

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

AVALIAÇÃO INTEGRADA DE QUALIDADE DE SOLO E CULTURA EM AGROECOSSISTEMA DE AÇAÍ NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Marcelo Capistana de Lima¹, Alcione Lúcia de Assis Resende¹, Lieide Vidal de Lima Lopes¹, Juscilene Lopes de Oliveira Mendes¹, Julia Viotti Corrêa², Carlos Henrique Souto Azevedo².

¹Faculdade Única de Ipatinga/Núcleo de Pesquisa e Iniciação Científica, Rua Salermo, 299, Bethânia - 35174-779 – Ipatinga-MG, Brasil, capistana.atn@gmail.com, lieidelopes89@gmail.com, alcyassis@gmail.com, lopesjuscilene042@gmail.com.

²Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri/Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Rodovia MG 367 km 583, 5000, Alto da Jacuba, Campus JK – 39100-000 – Diamantina-MG, Brasil, julia.viotti@ufvjm.edu.br, carlos.azevedo@ufvjm.edu.br.

Resumo

Neste estudo, foi realizada a avaliação da qualidade de um agroecossistema de açaí na Amazônia Ocidental. Indicadores alternativos foram aplicados para avaliar tanto a qualidade do solo quanto da cultura. A presença de matéria orgânica, a profundidade adequada do solo e estrutura bem agregada, são algumas das características benéficas observadas, que podem beneficiar o desenvolvimento das culturas. As atividades biológica e microbiológica foram indicativas de saúde do solo. A diversidade de plantas espontâneas foi baixa, sugerindo influência do manejo. A dependência moderada de insumos externos e a ausência de consorciação observadas, foram pontos negativos. A presença de vegetação natural próxima foi benéfica para a qualidade do ecossistema. O estudo enfatiza a importância da abordagem integrada para otimizar a produtividade e promover a sustentabilidade a longo prazo.

Palavras-chave: Sustentabilidade agrícola. Indicadores alternativos. Manejo integrado.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica. Agroecologia.

Introdução

A avaliação da qualidade do solo apresenta várias abordagens possíveis. Uma delas consiste em medir suas características específicas atuais e, posteriormente, compará-las com o estado original do solo sob um ecossistema natural. No entanto, é importante destacar que esse processo demanda um período de alguns anos para que seja possível observar adequadamente a maneira como as propriedades do solo reagem diante das alterações implementadas no sistema de manejo (AMADO *et al.*, 2007).

Porém, a avaliação da qualidade por meio dos atributos do solo apresenta um desafio significativo. Isso ocorre devido à vasta gama de definições para a qualidade do solo, cada uma voltada para usos específicos. Além disso, há uma intrincada rede de interações entre os fatores físicos, químicos e biológicos que regem os processos do solo, juntamente com as considerações relacionadas à variação espaço-temporal.

Métodos alternativos que sejam de fácil aplicação e de interpretação simples por parte dos agricultores, ao mesmo tempo em que possuam um custo acessível, surgem como uma oportunidade promissora para aprimorar a qualidade de gestão das propriedades. Além disso, esses métodos têm o potencial de fornecer informações essenciais para abordar questões específicas nas propriedades, o que consequentemente se traduz em um aumento de produtividade e na promoção de lavouras mais saudáveis. Esse enfoque também desempenha um papel crucial na conservação dos recursos naturais, reforçando assim a sustentabilidade do sistema como um todo (MELLONI *et al.*, 2008).

Neste contexto, objetivou-se por meio do presente estudo avaliar o estágio de conservação de um agroecossistema de açaí, por meio da aplicação de indicadores alternativos simples e de rápida aplicação para mensurar a qualidade do solo e de cultura.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Metodologia

O presente estudo foi realizado no Projeto de Assentamento Bóia (Lote 0016), localizado na zona rural do município de Atalaia do Norte, AM (-70° 11' 17,293" W; -4° 23' 14,496" S), na Amazônia Ocidental Brasileira. De acordo com a classificação proposta por Köppen (1936), o clima da região é do tipo Af tropical úmido a superúmido, com ausência de estação seca e temperatura média do mês mais quente acima de 18°C. No mês mais seco, a precipitação é superior a 60 mm, com o período de março a agosto concentrando as precipitações maiores, ultrapassando 1.500 mm anuais. A temperatura varia entre 24 a 25°C em janeiro e fevereiro, os meses mais quentes.

