

A CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO NO AGROECOSSISTEMA EM COMUNIDADE QUILOMBOLA

THE CORRELATION BETWEEN SOIL QUALITY INDICATORS IN THE
AGROECOSYSTEM IN A QUILOMBOLA COMMUNITY

Ciências Humanas, Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas ·

30/03/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/774817983](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/774817983)

Sandro Luiz Reis Carvalho¹

José Guilherme dos Santos Fernandes²

André Luiz Pereira da Silva³

RESUMO

A espécie *Adenium obesum* conhecida popularmente como rosa do deserto é uma das opções mais Indicadores visuais têm se mostrado práticos e eficientes para a avaliação da qualidade do solo, principalmente em contextos de agricultura familiar e agroecossistemas. Objetivou-se nesta pesquisa analisar a correlação entre indicadores visuais (cor, estrutura, umidade, cobertura, erosão) e biológicos (anelídeos, artrópodes, micorrizas, simbiose radicular) em uma propriedade de agricultura familiar, na comunidade quilombola de Macapazinho, município de Santa Izabel do Pará. Assim, foram realizadas coletas de amostras de solo para avaliar tais características. A metodologia centra-se na observação direta e atribuição de valores qualitativos, sendo atribuídos valores (1, 5 e 10) de acordo com os protocolos adaptados de Sousa et al. (2018). Os resultados apontam que indicadores visuais refletem processos biológicos, sendo instrumentos eficientes e de fácil acesso para o monitoramento participativo da saúde do solo em contextos de agricultura familiar. Estes resultados indicam atividade biológica favorável à qualidade do solo, possivelmente gerada pelo tipo de manejo utilizado em sistemas agroecológicos que visam manter a cobertura vegetal e promovem a adição de matéria orgânica resultante das capinas e depositada sobre o solo.

Palavras-chave: Agroecossistema, indicadores visuais, indicadores biológicos, solo.

ABSTRACT

Visual indicators have proven practical and efficient for assessing soil quality, especially in family farming and agroecosystem contexts. This research aimed to analyze the correlation between visual indicators (color, structure, moisture, cover, erosion) and biological indicators (annelids, arthropods, mycorrhizae, root symbiosis) on a

family farm in the Quilombola community of Macapazinho, municipality of Santa Izabel do Pará. Soil samples were collected to evaluate these characteristics. The methodology focuses on direct observation and the assignment of qualitative values, with values (1, 5, and 10) assigned according to protocols adapted from Sousa et al. (2018). The results indicate that visual indicators reflect biological processes, being efficient and easily accessible tools for participatory monitoring of soil health in family farming contexts. These results indicate biological activity that is favorable to soil quality, possibly generated by the type of management used in agroecological systems that aim to maintain vegetation cover and promote the addition of organic matter resulting from weeding and deposited on the soil.

Keywords: Agroecosystem, visual indicators, biological indicators, soil.

1. INTRODUÇÃO

O solo exerce diversas funções tanto ecológicas como antrópicas, sendo primordial para a produção de biomassa, controle hídrico e pode servir como abrigo para diversos organismos. Além disso, é um importante recurso para a sustentação e manutenção da vida no planeta, produção de alimentos e sua qualidade pode ser avaliada por meio de indicadores físicos, químicos e biológicos, que indicam o perfil e a sustentabilidade do ecossistema. O conhecimento destas características e a classificação dos solos é de suma importância para a realizar a interpretação de resultados de pesquisas, assim como, fazer a comparação entre diferentes localidades e sistemas de manejo.

A microbiota do solo é composta por uma ampla variedade de organismos microscópicos, incluindo bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários e algas, que interagem entre si e com as plantas em complexas redes ecológicas. Esses microrganismos exercem papel central nos processos biogeoquímicos, contribuindo para a transformação e disponibilização de nutrientes essenciais para o crescimento vegetal. Dessa forma, a atividade microbiana está diretamente relacionada à produtividade agrícola e à sustentabilidade dos sistemas de produção (Silva *et al.*, 2024; Santos; Rodrigues; Vieira, 2025).

Indicadores visuais têm se mostrado práticos e eficiente para a avaliação da qualidade do solo, principalmente em contextos de agricultura familiar e agroecossistemas, onde métodos laboratoriais podem não ser de fácil acesso. A atividade biológica do solo, concentrada nas camadas superficiais e é um componente vital na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e na estruturação do solo. Organismos como minhocas e artrópodes compõem a biota do solo e sua presença pode indicar a saúde do solo. Da mesma forma, associações simbióticas como as micorrizas contribuem para o desenvolvimento da vida vegetal e refletem a condição biológica do solo.

