



## BIOANÁLISE DA QUALIDADE DE UM SOLO AGRÍCOLA COM E SEM TERRAÇO NO NOROESTE DO PARANÁ

Maria Eduarda Braga Zironi<sup>1</sup>, Amanda Eustachio Pereira<sup>2</sup>, Francielli Gasparotto<sup>3</sup>,  
Edneia Aparecida de Souza Paccola<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI- UniCesumar. maria.zironi2015@gmail.com

<sup>2</sup>Doutoranda do Curso de Pós Graduação Ciências Agrárias Universidade Estadual de Londrina/UEL/PR. maeustachio1998@hotmail.com

<sup>3</sup>Coorientadora, Prof. Dr<sup>a</sup>. do Curso de Agronomia e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. francielli.gasparotto@unicesumar.edu.br

<sup>4</sup>Orientadora, Prof. Dr<sup>a</sup>. do Curso de Agronomia e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. edneia.paccola@unicesumar.edu.br

### RESUMO

A qualidade do solo está diretamente relacionada à atividade dos microrganismos, que desempenham funções essenciais na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e manutenção da estrutura. Dessa forma, a presença e diversidade da microbiota do solo constituem indicadores relevantes da recuperação de sua saúde funcional, mesmo após distúrbios decorrentes de manejos inadequados. Assim, torna-se fundamental adotar práticas agrícolas que favoreçam o aumento da diversidade e atividade microbiana, assegurando a sustentabilidade e a produtividade agrícola a longo prazo. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do solo em áreas agrícolas com e sem terraços, utilizando indicadores microbiológicos. O estudo será conduzido no município de Cianorte-PR, localizado nas coordenadas -23.628852, -52.665165. O experimento será composto por dois tratamentos: uma mega parcela de 2 hectares sem terraço e outra de 2 hectares com terraço, visando controlar a infiltração de água de chuvas intensas e reduzir o escoamento superficial. As coletas de solo serão realizadas na camada arável de 0–10 cm de profundidade após a colheita de verão (2025) e de inverno (2025), em 36 pontos georreferenciados em cada parcela. As análises incluirão carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, respiração basal do solo (RBS), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e atividade da enzima fosfatase ácida. Todas as metodologias serão conduzidas em triplicata e submetidas à análise de variância a 5% pelo teste F, com auxílio do software Sisvar. Espera-se que a área com terraço apresente maiores teores de carbono, nitrogênio e atividade enzimática, além de equilíbrio na respiração basal, refletindo maior atividade microbiana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomassa microbiana; Conservação do solo; Fosfatase ácida; Práticas agrícolas.

## 1 INTRODUÇÃO

O solo é essencial para a produção de alimentos, desempenha funções cruciais no ciclo de nutrientes, na regulação do ciclo da água e na sustentabilidade da produção alimentar (MAPA, 2003). Atingir a sustentabilidade no desempenho agrícola do solo requer a busca de equilíbrio nos atributos químicos, físicos e biológicos, assegurando melhor qualidade e saúde do solo (ZHAO et al., 2013; ZHIPENG et al., 2018).

Entretanto, a atividade agrícola pode acarretar uma variedade de problemas como a perda de solo por erosão, a compactação deste solo, a diminuição da biodiversidade, as contaminações do solo, as modificações na estrutura do solo, o desmatamento e a perda de nutrientes (ASSAD; ALMEIDA, 2015).

Um ecossistema agrícola sustentável busca atender às necessidades atuais sem comprometer as futuras, equilibrando produção, preservação dos recursos naturais, redução de impactos ambientais, promoção da biodiversidade e valorização social e econômica das comunidades (DE SOUZA et al., 2020).

Uma alternativa sustentável que vem ganhando destaque é a utilização de microrganismos benéficos para cultura, pois promovem inúmeras vantagens para a macrofauna do solo, como na nutrição das plantas, diminuição do consumo de fertilizantes,



melhor crescimento das culturas, tem respostas positivas ao déficit hídrico, a maximização do equilíbrio ecológico, preservando e mantendo a qualidade do solo (GONZAGA et al., 2020, FIALHO et al., 2017; SANTOS et al., 2020).

A porção viva do solo é responsável por uma série de processos que mantêm e garantem sua funcionalidade (MEDINA et al., 2018), no entanto, em solos diferentes, funções semelhantes podem ser realizadas por grupos de organismos semelhantes ou diferentes, destacando a importância de entender a composição e o funcionamento metabólico do microbioma do solo, que é essencial para sustentar os diversos biomas presentes no Brasil (ANDREOTE; CARDOSO, 2016).