O solo da área é classificado como GXve4 (Gleissolos Háplicos Ta Eutróficos + Gleissolos Háplicos Ta Distróficos + Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos) (SANTOS *et al.*, 2011). Desde 2001, a principal atividade desenvolvida nos aproximadamente 16,8 ha da propriedade é o cultivo de açaí de terra firme, sendo cultivadas em monocultivo as espécies *Euterpe oleraceae* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart. Este agroecossistema foi selecionado para realização das análises.

Realizaram-se as avaliações em duas etapas: avaliação de indicadores de qualidade do solo (Tabela 1) e indicadores de cultura (Tabela 2) (ALTIERI; NICHOLLS, 2002).

Tabela 1 – Indicadores de qualidade de solo utilizados para diagnóstico de uma propriedade rural.

Indicador	Características	Valor
¹ Cor, odor e teor de matéria orgânica (m.o.)	Coloração mais clara, odor desagradável, teor muito baixo de m.o.	01
	Coloração mais escura, sem odor marcante, pouca matéria orgânica	05
	Coloração escura, com odor de terra fresca, muita matéria orgânica	10
Profundidade do solo	Raso, subsolo quase exposto ou com afloramento de rochas	01
	Camada arável com pelo menos 30 cm	05
	Camada arável profunda, com pelo menos 60 cm	10
Estrutura do solo	Poeirento, não forma agregados visíveis	01
	Poucos agregados que se rompem com leve pressão	05
	Muitos agregados, mantém a estrutura após leve pressão	10
Compactação e infiltração	Muito compactado, pouca ou nenhuma infiltração	01
	Presença de uma fina camada compactada, água infiltra lentamente	05
	Não há compactação do solo, água infiltra facilmente	10
Erosão	Erosão severa, presença de sulcos e canais de erosão	01
	Erosão difícil de observar, escoamento não cria sulcos	05
	Sem sinais visíveis de erosão	10
Retenção de umidade	Solo seca rápido	01
	Baixa capacidade de retenção de umidade durante estiagem prolongada	05
	Boa capacidade de retenção, mesmo durante estiagem prolongada	10
Atividade biológica	Sem sinais da presença de minhocas e artrópodes	01
	Presença de algumas minhocas e artrópodes	05
	Abundância de minhocas e artrópodes	10
² Atividade microbiológica	Baixa efervescência em água oxigenada	01
	Média efervescência em água oxigenada	05
	Alta efervescência em água oxigenada	10
Diversidade de plantas espontâneas	Uma só espécie	01
	Poucas espécies	05
	Alta diversidade de espécies	10

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Estado dos restos vegetais e cobertura do solo	Pouco coberto, pouca ou nenhuma palhada, sem sinais de decomposição	01
	Fina camada de palha, cobertura do solo acima de 50%	05
	Solo bem coberto, restos vegetais em diferentes estágios de decomposição	10

¹Em um copo plástico descartável (180 ml) com 90 ml de água, acrescentou-se 20 ml (uma colher de sopa) de solo superficial, deixando agir por alguns segundos, após a decantação do solo observou-se a quantidade de m.o. sobrenadante na superfície. Se o teor preenchesse toda a superfície do copinho com uma coloração escura indica-se de alto teor de m.o. ²Um copo descartável foi marcado em 10 partes iguais (a cada 20 ml). Adicionou-se 20 ml de água oxigenada e 20 ml (aproximadamente uma colher de sopa) de solo, misturou-se levemente com uma faca e mensurou-se a altura da efervescência. A cada marcação que a efervescência subiu foi marcado 01 ponto, o resultado na tabela foi o ponto mais alto que a efervescência atingiu.