Em comunidades tradicionais, comumente são empregados sistemas de manejo que possibilitam a sustentabilidade e a qualidade do solo. Este estudo foca em um agroecossistema familiar na comunidade quilombola de Macapazinho, no Estado do Pará, que se caracteriza como um sistema de cultivo diversificado com a produção de cacau, açaí e pimenta do reino, manejo da propriedade envolve a deposição de matéria orgânica sob o solo e poucas capinas ao longo do ano, evitando a perda de nutriente no solo e a

erosão devido a deposição de MO horizonte O possui 20 cm de espessura.

A qualidade do solo é primordial para a sustentabilidade dos sistemas agroecológicos, interferindo diretamente na produtividade, na conservação ambiental e na segurança alimentar (Niero et al., 2010). Em comunidades tradicionais como Macapazinho, métodos simples e acessíveis — como a observação de indicadores visuais — são importantes para monitorar a saúde do solo e orientar quais são as práticas de manejo mais adequadas. Estes indicadores integram propriedades físicas, químicas e biológicas, permitindo uma avaliação holística do solo e de sua dinâmica ecológica (Altieri & Nicholls, 2006). O uso de indicadores visuais é especialmente relevante em contextos em que o acesso às análises laboratoriais e a assistência técnica é restrita (Ó et al., 2015).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os indicadores visuais de qualidade do solo são muito práticos, acessíveis e de fácil interpretação, refletindo alterações no ambiente e integrando propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Altieri & Nicholls, 2006). Dentre os principais indicadores visuais de qualidade do solo que podemos destacar:

- **Coloração do solo:** Solos mais escuros indicam um maior teor de matéria orgânica e húmus, possivelmente há intensa atividade biológica e decomposição eficiente de resíduos vegetais (Sang et al., 2013).
- **Estrutura e consistência:** Solo friáveis e granulares, que se moldam quando aplicada leve pressão, permitindo a infiltração de água e o desenvolvimento radicular.

- Retenção de umidade: Solos que mantêm umidade em períodos secos indicam alta capacidade de retenção de água, associada à presença de matéria orgânica.
- Cobertura do solo: Mais de 50% de cobertura com resíduos orgânicos ou vegetação viva protege contra erosão, mantém a umidade e favorece a ciclagem de nutrientes.
- Erosão: Sinais de erosão indicam degradação e perda de fertilidade, sendo facilmente identificáveis visualmente.

2.1. Indicadores Biológicos

A presença de organismos do solo é um dos principais indicadores de sua qualidade:

- **Minhocas e artrópodes:** A abundância destes organismos invertebrados pode indicar atividade biológica intensa, contribuindo na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e formação de agregados estáveis (Lavelle et al., 1997).
- **Micorrizas e simbiose radicular:** Associações simbióticas entre raízes e fungos micorrízicos aumentam a absorção de nutrientes e a resiliência das plantas (Smith & Read, 2008).
- **Desenvolvimento radicular:** Raízes profundas e saudáveis são sinais de solo fértil, bem estruturado e com boa atividade biológica.

2.2. Relação Entre Indicadores

Os indicadores visuais frequentemente refletem processos biológicos subjacentes. Por exemplo, a cor escura do solo está diretamente relacionada à atividade de decompositores, como minhocas e microrganismos, que transformam resíduos orgânicos em húmus (Souza, 2015). A estrutura granular e a moldabilidade do solo são favorecidas pela ação de minhocas e raízes, que permitem a agregação das partículas do solo (Lavelle et al., 1997).

A manutenção da umidade e a ausência de compactação resultam da atividade biológica, que aumenta a porosidade e a infiltração de água. A determinação dos indicadores pode ser realizada por meio da observação direta ou por interpretação de imagens fotográficas (Ó et al., 2015). Nas imagens registradas do solo na propriedade agroecológica em Macapazinho, podemos observar indicadores como a presença de minhocas, cobertura vegetal e cor do solo.

3. METODOLOGIA

A revisão bibliográfica consiste em um procedimento metodológico fundamentado na análise sistemática de produções científicas previamente publicadas, permitindo identificar conceitos, resultados de pesquisas e avanços teóricos sobre um determinado objeto de estudo. Segundo Gil (2019), esse tipo de pesquisa possibilita reunir conhecimentos já consolidados na literatura, contribuindo para a compreensão mais ampla de fenômenos científicos e para o aprofundamento das discussões teóricas em determinada área do conhecimento.

3.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma propriedade de agricultura familiar, na comunidade quilombola de Macapazinho, município de Santa

Izabel, no estado do Pará, em área de "terra firme". O sistema de cultivo predominante inclui cacau *Theobroma cacao*, açaí *Euterpe oleracea* e pimenta do reino *Piper nigrum*. O manejo do solo envolve a deposição da matéria orgânica gerada no local sobre a superfície do solo e a realização de aproximadamente três capinas por ano.