Os microrganismos podem servir como indicadores sensíveis dos processos relacionados ao manejo do solo, sendo capazes de fornecer respostas rápidas às mudanças na sua qualidade (MENDES et al., 2020). Parâmetros microbiológicos, incluindo atividade enzimática, biomassa microbiana e respiração do solo, são indicadores sensíveis de mudanças ambientais causadas pelo uso agrícola, especialmente em curto prazo (EPELDE et al., 2014).

A implantação de práticas conservacionistas também é uma alternativa para o desenvolvimento sustentável das terras agrícolas (SOUSA et al., 2020). Os solos quando manejados corretamente apresentam qualidade biológica que resultam em aumento de trocas gasosas, aumento de biomassa seca aérea e radicular, melhora a disponibilidade de nutrientes para a planta (SILVA et al., 2020).

Estas práticas conservacionistas possuem elevado potencial de preservação dos recursos naturais, como solo biodiversidade, recursos hídricos, além da manutenção dos níveis de produtividade (RODRIGUES, 2020). O terraceamento é uma prática conservacionista que contribui para a sustentabilidade ambiental por meio do controle das perdas de partículas do solo, nutrientes, matéria orgânica e água, de modo que o solo se torne mais resistente contra as forças do processo erosivo e menos dependente de insumos externos (FORTINI et al., 2020).

Com isso é de grande importância conhecer os manejos adotados pelos produtores e os impactos que causam sobre a qualidade do solo e a biomassa microbiana do solo, visando sempre a sustentabilidade ambiental (MENDES et al., 2020).

A área agrícola na região de Cianorte escolhida para o estudo é manejada pelo agricultor de forma convencional, pois ainda há o revolvimento do solo, diante disso o local sofre com arraste de sedimentos gerando erosões hídricas devido a declividade acentuada. O tipo de solo de textura arenosa e a pluviosidade em excesso, favorece o escoamento superficial devido a compactação e a baixa capacidade de infiltração da água, levando ao arraste de sedimentos e microrganismos presentes no solo, desta forma reduzindo a estruturação deste, reduzindo da matéria orgânica e nutrientes. Isso resulta em um estresse na população microbiana no solo, diminuindo a quantidade de microrganismos, acarretando uma menor ciclagem de nutrientes.

Perante esta abordagem sobre as práticas conservacionistas como o terraceamento e a atividade microbiana no solo, este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade do solo através dos indicadores microbiológicos em área agrícola com e sem a presença de terraço.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento faz parte de uma área de pesquisa do projeto de Monitoramento edáfico e hidrossedimentológico, conduzido por pesquisadores do UNICESUMAR, este projeto está vinculado ao Programa da Rede Paranaense de Apoio Agropesquisa e Formação Aplicada da Fundação Araucária/Seti/Senar/PR.

A área em estudo está localizada no município de Cianorte-PR nas coordenadas “-23628852, -52.665165”. Essa área experimental é dividida em dois tratamentos: uma mega



parcela com área de 2(há) sem a presença de terraços e outra mega parcela com área de 2(há) com terraço afim de controlar a infiltração de água das chuvas em alta intensidade e escoamentos superficiais.

Nessas duas áreas (megaparcelsas) serão realizadas as coletas de solo na camada arável de 0-10cm de profundidade após a colheita da soja (2025), sendo 36 pontos georreferenciados em cada mega parcela (com e sem terraço) para uma maior representação amostral. O instrumento de coleta será o trado de rosca, adiante as amostras serão levadas para o Laboratório de Análises Agronômicas – AGROLAB situado na Universidade Cesumar de Maringá (Unicesumar) para o processamento.

Na avaliação da biomassa microbiana do solo será extraído o extrato de biomassa microbiana do solo, na qual serão necessários 20 g de solo para a amostra fumigada e 20 g de solo para amostras não fumigadas, conforme a metodologia proposta por Vance, Brookes e Jenkinson (1987). As amostras fumigadas serão colocadas em um dessecador que contém um béquer com 50 ml de clorofórmio. O ar será retirado do dessecador usando uma bomba a vácuo e as amostras serão mantidas no escuro por 18 horas. No caso das amostras não fumigadas, o processo será o mesmo, exceto pelo fato de que o líquido no béquer será água deionizada, em vez de clorofórmio.

Após isso, com o auxílio da bomba a vácuo, todo o ar será removido dos dessecadores e as amostras serão transferidas para erlenmeyers contendo 80 ml de Sulfato de Potássio ( $K_2SO_4$ ) 0,5 M, com pH variando de 6,5 a 6,8. Elas serão agitadas por uma hora a 200 rpm, centrifugadas por 8 minutos a 2200 rpm e, em seguida, filtradas.