Fonte: Adaptado de Altieri; Nichols (2002).

Tabela 2 – Indicadores de qualidade de cultura utilizados para diagnóstico de uma propriedade rural.

Indicador	Características	Valor
Aspecto das plantas	Folhas apresentam sinais de deficiência de nutrientes	01
	Coloração das folhas verde	05
	Folhas de coloração verde-intenso, sem sinais de deficiência	10
Desenvolvimento da cultura	Desenvolvimento fraco, plantas pouco desenvolvidas	01
	Crescimento vegetativo moderado, com baixa produção de folhas/frutos	05
	Bem desenvolvido, crescimento vigoroso, uniformes, etc.	10
Doenças	Alta incidência, mais de 50% apresentam sintomas	01
	Entre 20-40% de plantas com sintomas leves a moderados	05
	Baixa incidência, menos de 20% de plantas com sintomas	10
Competição de plantas espontâneas/ daninhas	Stress devido a competição com plantas espontâneas	01
	Baixo stress por competição com plantas espontâneas	05
	Plantas vigorosas, não sofrem com a competição	10
Rendimento da cultura atual e potencial	Baixo em relação à média da região	01
	Médio	05
	Bom a alto	10
Consortiação com outras espécies	Sem consorciação	01
	Só uma espécie em consórcio	05
	Duas ou mais espécies consorciadas	10
Diversidade natural circundante	Circundado por outros cultivo ou pastos, sem vegetação	01
	Vegetação natural adjacente a pelo menos um lado do cultivo	05
	Circundado em pelo menos 50% dos limites da lavoura por vegetação	10
Sistemas de manejo	Alto uso de insumos externos	01
	Dependência natural de insumos	05
	Diversificado, com baixo uso de insumos externos à propriedade	10
Produção de biomassa	Baixa	01
	Média	05
	Alta	10

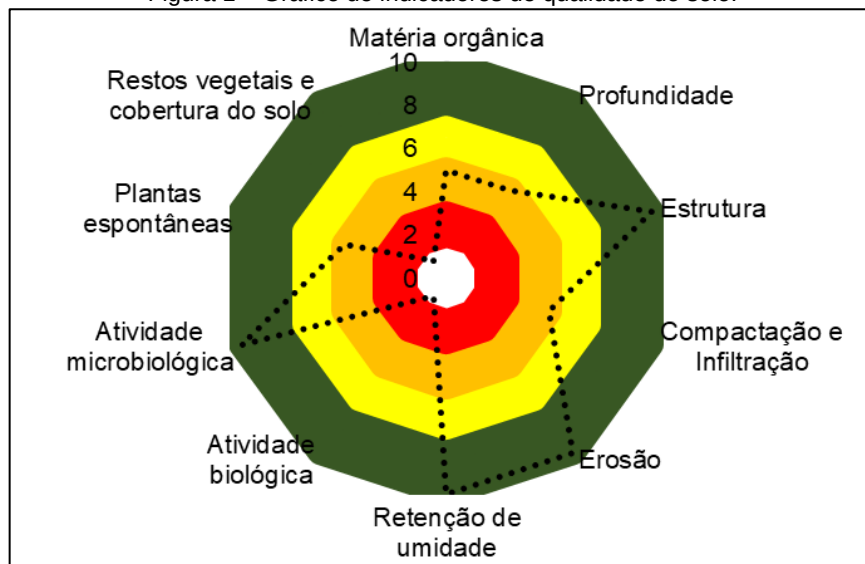
Fonte: Adaptado de Altieri; Nichols (2002).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Resultados

Os resultados dos indicadores de qualidade do solo (Figura 1) e de cultura (Figura 2) são apresentados nos gráficos, em que a linha indica a nota obtida para o indicador mensurado.

Figura 1 – Gráfico de indicadores de qualidade do solo.



Cores: Branco (nota 0), vermelho (2-3), laranja (4-5), amarelo (5-7), e verde (7-10).
Fonte: os autores.

Figura 2 – Gráficos de Indicadores de qualidade de cultura.



