

## **MICROBIOTA EM SOLO DE CERRADO: Comparativo de diferentes sistemas de uso do solo quanto à riqueza de espécies**

Adriana Barboza Alves<sup>1</sup>  
José Neto Vieira Negrão<sup>2</sup>  
Bruna Cristina Pinto<sup>3</sup>  
Osania Emerenciano Ferreira<sup>4</sup>

### **Sistemas de Produção Sustentável**

#### *Resumo*

Solos são ecossistemas de alta complexidade e abrigam uma grande biodiversidade. O Cerrado é caracterizado por uma variável formação vegetal e grande riqueza biológica. A intensa atividade agrícola tem trazido alterações em áreas de Cerrado, comprometendo a sustentabilidade do ambiente. O estudo sobre a microbiota do solo se torna cada vez mais importante para o conhecimento da atividade biológica do Cerrado, já que os microrganismos estão envolvidos no fluxo de energia e na ciclagem dos nutrientes. No presente estudo, foi avaliada a riqueza da microbiota em dois diferentes sistemas de uso da terra, um solo de mata nativa e o outro agrícola, submetido ao plantio de cana-de-açúcar. Foram realizadas análises físicas e microbiológicas, as quais possibilitaram um efeito comparativo da presença das comunidades microbianas do solo. Foram avaliadas as UFC's de fungos e bactérias totais, comparando os resultados com as análises físicas pré-realizadas. A análise estatística de variância (ANOVA) e o teste de significância Tukey possibilitaram a comparação das amostras. O sistema de uso agrícola obteve maior diversidade quando da avaliação de bactérias totais. Em relação à riqueza, ficou evidenciado que solos de mata nativa disponibilizam maiores condições para a abundância de microrganismos. O pH é um fator físico de relevância e está associado com a presença de fungos no ambiente. A maior taxa de umidade favoreceu ao crescimento de colônias bacterianas. Os diferentes sistemas de uso da terra afetam a composição da microbiota do solo.

**Palavras-chave:** Abundância; Biodiversidade; Microrganismos; Manejo do solo.

---

**Orientação:** Prof. Dr., Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Frutal, Departamento de Pós-graduação, osania.ferreira@uemg.br

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Frutal, Departamento de Pós-graduação, abaadriana@hotmail.com

<sup>2</sup>Aluno do curso de graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Frutal, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, josenegrao10@hotmail.com

<sup>3</sup>Aluno do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Frutal, Departamento de Pós-graduação, bruna.1093900@discente.uemg.br



## INTRODUÇÃO

Ecosistemas terrestres são constituídos por processos ecológicos como as variáveis climáticas, as características e propriedades do solo e as interações da biota (CHAPIN *et al.*, 2011). A forma como esses componentes se comporta é responsável pela formação das vegetações que compõem os biomas do planeta (BOND *et al.*, 2004). Dentre os biomas, o Cerrado, segundo maior bioma da América do Sul, é formado por uma rica e diversa savana tropical, incluindo a formação de florestas, savânicas e campestres (RIBEIRO; WALTER, 2008). Para Sano *et al.*, (2019) a heterogeneidade do Cerrado reflete na sua rica biodiversidade de fauna, flora e microbiota.