Para determinação do carbono da biomassa microbiana, serão utilizados 8 ml de extrato de cada amostra em um erlenmeyer de 250 ml. Em seguida, serão adicionados 2 ml de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,066 mol.  $L^{-1}$  e 5 ml de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ). As amostras devem ser deixadas na capela por cerca de 30 minutos para resfriar. Após o resfriamento, deve-se adicionar 80 ml de solução de ácido ortofosfórico 6,25% e 3 gotas de difenilamina 1% diluída em ácido sulfúrico concentrado. Essas amostras serão tituladas com sulfato ferroso amoniacal a 0,03N padronizado até a obtenção de coloração verde.

A biomassa microbiana será calculada utilizando a partir da fórmula a seguir e o resultado será expresso em  $\mu g$  de C (g de solo seco) -1:

$BMS = C_f - C_{nf} / K_e$  - Onde:  $C_f$  = carbono da amostra fumigada;  $C_{nf}$  = carbono da amostra não fumigada;  $K_e$  = fator de correção (0,33) conforme Sparling & West (1988)

A determinação do nitrogênio da biomassa microbiana será conduzida através do método de Kjeldahl (BREMNER, 1965), que implica na digestão com ácido sulfúrico concentrado e um catalisador composto por sulfato de potássio e sulfato cúprico na proporção de 10:1. Posteriormente, será realizada a determinação utilizando o método do verde de salicílico, com a leitura feita em um espectrofotômetro a 697nm (KEMPERS et al., 1986). Para a digestão ácida, tubos de ensaio contendo 20 ml de extrato, 0,5 g de catalisador e 1 ml de ácido sulfúrico concentrado serão utilizados. As amostras serão colocadas em um bloco digestor, onde a temperatura será gradualmente aumentada até atingir 350°C. Quando adquirirem uma coloração verde e um volume inferior a 2 ml, a digestão estará completa. Em seguida, as amostras serão retiradas do bloco digestor, agitadas em um agitador vortex, o pH será ajustado entre 3-4 e o volume final será ajustado para 30 ml com água destilada. Para a análise no espectrofotômetro, será realizada uma diluição de 1:6, utilizando 1 ml das amostras obtidas após a digestão mais 6 ml de água destilada. Também serão adicionados 1 ml de solução de ácido salicílico a 5%, 1 ml de solução de nitroprussinato de sódio a 0,1% e 1 ml de solução de NaOCl a 0,15%. Após a homogeneização das amostras, a leitura colorimétrica será feita em um espectrofotômetro a 697 nm. A quantidade de biomassa microbiana será calculada utilizando a fórmula:  $\mu g N g^{-1} F - \mu g$



Ng-1 NF/ 0,45 e o resultado expresso em  $\mu\text{g}$  de N (g de solo seco) -1:

$$\text{BMS} = \text{Nf} - \text{Nnf} / \text{Ke}$$

Onde: Nf = conteúdo de nitrogênio na amostra fumigada; Nnf = conteúdo de nitrogênio na amostra não fumigada; Ke = fator de correção (0,45).

Para avaliação da respiração microbiana, em um vidro com tampa hermética, serão colocados 50 g de solo e um frasco contendo 10 ml de NaOH 1M, que deve ser transferido imediatamente. Ambos os recipientes serão fechados e vedados com plástico insulfilm para evitar a entrada ou saída de CO<sub>2</sub>. Amostras controles serão preparadas, consistindo em frascos contendo apenas NaOH 1M em seu interior. Tanto as amostras quanto os controles serão incubados em local escuro, mantendo a temperatura entre 25°C e 28°C, por um período de 7 a 10 dias. Após a incubação, os frascos contendo NaOH serão removidos e 2 ml de cloreto de bário a 10% (m/v) serão adicionados para completar o processo de precipitação. Em seguida, serão adicionadas 2 gotas de fenolftaleína a 1% (m/v) e a titulação será realizada sob agitação magnética utilizando a solução de HCl a 0,5M previamente padronizada. Ao final da titulação, a coloração da solução mudará de rosa para incolor. Para a avaliação da atividade enzimática (Fosfatase ácida), inicialmente será colocado 1 g de solo de cada amostra em um erlenmeyer, junto com 4 ml de tampão para fosfatase ácida com pH 5,5, 0,25 ml de solução de tolueno e 1 ml de p-nitrofenil fosfato, conforme descrito na metodologia de Tabatabai (1977). As amostras devem ser agitadas para garantir homogeneização, tampadas com papel alumínio e incubadas por 1 hora a 37°C. Após a incubação, será adicionado 1 ml da solução de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub> 0,5 M) e 4 ml da solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,5 M). Em seguida, as amostras serão agitadas e filtradas em papel filtro, e a absorbância será medida utilizando um espectrofotômetro a 400 nm.

