protegidos até o transporte ao laboratório.

2.3. PROCESSAMENTO EM LABORATÓRIO: Análise de Densidade do Solo e Fertilidade.

O cálculo da densidade do solo seguiu o protocolo descrito por Blake e Hartge (1986). Inicialmente, as amostras foram submetidas a secagem em estufa a 105ºC por 24 horas, eliminando a umidade presente. Em seguida, as amostras foram pesadas junto ao anel volumétrico, e posteriormente, o anel foi pesado isoladamente para determinar a massa do solo seco. A partir das medidas do volume do anel e da massa de solo seco, foi calculada a densidade do solo. Todos os cálculos foram realizados com o auxílio do software Microsoft Excel®, garantindo precisão e sistematização dos dados.

Os dados sobre a fertilidade foram obtidos seguindo os métodos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 1997). Essa análise envolveu medições como pH, concentração de bases trocáveis e saturação de alumínio, que são fundamentais para caracterizar a capacidade do solo de sustentar atividades agrícolas e ecológicas. Essa abordagem metodológica garantiu a confiabilidade dos resultados, permitindo uma análise comparativa detalhada entre as áreas de floresta e pastagem.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A densidade média do solo foi maior na área de pastagem com valor de 1,523 g/cm³, enquanto na floresta foi de 1,315 g/cm³, com desvios padrão de 0,047 g/cm³ e 0,100 g/cm³, respectivamente. Essa diferença está alinhada com os achados de Albuquerque et al. (2015), que associam o aumento da densidade do solo em áreas de pastagem ao pisoteio do gado, o qual reduz a porosidade e compacta o solo. A análise estatística dos dados, utilizando o *teste t de Student* ao nível de significância de 5% (p < 0,05), confirmou que as médias de densidade do solo entre as duas áreas são significativamente diferentes.

Esses resultados podem ser relacionados aos dados de massa de raízes, no qual em pesquisa realizada por Mansor (2012), a massa média de raízes na floresta foi de 13,267 g, com um desvio padrão de 2,478 g, enquanto na área de pastagem foi de apenas 0,933 g, com desvio padrão de 0,833 g. O teste *t de Student*, com p < 0,05 (P(T<=t) = 0,006), revelou diferenças estatisticamente significativas entre as médias de massa de raízes nas duas áreas.

Os dados confirmam as observações de Muller (2001), que associam pastagens degradadas a sistemas radiculares superficiais devido à compactação do solo. Já na floresta, a maior profundidade e funcionalidade das raízes favorecem a porosidade e a menor densidade do solo, reforçando a relação entre vegetação nativa.

A fertilidade foi avaliada pelo pH, que influencia diretamente o crescimento das plantas. Nas pastagens, o pH médio foi de 4,4, enquanto na floresta foi menor, 3,55, devido à maior concentração de alumínio tóxico (Al³⁺). Essa alta acidez limita a disponibilidade de nutrientes essenciais e afeta negativamente a fertilidade.

As concentrações médias de bases como potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram maiores na pastagem (0,02; 1,6; e 2,4 cmol/dm³, respectivamente) em comparação à floresta (0,02; 0,7; e 1,9 cmol/dm³). A soma de bases também foi maior na pastagem, indicando maior capacidade de troca catiônica (SB = 4,02 cmol/dm³ na pastagem contra 2,72 cmol/dm³ na floresta). Esses resultados refletem intervenções antrópicas, como a aplicação de calagem na área de pastagem, que contribuem para a neutralização parcial da acidez e aumento da disponibilidade de nutrientes.

A maior concentração de matéria orgânica na pastagem (17,5 g/kg) em relação à floresta (12,9 g/kg) também influencia positivamente a fertilidade do solo na área manejada. Esse aumento pode ser atribuído à deposição de resíduos orgânicos da atividade pecuária, enquanto na floresta, a menor concentração de matéria orgânica está associada à baixa decomposição devido à acidez mais elevada.

Ambas as áreas foram classificadas como possuidoras de solos distróficos, com saturação de bases de 44,57% na pastagem e 26,77% na floresta, valores que indicam baixa fertilidade natural. A maior saturação de bases na pastagem reflete o manejo que busca melhorar a produtividade, mas ainda carece de práticas conservacionistas para evitar a degradação do solo a longo prazo.

Os resultados químicos corroboram estudos de Fontana et al. (2002) e Conceição et al. (2005), que destacam a importância do carbono orgânico na matéria orgânica como indicador de fertilidade e qualidade do solo. A maior concentração de matéria orgânica na pastagem pode ser explicada por processos antrópicos diretos, como a adição de resíduos vegetais e correções químicas, mas também aponta a necessidade de avaliar mais detalhadamente os impactos dessas intervenções ao longo do tempo.

Os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 demonstram diferenças significativas nas propriedades químicas e físicas do solo entre as áreas de pastagem e floresta.