3.2. Coleta e Avaliação

As amostras de solo foram coletadas com trado holandês em, abrangendo o horizonte O (até 20 cm) e o horizonte subjacente. A avaliação seguiu protocolos adaptados de Sousa et al. (2018), atribuindo valores qualitativos de 1 a 10 para cada indicador, conforme metodologia de Altieri & Nicholls (2006). Os indicadores avaliados incluíram: Estrutura do solo, compactação e infiltração, compactação e infiltração, profundidade do horizonte O, estado de resíduos, cor, odor, matéria orgânica, retenção de umidade, desenvolvimento das raízes, cobertura do solo, erosão do solo e atividade biológica. Abaixo é apresentado quadro com indicadores de qualidade do solo com suas respectivas características e valores.

Tabela 1. Indicadores de qualidade do solo e suas características (adaptado de Sousa et al., 2018)

Indicador	Valor 1 (Ruim)	Valor 5 (Moderado)	Valor 10 (Ideal)
Estrutura do solo	Solo poroso, sem grânulos	Solo solto poucos grânulos	Solo friável, granular
Compactação e infiltração	Compactado, coeso	Capa delgada infiltra lentamente	Não compactado, infiltra fácil

Profundidade do horizonte O	Subsolo quase exposto	Horizonte superficial delgado	Horizonte O espesso
Estado de Resíduos	Resíduo não decompõe	Algum resíduo em decomposição	Resíduos em vários estados
Cor, odor e matéria orgânica	Pálida, sem MO ou húmus	Café claro, sem odor específico	Negra ou café escuro, odor fresco
Retenção de umidade	Seca Rápido	Permanece seco no período seco	Mantém umidade no período seco
Desenvolvimento das Raízes	Pouco desenvolvidas	Crescimento limitado	Bom crescimento

Fonte: Autores, 2025.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Indicadores Visuais

As áreas analisadas apresentaram solos de coloração escura, estrutura granular e boa retenção de umidade, características associadas à presença de matéria orgânica e intensa atividade biológica. Mais de 50% do solo estava coberto por resíduos orgânicos ou vegetação viva, indicando manejo adequado e proteção contra erosão. “O uso de indicadores visuais para estimar a qualidade do solo pode ser a melhor alternativa em comunidades rurais onde o acesso à assistência técnica é baixo ou insuficiente, tornando-se importante ferramenta para a agricultura familiar” (Ó et al., 2015).

Tabela 2. Indicadores Visuais – Resultados Obtidos

Indicador	Resultado observado	Valor Qualitativo
Cor do solo	Escura (indicando matéria orgânica e intensa atividade biológica)	10
Estrutura do solo	Granular, friável	10
Retenção de Umidade	Boa, solo mantém umidade no período seco	10
Cobertura do solo	>50% coberto por resíduos orgânicos ou vegetação viva	10
Erosão	Sem sinais de erosão	10

Fonte: Autores, 2025.

Figura 1: Solo possui coloração escura e abundância de minhocas, indicando intensa atividade biológica.



Fonte: Autores, 2025.

4.2. Indicadores Biológicos

Foram observadas abundância de minhocas e artrópodes, além de presença de micorrizas e simbiose radicular, principalmente em áreas sob manejo agroecológico e regeneração natural. O desenvolvimento radicular foi considerado excelente, com relações simbióticas entre as raízes das plantas.

Figura 2: Solo com cobertura vegetal >50%



Fonte: Autores, 2025.

Tabela 3. Indicadores Biológicos – Resultados Obtidos

Indicador	Resultado observado	Valor Qualitativo
Minhocas e artrópodes	Abundância observada	10
Micorrizas e simbiose radicular	Presença confirmada, Associações simbióticas ativas	10
Desenvolvimento Radicular	Raízes profundas e Saudáveis	10

Fonte: Autores, 2025.

4.3. Relação Entre Indicadores

Os dados mostram que solos com altos valores para indicadores visuais apresentaram igualmente altos valores para indicadores biológicos, sugerindo forte correlação entre ambos. Áreas que integram as práticas agroecológicas ao seu modo de produção alcançam altos valores em seus indicadores de qualidade do solo, enquanto áreas degradadas, como pastagens abandonadas, tiveram valores inferiores a 5, indicando necessidade de manejo corretivo.

4.4. Importância dos Indicadores Visuais

A literatura reforça que indicadores visuais são ferramentas eficazes para o diagnóstico rápido da saúde do solo, especialmente em contextos de agricultura familiar, onde o acesso a análises laboratoriais é limitado (Ó et al., 2015). A metodologia participativa permite que agricultores monitorem e ajustem práticas de manejo de forma autônoma, fortalecendo a resiliência dos sistemas produtivos (Altieri & Nicholls, 2006).