A intensa atividade agrícola tem trazido alterações em áreas de Cerrado, comprometendo a sustentabilidade do ambiente (NOOJIPADY *et al.*, 2017). No Estado de Minas Gerais, em especial no Triângulo Mineiro, áreas de Cerrado foram ocupadas pelo cultivo de cana-de-açúcar. Essa é uma das principais culturas brasileiras, sendo o estado de Minas Gerais o terceiro maior produtor do Brasil, com destaque para região do Triângulo Mineiro, com os municípios de Uberaba, Frutal, Ituiutaba, Conceição das Alagoas e Iturama, onde na última década, ocorreu expansão da cultura. De acordo com os dados da Conab (2020), a área total estimada de cultivo mineira será de 842,3 mil hectares, que representaria incremento de 2,1% em relação à safra 2018/2019, resultado de projetos de renovação e, principalmente, de expansão nas áreas de cultivo no estado. A região de Frutal – MG, caracterizada por solo tipicamente de Cerrado, o qual vem sendo utilizado para o cultivo da cana-de-açúcar. Neste processo de produção, utilizam-se adubos, fertilizantes, agroquímicos, mecanização entre outras técnicas/insumos para promover elevadas produtividades dos canaviais. Entretanto, têm-se observado nos últimos anos, áreas de cultivo com baixas produtividades, resultando em elevados custos de produção nesses ambientes.

O conhecimento da microbiota das áreas de cerrado preservadas e áreas onde ocorre o cultivo de cana-de-açúcar possibilitará conhecer a diversidade de espécies que compõe este ecossistema e como essas espécies podem influenciar significativamente na decomposição, fixação de nutrientes e mineralização do solo, contribuindo assim para o

crescimento vegetal, composição da comunidade e o funcionamento deste ecossistema. Os microrganismos têm um grande impacto na produtividade dos vegetais e existem dois mecanismos principais que podem ser distinguidos: o efeito direto sobre as plantas via associação (com raízes que formam mutualismo ou relacionamento patogênico) e o efeito de via indireto da ação de vida livre do microrganismo, o que altera as taxas de suplemento de nutriente (HEIJDEN *et al.*, 2008).

O estudo sobre a microbiota do solo tem se tornado cada vez mais importante para o conhecimento da atividade biológica, que sustenta a sobrevivência do Cerrado (HUNGRIA; URQUIAGA, 1992). Os microrganismos estão envolvidos no fluxo de energia e na ciclagem dos elementos, portando-se dessa forma como produtores, transportadores e consumidores do ecossistema do solo e sendo responsáveis pela maior disponibilidade de minerais para as plantas (MCLEOD *et al.*, 2016).

Neste contexto, o presente estudo teve o objetivo de investigar a riqueza da microbiota edáfica de Cerrado, considerando amostras de um solo de mata nativa e de outro solo submetido ao plantio de cana-de-açúcar.

## METODOLOGIA

As áreas do experimento estão localizadas no município de Frutal–MG, sendo elas uma área de Cerrado de mata nativa (20°00'59.8"S 48°57'22.0"W) (Figura 1A) e a outra área da Fazenda Marmeleiro (19°53'49.5"S 49°15'40.2"W) (Figura 1B), submetida ao plantio de cana-de-açúcar.



Figura 1: Áreas experimentais – Área mata nativa/Fazenda Marmeleiro



As amostras foram coletadas no mês de janeiro de 2021, sendo amostras de solo rizosférico, no intervalo de profundidade de 0-25 cm, em período de verão com estio. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao laboratório para estudo. As análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade do Estado de Minas Gerais, unidade de Frutal. Imediatamente após darem entrada ao laboratório realizou-se a análise de pH e umidade, em sequência foram feitas as análises microbiológicas e a análise estatística.

### **Análise de dados**

- **pH do solo em água destilada (EMBRAPA, 1997).**

Adicionaram-se 10ml de cada amostra de solo em béquer de 50ml numerado. Em seguida, acrescentaram-se 25ml de água destilada e agitou-se as amostras com um bastão de vidro. A mistura ficou em repouso por 1 hora e logo após o eletrodo foi mergulhado na suspensão procedendo assim a leitura do pH. As análises foram em triplicata.

- **Umidade (EMBRAPA, 1997).**

Em balança analítica de precisão (resolução 0,0001g) foram pesadas 30g de cada amostra, em cápsulas de porcelana, previamente secas em estufa a 105° C por 2 horas, anotando o peso do recipiente vazio. As amostras foram secas em estufa a 105°C por 24 h e colocadas no dessecador por 1 h. Após esfriar, foram novamente pesadas, podendo-se assim calcular a umidade atual em porcentagem, conforme equação.