Cores: Branco (nota 0), vermelho (2-3), laranja (4-5), amarelo (5-7), e verde (7-10).
Fonte: os autores.

Discussão

A coloração escura do solo indicou presença moderada de matéria orgânica (m.o.), sendo esta essencial para a fertilidade do solo e a manutenção de suas propriedades físicas e biológicas (SIGNOR *et al.*, 2018). Nossos resultados mostraram uma camada arável com pelo menos 30 cm, o que é fundamental para o desenvolvimento das culturas. Quanto maior a profundidade, mais espaço para o

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

crescimento das raízes, contribuindo para a absorção de água e nutrientes (SILVA NETO *et al.*, 2019). Observou-se a presença de muitos agregados, indicando boa estruturação e permitindo infiltração de água e aeração adequada. Esses resultados ressaltam a importância da atividade biológica no solo, a exemplo da ação das minhocas e microrganismos que promovem sua agregação (MELO *et al.*, 2017).

A observação de uma fina camada compactada destaca a necessidade de manejo adequado para evitar seu agravamento, já que a infiltração lenta pode levar à erosão e ao escoamento superficial (BENEDETTI *et al.*, 2011). A ausência de sinais visíveis de erosão é um indicador positivo da estabilidade do solo (Tabela 1 e Figura 1). Processos erosivos podem causar perdas significativas de nutrientes e depleção da m.o., comprometendo a capacidade produtiva dos solos (SILVA NETO *et al.*, 2019).

O solo apresentou boa capacidade de retenção de umidade, que assegura o fornecimento constante de água às plantas, especialmente durante períodos de estiagem. Solos com boa capacidade de retenção de umidade são menos suscetíveis a secas prolongadas e podem proporcionar condições favoráveis para o crescimento das culturas (SILVA NETO *et al.*, 2019).

A ausência de sinais da presença de minhocas e artrópodes pode indicar uma atividade biológica menos intensa no solo. Esses organismos desempenham papéis importantes na decomposição de m.o. e na melhoria da estrutura do solo (SIGNOR *et al.*, 2018). Por sua vez, a alta efervescência em água oxigenada reflete a liberação de CO₂, sugerindo uma atividade microbiológica ativa no solo e indicando a presença de microrganismos envolvidos na decomposição da m.o. e na ciclagem de nutrientes (SIGNOR *et al.*, 2018).

A baixa diversidade de plantas espontâneas observada no estudo pode refletir a influência das práticas de manejo na área. A diversidade de plantas espontâneas está relacionada à saúde e à resiliência do ecossistema, contribuindo para a manutenção da biodiversidade (SILVA NETO *et al.*, 2019). A baixa cobertura do solo e a falta de palhada podem aumentar o risco de erosão e diminuir a proteção contra o impacto direto das gotas de chuva. A palhada é importante para conservar a umidade, reduzir a compactação e fornecer m.o. ao solo (SIGNOR *et al.*, 2018).

Quanto aos aspectos de qualidade da cultura, as deficiências nutricionais observadas nas folhas podem indicar a necessidade de manejo nutricional adequado. A disponibilidade equilibrada de nutrientes é essencial para o crescimento e o desenvolvimento saudável das plantas (VIÉGAS *et al.*, 2004). Além disso, o crescimento vegetativo moderado e a baixa produção de folhas/frutos podem estar relacionados a fatores como deficiência nutricional, estresse hídrico ou competição com plantas espontâneas. Esses resultados podem indicar a necessidade de ajustes nas práticas de manejo. Estudos com *E. oleraceae* na bacia amazônica indicaram que o desenvolvimento da planta é mais afetado pela omissão de P, N, K e Mg, nessa ordem (VIÉGAS *et al.*, 2004).

Conforme observado, 20 a 40% das plantas apresentam sintomas de doenças leves a moderados, o que pode afetar a produtividade da cultura. O manejo integrado de doenças é fundamental para minimizar os danos causados por patógenos.