4.5. Papel dos Indicadores Biológicos

A presença de organismos do solo é fundamental para a manutenção da fertilidade e da estrutura do solo. Minhocas, por exemplo, atuam como engenheiras do ecossistema, promovendo a formação de agregados estáveis e aumentando a porosidade (Lavelle et al., 1997). As micorrizas, por sua vez, ampliam a absorção de nutrientes e contribuem para a resiliência das plantas frente a estresses ambientais (Smith & Read, 2008).

4.6. Relação Prática

Em Macapazinho, a integração de práticas agroecológicas, como a manutenção de cobertura vegetal, deposição de MO, rotatividade de culturas e adubação orgânica, tem possibilitado a manutenção da qualidade do solo. Os resultados confirmam estudos que foram realizados em diferentes contextos da região amazônicas e de climas tropicais, que apontam a regeneração natural e o manejo agroecológico como estratégias eficazes para restaurar a fertilidade do solo e os serviços ecossistêmicos (Sang et al., 2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na comunidade quilombola de Macapazinho confirmam que os indicadores visuais, como cor escura, estrutura granular e boa retenção de umidade, estão profundamente associados à presença de macro e micro-organismos do solo e à intensa atividade biológica. A integração desses indicadores permite um diagnóstico rápido e eficiente da saúde do solo, orientando práticas de manejo agroecológico adaptadas à realidade local e promovendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

A adoção desses indicadores em programas de extensão rural e educação ambiental pode fortalecer a resiliência das comunidades quilombolas e de outros grupos tradicionais frente aos desafios da agricultura no século XXI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERE, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos em el agroecosistema de café.** In: MOURA, E. G. de; AGUIAR, A.

C. F. (ed.). O desenvolvimento rural como forma de ampliação dos direitos do cam-po: princípios tecnologias. São Luís: UEMA, 2006.p. 141 -160.

Lavelle, P.; et al. "Soil Function in a Changing World: The Role of Invertebrate Ecosystem Engineers." **European Journal of Soil Biology**, 1997.

NIERO, L. A. C.; DECHEN, S. C. F.; COELHO, R. M.; DE MARIA, I. C. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo Vermelho Distroférico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 34, p. 1271-1282, 2010.

Ó. P. C. A. do; SANTOS NETO, M. N. dos; SILVA, A. C. F. da; SOUSA, J. R. N. de; SILVA, C. T. da; FERREIRA, A. V. **Indicadores visuais da qualidade do solo em agroecossistemas familiares no semiárido paraibano**. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: o solo e suas múltiplas funções. Agosto, 2015.

SANTOS, K. P. S.; RODRIGUES, G. M.; VIEIRA, R. de C. A importância dos microrganismos para a fertilidade do solo. **Simpósio de Tecnologia Fatec Jaboticabal**, v. 5, n. 1, 2025.

SANG, P. M. S.; LAMB, D.; BONNER, S. S. Carbon sequestration and soil fertility of tropical tree plantations and secondary forest established on degraded land. **Plant and soil**, v.362. p. 187-200, January, 2013.

SOUZA, I. K. R. de. **Avaliação da qualidade do solo por meio de indicadores visuais em ambientes da sub-bacia do ribeirão José**

Pereira. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Itajubá. 2015.

SOUSA, R. M. de; Pereira, R. R.; Soares, F. S. "Indicadores visuais de qualidade do solo em agroecossistemas familiares maranhenses." **ACTA TECNOLÓGICA** v.13, nº 1, 20181.

Smith, S.E.; Read, D.J. "Mycorrhizal Symbiosis." Academic Press, 2008.

SOUZA, P. A.; PORTUGAL, E. S. de; MOREIRA, G. M.; MOURA, H. F. de; SILVA, M. M. de. Manejo da capoeira por agricultores no município de Altamira – PA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2986 – 2989, nov. 2009.

SILVA, A. L. P.; LÉLIS, A. T.; SENA, W. L.; LIMA JÚNIOR, J. A. As contribuições dos microrganismos na qualidade do solo na agricultura. **Peer Review**, v. 6, n. 7, p. 96-106, 2024.

TSCHAKERT, P.; COOMES, O. T.; POTVIN, C. Indigenous livelihoods, slash-and-burn agriculture, and carbon stocks in eastern panama. **Ecological Economics**. 2007

¹ Mestrando em Estudos Antrópicos na Amazônia, UFPA, Campus Castanhal, Pará, Brasil.

² Professor no PPGEAA,/UFPA, Campus Castanhal, Pará, Brasil.

³ Professor no PPGEAA,/UFPA, Campus Castanhal, Pará, Brasil.