Umidade  $100 \cdot (A-B)/B$

Peso da amostra úmida (A)

Peso de amostra seca (B)

- **Características microbiológicas do solo**

Para o procedimento das análises microbiológicas efetuou-se primeiramente o tratamento das amostras, o qual inclui a secagem e peneiração. Nessa etapa, realizou-se a obtenção da TFSA, que consiste no destorroamento manual dos solos espalhando-se em

seguida, as amostras sobre bandejas de papel kraft 180 g/M<sup>2</sup>, em local seco e arejado e expostas ao sol, até completa dessecação ao ar. Após secagem, após 3 dias, toda a amostra de cada solo foi submetida ao peneiramento em malha de 1 mm.

### **Diluição e preparo das amostras**

Foi utilizada a solução extratora de Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (pirofosfato de sódio) 0,1% (p/v) em H<sub>2</sub>O (água destilada). Para a diluição, adicionaram-se 10 g de cada solo a um Erlenmeyer contendo 90 mL de solução extratora. Após agitação por 30 minuto, em mesa agitadora horizontal, foram realizadas as diluições decimais em série, de 10<sup>-1</sup> a 10<sup>-7</sup>.

Em seguida, alíquotas de 0,1 mL de cada diluição foram transferidas pelo método “pour plate” em placas de Petri contendo meio de cultura específico. As placas foram acondicionadas em sacos plásticos com o objetivo de evitar o ressecamento do meio de cultura (Olsen & Bakken, 1987; Sorheim et al., 1989).

### **Bactérias totais (OLSEN & BAKKEN, 1987; SORHEIM et al., 1989)**

Para contagem do número total de bactérias foi utilizado o meio de cultura Ágar Nutriente, acrescido de uma solução antifúngica Actidiona 1,0g.L<sup>-1</sup>, sendo que, para cada 1 L de meio foi adicionado 1,0 mL da solução antifúngica. O método utilizado foi o de semeadura por profundidade, onde as amostras diluídas foram inoculadas nas placas estéreis, adicionando o meio líquido em seguida. Após homogeneização aguardou-se apenas a solidificação do meio nutriente e logo após todas as placas foram incubadas em estufa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), com temperatura constante de 30°C, em ausência de luz. As contagens das UFCs (unidades formadoras de colônias) foram feitas após 48 horas em um contador de colônias com 6x de aumento.

### **Fungos totais (MARTIN, 1950)**

Para contagem do número total de fungos foi utilizado o meio de MARTIN (1950), pH 6,0, acrescido de 70mg.ml<sup>-1</sup> de rosa de bengala e 0,1 g.L<sup>-1</sup> de uma mistura das antibióticos penicilina e estreptomina. A incubação das culturas foi feita a 30°C por 48 h. Após esse tempo, foram contadas as UFCs.



- **Análise estatística**

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância ANOVA e de comparação de médias pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), utilizando-se o Software Minitab.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento do equilíbrio dinâmico e dos efeitos das práticas agrícolas sobre as populações na comunidade microbiana é importante, dadas as inúmeras funções que esses microrganismos desempenham. Embora existam várias pesquisas envolvendo os solos do cerrado, estudos que envolvem a microbiota ainda são escassos. Quando se refere a características de microbiota de cerrado na região do Triângulo mineiro, onde ocorreu intensa atividade agrícola nos últimos anos com a expansão da cultura de cana-de-açúcar, estas informações são ainda mais limitadas. A tabela 1 demonstra os resultados das análises de pH e umidade das amostras analisadas.

Tabela 1: Médias de pH e Umidade em tipos de solos de Cerrado.