### 3 RESULTADOS

Para a análise dos dados, os resultados serão submetidos ao teste de homogeneidade e à análise de variância, verificando-se a significância, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a avaliação da qualidade microbiológica do solo em áreas agrícolas com e sem terraços possibilita compreender como o manejo influencia diretamente a saúde do ecossistema edáfico. A expectativa é que a adoção de terraços promova melhores condições físicas e químicas, refletindo em maior diversidade e atividade microbiana, essenciais para a ciclagem de nutrientes e a sustentabilidade da produção. Assim, os resultados deste estudo poderão servir de base para recomendar práticas conservacionistas que aliam produtividade agrícola e conservação ambiental, reforçando a importância do manejo adequado do solo para garantir sua qualidade e funcionalidade a longo prazo.

### REFERÊNCIAS

ASSAD, M.L.L.; ALMEIDA, J. Agricultura e Sustentabilidade: Contexto, Desafios e Cenários. Ciência & Ambiente. Porto Alegre, v. 29, n. 3, p. 1., 2015.

DE SOUZA, L. L., MENDES, F. A. T., BORGES, N. S., DA COSTA, J. M., FERREIRA, E. Y. DICK, R.P.; RASMUSEN, P.E.; KERLE, E.A. Influence of longterm residue



management on soil enzyme activities in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. *Biol Fertil Soils*, v.6, p. 159–164, 2020.

EPELDE, L. et al. Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study. *Applied Soil Ecology*, v.75, 2014.

FIALHO, J. S., GOMES, V. F. F., & JÚNIOR, J. M. T. D. S. Fungos micorrízicos arbusculares e atividade enzimática em solo cultivado na chapada do apodi-ce. *Revista Caatinga*, 24(3), 10-19, 2011.

FORTINI, R.M.; BRAGA, M. J.; FEITAS, C. O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. *Revista de Economia e Sociologia Rural* [online]. 2020, v. 58, n. 2. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>

GONZAGA, T. O. D.; SILVA FILHO, A. S.; SILVA, V. L. Bradyrhizobium and Azospirillum interaction in soybean cultivars (*Glycine max* (L.) Merrill) and their effects on productivity. *Scientific Electronic Archives*, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 60–66, 2020. DOI: 10.36560/1312020864.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Com colheita avançada, relatório confirma maior safra de soja da história do Paraná. *Agricultura e Abastecimento*. 2023

MEDINA, E., VEGA-ÁVILA, A., PAROLDI, H., TORO, M., BAIGORI, M., & VÁZQUEZ, F. Bioindicadores da qualidade do solo de mato aberto e vinha. *Revista de ciência do solo e nutrição de plantas*, v. 18, n. 4, pág. 1065-1079, 2018

MENDES, I.C., CHAER, G.M., SOUSA, D.M.G., REIS JUNIOR, F.B., DANTAS, O.D., OLIVEIRA, M.I.L., LOPES, A.A.C., SOUZA, L.M. Bioanálise de solo: a mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola. *Informações Agrônomicas* 8, 1–11, 2020.

RODRIGUES, A.S.; KLAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S.; SOUSA, E. P. Impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade da produção de milho híbrido dos agricultores familiares no Cariri cearense. *Revista de Economia e Sociologia Rural* [online], v. 58, n. 2, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.197622>

SANTOS, W. P.; FIORELLI, E. C.; MACHADO, C. B.; DE SIQUEIRA, M. G.; SANTOS, W. P.; VIEIRA, A. S.; BRAVIN, N. P. Atividade microbiana sob o sistema de preparo do solo. *AGRICULTURA EM FOCO*, 2, 2020.

SILVA, M.O., DOS SANTOS, M. P., DA PAZ SOUSA, A. C., DA SILVA, R. L. V., DE MOURA, I. A. A., DA SILVA, R. S., DA SILVA COSTA, K. D. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 6853-6875, 2021. DOI:10.34117/bjdv7n1-463

SOUSA, H. M.. Dynamics of soil microbiological attributes in integrated croplivestock systems in the cerrado-amazonônia ecotone1. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.33, n.1,p.9-10, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n102rc>



ZHAO, Y.; WU, P.; ZHAO, S.; FENG, H. Variation of soil infiltrability across a 79-year chronosequence of naturally restored grassland on the Loess Plateau, China. *Journal of Hydrology*, v.504, p.94- 103, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.09.039>.

ZHIPENG, L.; DONGHAO, M.; WEI, H.; XUELIN, L. Land use dependent variation of soil water infiltration characteristics and their scale-specific controls. *Soil & Tillage Research*, v.178, p.139- 149, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.01.0>.