Tabela 1 - Representação da análise química (Parte 1)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Amostras | ph | | Corg | M.O | P |
| Identificação | H2O | KCL | g/kg | g/kg | mg/dm³ |
| Pastagem | 4,7 | 4,1 | 10,2 | 17,5 | 7,2 |
| Floresta | 3,8 | 3,3 | 7,5 | 12,9 | 2,4 |

Fonte:Dados da pesquisa, 2017.

Tabela 1 - Representação da análise química (Parte 2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Amostras | K | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | t | T | V | m |
| Identificação | cmol/ dm³ | | | | | | | | % | % |
| Pastagem | 0,02 | 1,6 | 2,4 | 0,4 | 5 | 4,02 | 9,02 | 4,42 | 44,57 | 9,05 |
| Floresta | 0,02 | 0,7 | 2 | 1,9 | 7,44 | 2,72 | 10,16 | 4,62 | 26,77 | 41,13 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Tabela 2. Distribuição do tamanho de partícula para as duas profundidades estudadas (Valores médios de 3 repetições)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Profundidade | Areia\* | Silte | Argila | | Classe Textural | |
| (g kg-¹) | | |  | |
| Pastagem | 787,50 | 36,50 | 176,00 | | Franco Arenoso | |
| Floresta | 815,00 | 6,30 | 178,70 | | Franco Arenoso | |

Fonte:Dados da pesquisa, 2017.

Os resultados de Carbono Orgânico (Tabela 1) indicaram 10,20 g/kg na área de pastagem e 7,50 g/kg na floresta. O índice de estabilidade estrutural do solo (Tabela 2) foi maior na pastagem (8,28%) em comparação com a floresta (7,27%), sendo ambos superiores a 7%, o que indica baixo risco de operação estrutural (Nascimento, 2017). A maior estabilidade na pastagem deve-se à maior matéria orgânica acumulada pela atividade pecuária, enquanto, na floresta, o sistema natural e o menor manejo sustentam níveis aceitáveis ​​de estabilidade. Os dados reforçam a necessidade de práticas de manejo que conciliam a produtividade agrícola com a conservação ambiental, minimizando os impactos antrópicos sobre as propriedades químicas e físicas do solo.

1. **CONCLUSÃO**

No âmbito da conservação e sustentabilidade dos solos, as duas áreas analisadas apresentaram densidade semelhante, mas diferenças significativas em suas características químicas e físicas. Mesmo com a introdução da pecuária, o solo da pastagem mostrou variações em relação ao solo da mata secundária, provavelmente devido ao curto tempo de uso ou à ausência de manejo mecanizado no pasto. Quanto à fertilidade, ambos os solos apresentaram características ácidas, sendo o solo da floresta o mais ácido, e foram classificados como distróficos, com baixos níveis de nutrientes disponíveis. Apesar disso, as análises indicaram baixo risco de degradação estrutural, sugerindo que, com práticas de manejo adequadas, é possível preservar a funcionalidade e sustentabilidade dos solos a longo prazo.

**REFERÊNCIAS**

ARCOVERDE, S. S. N.; SALVIANO, A. M.; OLSZEVSKI, N.; MELO, S. B.; CUNHA, T. J. F.; GIONGO, V.; PEREIRA, J. S. Qualidade física de solos em uso agrícola na região semiárida do estado da Bahia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, n. 5, p. 1473-1482, 2015.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy/SSSA, 1986. Part 1, p. 363-375.

CONCEIÇÃO, Paulo Cesar et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 5, 2005.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 17, p. 1842-1860, 2013.

DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.). Methods for assessing soil quality. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1996. 409 p.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.). Methods for assessing soil quality. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1996. p. 25-37.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2. ed., 1997. 212 p.

FONTANA, Ademir et al. Frações da matéria orgânica e fertilidade de solos de Tabuleiro sob diferentes coberturas vegetais no norte fluminense-RJ. Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ, v. 11, p. 3-6, 2001.

FREITAS, D. M. Mapa de localização de Capanema-Pará. 2017.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society America Journal, v. 61, n. 1, p. 4-10, 1997.

MÜLLER, M. M. L. Degradação de pastagens na região amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 1, p. 1909-1918, 2001.

NASCIMENTO, D. M. Qualidade física do solo sob sistemas de produção integrados ILP e ILPF. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. 38 p.

NEVES NETO, D. N.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M. et al. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 9, p. 995-1004, 2013.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAÍNO. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J. W.; JONES, A. (Eds.). Methods for assessing soil quality. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 231-245.

PEREIRA, F. S.; ANDRIOLI, I.; PEREIRA, F. S. et al. Qualidade física de um Latossolo vermelho submetido a um sistema de manejo avaliado pelo índice S. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, p. 87-95, 2011.

SENRA, A. Impacto del manejo del ecosistema del pastizal en la fertilidad natural y sostenibilidad del suelo. Avances en Investigación Agropecuaria, v. 13, n. 2, p. 3-16, 2009.

SEYBOLD, C. A.; HERRICK, J. E.; BREJDA, J. J. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. Soil Science, v. 164, n. 4, p. 224-234, 1999.

SOARES, M. D. R. et al. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. Revista de Ciências Agrárias, v. 59, n. 1, p. 9-15, 2016.

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, 2007. 1017 p.