	<b>Mata Nativa</b>	<b>Fazenda Marmeleiro</b>
Análise de pH	5,98	5,78
Análise de umidade atual (%)	13,07	9,61

Determinar e entender os padrões de diversidade da microbiota é uma análise complexa, já que os organismos possuem grande capacidade de alterar sua fisiologia e morfologia conforme as condições do ambiente. Nesse mesmo contexto, é sabido que comunidades microbianas possuem dinâmica dependente de fatores microclimáticos, tais como umidade e temperatura do ambiente (SUPRAMANIAM *et al.*, 2016). Sistemas diferentes de uso da terra também podem contribuir como importante fator na abundância e na composição na microbiota do solo de Cerrado, podendo inclusive provocar a perda da diversidade (RAMPELOTTO *et al.*, 2013). A figura 2 apresenta a diversidade da

microbiota nos dois diferentes sistemas de uso da terra.

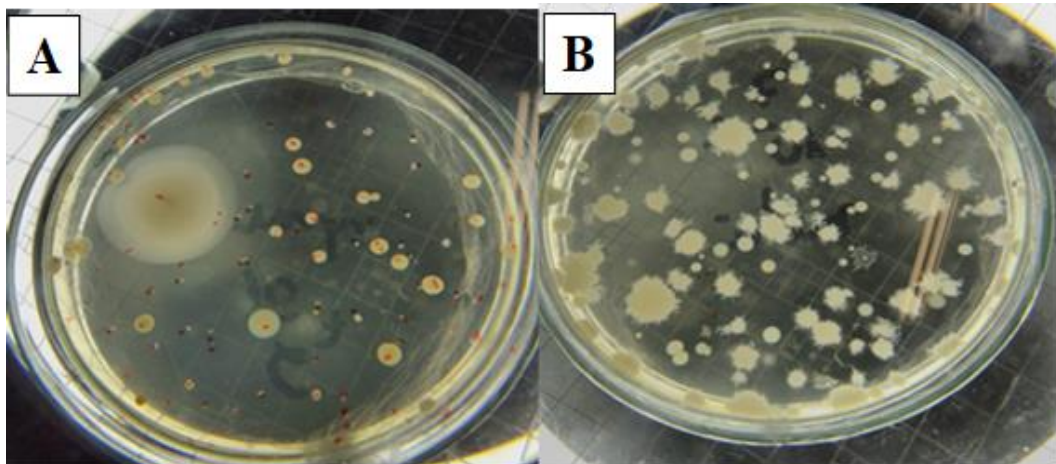


Figura 2: Placa de Petri representando as UFC de bactérias totais do solo de mata nativa 2A e da Fazenda Marmeleiro 2B.

Pode-se observar que o sistema agrícola de uso da terra (Fazenda Marmeleiro) apresentou maior diversidade de espécies bacterianas quando comparado ao solo de mata nativa, onde foi evidenciada certa dominância de apenas uma espécie. Contraditoriamente, ao analisar a riqueza, observa-se um número de colônias muito superior no sistema de mata nativa. Na tabela 2 estão apresentados os resultados quantitativos das unidades formadoras de colônia nos dois tipos de solos.

Tabela 2. Estatísticas descritivas de UFC de microrganismos totais (bactérias e fungos) em dois sistemas de uso de solos de Cerrado.

Solo	Bactérias totais <sup>2</sup> ( $10^6$ UFC)	Fungos totais ( $10^3$ UFC)	Valor P
Mata Nativa <sup>3</sup>	680,0 ± 17,3 aA	10,67 ± 1,15 bB	<0,001
Marmeleiro	13,33 ± 3,79 bB	32,33 ± 3,21 aA	<0,005
Valor P <sup>1</sup>	<0,001	<0,005	

<sup>1</sup>Valor P referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a  $P < 0,05$ . <sup>2</sup>Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelos testes de comparação múltipla post-hoc de Tukey a  $P < 0,05$ . <sup>3</sup>Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a  $P < 0,05$ .