A baixa competição com plantas espontâneas é vantajosa para o crescimento das culturas, permitindo que elas utilizem de forma mais eficiente os recursos disponíveis, como nutrientes e água (SILVA NETO *et al.*, 2019). A obtenção de rendimentos abaixo da média regional aponta para a necessidade de avaliar e aprimorar as práticas de manejo. Na Amazônia, mais de 75% das culturas necessitam de insumos químicos e manejo tecnológico, estimando-se que apenas 7% de seus solos não têm grandes limitações agrícolas (CASTRO; SINGER, 2012).

A ausência de consorciação com outras espécies sugere uma oportunidade de explorar estratégias de cultivo mais diversificadas. A prática de consorciação pode trazer benefícios como o aumento da biodiversidade, a melhoria da eficiência de nutrientes e a redução de pragas (SIGNOR *et al.*, 2018).

A presença de vegetação natural nas proximidades do cultivo é um fator relevante para a qualidade do ecossistema agrícola. A alta eficiência de reciclagem de nutrientes observada nas florestas amazônicas tem sido correlacionada com sua alta diversidade biológica, além da interação entre a cultura e a vegetação circundante ter o potencial de influenciar a biodiversidade, a polinização e outros serviços ecossistêmicos (SILVA NETO *et al.*, 2019).

Conforme observado em entrevista com o proprietário, a dependência moderada de insumos externos, é um aspecto a ser considerado na avaliação da sustentabilidade do sistema de manejo. A abordagem diversificada com baixo uso de insumos externos pode contribuir para a resiliência do sistema e a redução de impactos ambientais (SILVA NETO *et al.*, 2019). Em contrapartida, a baixa

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

produção de biomassa ressalta a importância da eficiência no uso de recursos. A produção de biomassa está diretamente relacionada ao crescimento e à produtividade das culturas. A reciclagem de nutrientes neutraliza a lixiviação do solo, atuando como um mecanismo de conservação de nutrientes no ecossistema, ao mesmo tempo em que promove a produtividade biológica e o bom estado nutricional das plantas (SILVA NETO *et al.*, 2019).

Conclusão

A metodologia alternativa de avaliação de indicadores de solo e de cultura aplicadas neste trabalho foi eficiente para mensurar a qualidade do agroecossistema de açaí.

É evidente a complexidade das interações entre os indicadores de qualidade do solo e da cultura existentes; dessa maneira, a adoção de métodos simples e rápidos possibilitam um diagnóstico alternativo que pode auxiliar o produtor rural na tomada de decisões.

Referências

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, n. 64, p. 17 – 24, 2002.
- AMADO, T. J. C. Qualidade do solo avaliada pelo “soil quality kit test” em dois experimentos de longa duração no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p.109-121, 2007.
- BENEDETTI U. G., *et al.* Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 299-312, 2011.
- CASTRO, M. C., SINGER, B. H. Agricultural settlement and soil quality in the Brazilian Amazon. **Population and Environment**, v. 34, n. 1, p. 22-43.
- KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Handbuch der Klimatologie. Berlin: **Gerbrüder Bornträger**, 1936. p. 1-44.
- MELO *et al.* Land Use and Changes in Soil Morphology and Physical-Chemical Properties in Southern Amazon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, e0170034, 2017.
- MELLONI, R. *et al.* Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p.2461-2470, 2008.
- SANTOS, Humberto Gonçalves dos *et al.* (ed). **O novo mapa de solos do Brasil**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. *Dados eletrônicos* (64 p.) (Documentos / Embrapa Solos, 130). ISSN 1517-2627. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- SIGNOR, D. *et al.* Quantity and quality of soil organic matter as a sustainability index under different land uses in Eastern Amazon. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 3, p. 225-232, 2018.
- SILVA NETO *et al.* Temporal evaluation of soil chemical attributes after slash-and-burn agriculture in the Western Brazilian Amazon. **Acta Scientiarum**, v. 41, e42609, 2019.
- VIÉGAS, I. de J. M. Limitações nutricionais para o cultivo de açaizeiro em latossolo amarelo textura média, estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 382-384, 2004.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Faculdade Única de Ipatinga.