Em se tratando de fungos totais, pode ser evidenciado que o sistema agrícola disponibiliza uma maior riqueza de espécies; esse resultado pode ser justificado pela análise da tabela 1, a qual demonstra menor valor de pH para a Fazenda Marmeleiro. É



sabido que fungos possuem tendência acidófila, fator esse que contribuiu para os resultados apresentados na Tabela 2. Os valores de umidade atual foram proporcionais ao aumento da riqueza de bactérias totais em solo de mata nativa. Conforme Silva (2012) em áreas agrícolas com efeito residual de nutrientes pode-se observar maiores alterações na diversidade da microbiota. A figura 3 apresenta as respectivas riquezas encontradas nos diferentes sistemas de uso dos solos.

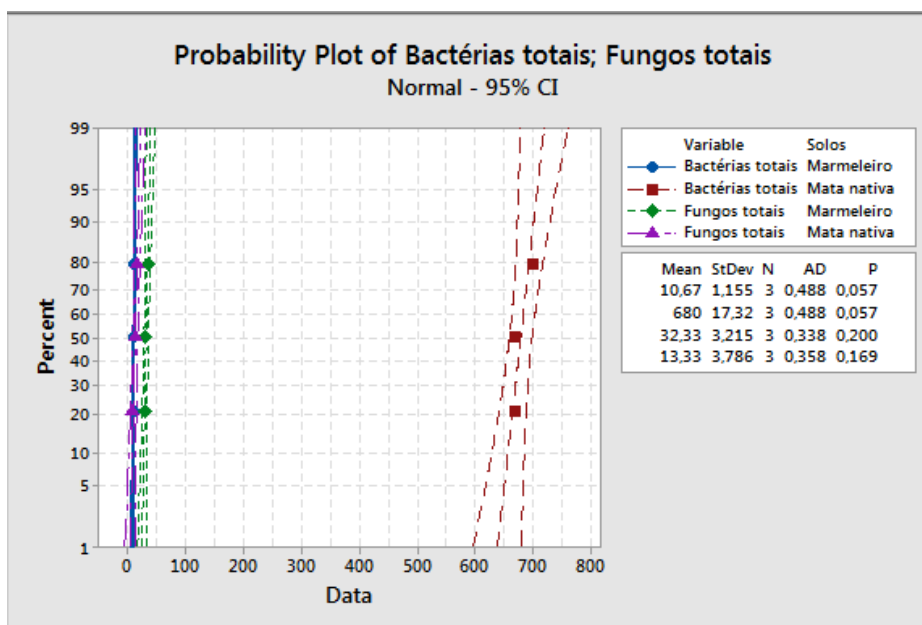


Figura 3: Distribuição da riqueza da microbiota em solos de Cerrado, conforme o uso da terra. Gráfico da análise de variância ANOVA com respectivos valores de médias e desvios padrões.

Generalizando, para solos de Cerrado tem sido observada uma associação entre o aumento de nutrientes com um aumento na biomassa microbiana (KOZOVITS *et al.*, 2007), ocasionando alterações na composição e dominância na microbiota de sistemas agrícolas de uso da terra (SOUZA *et al.*, 2016).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que solos mais ácidos favorecem a riqueza de fungos totais, assim o solo agrícola foi onde se observou maior quantificação destes microrganismos.

O sistema agrícola de uso da terra proporciona maior diversidade de espécies



bacterianas, porém, a maior riqueza de bactérias está alocada em sistema de mata nativa.

A umidade do solo favorece o aumento da riqueza de bactérias totais, mas não influi na diversidade de espécies.

Diferentes sistemas de uso da terra afetam a composição da microbiota do solo.

## REFERÊNCIAS

BOND, W. J.; WOODWARD, F. I.; MIDGLEY, G. F.. The global distribution of ecosystems in a world without fire. **New Phytologist**, [S.L.], v. 165, n. 2, p. 525-538, 12 nov. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01252.x>.

CHAPIN, F. S.; MATSON, P. A.; VITOUSEK, P. M. **Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology**, 2. ed. New York: Springer, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar** – v.6 - SAFRA 2019/20 - N.2 - Segundo levantamento. Brasília: Conab, 2020.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – 212p. : il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1), Rio de Janeiro, 1997.

HEIJDEN, M. G. A.; VAN, D. E. R.; DARDGETT, R. D.; STRAALLEN, N. M. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. **Ecology Letters**, v. 11, p.296-310, 2008.

HUNGRIA, M.; URQUIAGA, S. Transformações microbianas de outros elementos (potássio, micronutrientes e metais pesados). In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do Solo**. Campinas – SP, cap.23, p.329-340, 1992.

KOZOVITS, A.R.; BUSTAMANTE, M.M.C.; GAROFALO, C.R.; BUCCI, S.; FRANCO, A.C.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F.C. Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a neotropical savanna. **Functional Ecology**, v.21, p.1034–1043, 2007. doi:10.1111/j.1365-2435.2007.01325.x

MARTIN, J. P. **Use of acid, rose bengal, and estreptomycin in the plate method for estimating soil fungi**. **Soil Science Society of America Journal** v.69, p.215-232, 1950.

MCLEOD, M. L.; CLEVELAND, C. C.; LEKBERG, Y.; MARON, J. L.; PHILIPPOT, L.; BRU, D.; CALLAWAY, R. M. Exotic invasive plants increase productivity, abundance of ammonia-oxidizing bacteria and nitrogen availability in intermountain grasslands. **Journal of Ecology**, v.104, n.3, p.994-1002, 2016.

NOOJIPADY, P.; MORTON, D.; MACEDO, M.; VICTORIA, D.; HUANG, C.; GIBBS, H.; BOLFE, E. Forest carbon emissions from cropland expansion in the Brazilian Cerrado biome.



**Environmental Research Letters**, v.12, p.1-12, 2017.

OLSEN, R. A.; BAKKEN, L. R. **Viability of soil bacteria: optimization of plate counting technique and comparison between total counts and plate counts within different size groups.** *Microbial Ecology*, v.13, 1987.

RAMPELOTTO, P.H., FERREIRA, A. DE S., BARBOZA, A.D.M., ROESCH, L.F.W., Changes in diversity, abundance, and structure of soil bacterial communities in Brazilian savanna under different land use systems. *Microbial Ecology* 66, 593–607, 2013. doi:10.1007/s00248-013-0235-

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As Principais fitofisionomias do bioma Cerrado**, in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: Ecologia e Flora*. EMBRAPA Cerrados, Brasília, DF, pp. 152–212, 2008.

SANO, E. E.; RODRIGUES, A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.; SCHULER, J.; BOLFE, E. L. Cerrado ecoregions: a spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**. 232, p. 818-828, 2019. DOI: 10.1016/j.jenvman. 11.108, 2018.

SILVA, M.R.S.S. **Diversidade de comunidades bacterianas de solo de Cerrado em resposta a diferentes alterações dos ecossistemas.** Universidade de Brasília, 2012.

SOUZA, R.C.; MENDES, I.C.; REIS-JUNIOR, F.B.; CARVALHO, F.M.; NOGUEIRA, M.A.; VASCONCELOS, A.T.R.; VICENTE, V.A.; HUNGRIA, M. Shifts in taxonomic and functional microbial diversity with agriculture: how fragile is the Brazilian Cerrado? **BMC Microbiology** v.16, p.42, 2016.doi:10.1186/s12866-016-0657-z

SUPRAMANIAM, Y.; CHONG, C.W.; SILVARAJ, S.; TAN, I.K.P.. Effect of short term variation in temperature and water content on the bacterial community in a tropical soil. **Applied Soil Ecology** v.107, p.279–289, 2016. doi:10.1016/j.apsoil.2016.07.003