

Graduação Pós-Graduação
 Artigo completo Relato de prática Resumo expandido

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO EM RELAÇÃO AO USO DE
BIOFERTILIZANTES EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE *BRACHIARIA
BRIZANTHA*: análise comparativa 2023-2025**

Isabelly Alencar Macena
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
isabelly_macena20@outlook.com

Rita Therezinha Rolim Pietramale
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
rolimpiezoo@gmail.com

Carolina Obregão da Rosa
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
carolinarosa@ufgd.edu.br

Gabriela Vilela dos Santos Mantovani
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
gabrielasantos@ufgd.edu.br

Deivid Kelly Barbosa
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
dkellybarbosa@gmail.com

Clandio Favarini Ruviaro
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
clandioruviaro@ufgd.edu.br

RESUMO

O presente relato de prática descreve a experiência de monitoramento da qualidade do solo cultivado com *Brachiaria Brizantha cv. Decumbens* e da eficiência de um sistema de lagoas de tratamento de resíduos, no período de 2023 a 2025, na região de Bandeirantes, Mato Grosso do Sul. O objetivo foi avaliar a evolução das alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo submetidos a biofertilização, bem como a capacidade de remoção de poluentes pelas lagoas. A prática foi conduzida em área agrícola com histórico de manejo intensivo, foram realizadas coletas em setembro de 2023 e 2025, analisando-se textura, atividade enzimática, índices de qualidade do solo (IQS), teores de nutrientes e matéria orgânica. Paralelamente, avaliaram-se amostras de resíduos em três pontos do sistema de lagoas. Os resultados indicaram melhora na atividade biológica e nos índices de qualidade do solo, mas redução de potássio, boro, cobre e manganês. O sistema de lagoas apresentou queda de eficiência na remoção de fósforo, potássio, carbono orgânico total e nitrogênio em 2025. Os principais desafios incluíram a variabilidade dos dados e a necessidade de ajustes no manejo. Os aprendizados reforçam a importância do monitoramento integrado solo-biofertilizante para a sustentabilidade do sistema produtivo.

Palavras-chave: Biofertilização; Ciclagem de nutrientes; Fertilidade do solo; Tratamento de resíduos; Monitoramento ambiental.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O uso de biofertilizantes para adubação de pastagens tem ganhado destaque como uma alternativa dentro dos sistemas produtivos agrícolas, especialmente em contextos que buscam maior sustentabilidade, eficiência no uso de recursos e redução na dependência de fertilizantes minerais. Esses insumos, geralmente oriundos do tratamento dos dejetos de animais, apresentam elevada concentração de nutrientes e compostos orgânicos que contribuem diretamente para a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Ngoc et al., 2026).

Pesquisas recentes demonstram que a aplicação de biofertilizantes contribui significativamente para o aumento da matéria orgânica do solo, melhoria da capacidade de troca catiônica e maior disponibilidade de nutrientes essenciais às plantas (Ghimirey et al., 2024). Além disso, há evidências de que esses insumos promovem o estímulo da atividade microbiana, elemento fundamental para a ciclagem de nutrientes e manutenção da qualidade do solo (Liu et al., 2024).

A microbiota do solo desempenha papel central na transformação de compostos orgânicos em formas assimiláveis pelas plantas, influenciando diretamente a produtividade agrícola. Nesse sentido, a utilização de biofertilizantes pode favorecer sistemas mais resilientes e biologicamente ativos, especialmente quando comparados a sistemas exclusivamente dependentes de fertilizantes sintéticos (Njiandoh Mbeboh et al., 2026).

Entretanto, apesar dos benefícios agronômicos, o uso inadequado de biofertilizantes tem se tornado uma preocupação crescente, considerando que a sua aplicação excessiva ou sem base em análises de solo pode resultar no acúmulo de nutrientes, especialmente fósforo, que apresenta baixa mobilidade e elevada persistência no solo. Esse acúmulo pode ultrapassar a capacidade de absorção das culturas, gerando desequilíbrios nutricionais e riscos ambientais.

Segundo Lizcano-Toledo et al. (2021), o excesso de fósforo no solo está diretamente associado ao aumento das perdas por escoamento superficial, contribuindo para processos de eutrofização em corpos hídricos onde esse fenômeno compromete a qualidade da água, promove a proliferação de algas e afeta negativamente os ecossistemas aquáticos, sendo considerado um impacto ambiental negativo da agricultura intensiva. Além disso, o fornecimento contínuo de nutrientes sem monitoramento pode provocar antagonismos nutricionais, reduzindo a eficiência de absorção pelas plantas. Estudos recentes indicam que o

excesso de determinados elementos pode interferir na disponibilidade de outros, comprometendo o equilíbrio nutricional do sistema solo-planta (Wang et al., 2025).

Outro aspecto relevante refere-se ao acúmulo de sais e micronutrientes potencialmente tóxicos, especialmente em sistemas com aplicações frequentes de biofertilizantes, sendo que esse processo pode levar à degradação da qualidade química do solo ao longo do tempo, afetando negativamente a produtividade agrícola (Li et al., 2024).

Diante desse cenário, a análise temporal dos atributos do solo torna-se essencial para compreender os efeitos do uso contínuo de biofertilizantes, através da avaliação de indicadores como fósforo disponível, potássio, enxofre, carbono total e índices de saturação por bases permite identificar tendências de acúmulo ou deficiência, subsidiando práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis.

No contexto deste relato de prática, a comparação de dados obtidos em diferentes períodos evidencia alterações significativas nos atributos químicos do solo, com destaque para o aumento expressivo de fósforo e enxofre. Esses resultados sugerem que o uso do biofertilizante, embora benéfico, pode estar sendo realizado de forma acima da capacidade de absorção do sistema, reforçando a necessidade de ajustes no manejo. Adicionalmente, a avaliação integrada de indicadores químicos e biológicos é fundamental para uma compreensão mais ampla da qualidade do solo, pois estudos realizados destacam que a qualidade do solo está diretamente relacionada à sua capacidade de sustentar a produtividade, manter a qualidade ambiental e promover a saúde dos ecossistemas agrícolas (Li et al., 2024).

Portanto, embora os biofertilizantes representem uma alternativa promissora para a sustentabilidade agrícola, seu uso deve ser orientado por critérios técnicos rigorosos, incluindo análise de solo, planejamento de doses e monitoramento contínuo, sendo que a ausência desses cuidados pode comprometer tanto os benefícios agrônômicos quanto a integridade ambiental.

Dessa forma, este trabalho busca analisar as alterações nos atributos do solo decorrentes do uso de biofertilizante ao longo do tempo, contribuindo para a discussão sobre práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis. A compreensão desses impactos é essencial para promover o uso racional de insumos orgânicos e garantir a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

2 DESENVOLVIMENTO

O presente estudo foi conduzido em uma propriedade que se encontra situada em

Bandeirantes – MS, através da análise comparativa de atributos do solo e biofertilizante em dois períodos distintos, em uma área onde eram realizadas aplicações de 15m³/ha (cada aplicação), com intervalos de 45 dias, de biofertilizantes oriundos das lagoas de tratamento dos resíduos da suinocultura da propriedade, via tanque pipa acoplado no trator.

Foram realizadas coletas de solo e coletas de amostras das lagoas no mês de setembro, nos anos de 2023 e 2025 ondem foram encaminhadas para análises seguindo os protocolos padronizados de amostragem encontrados nas metodologias referentes a cada tipo de análise. A avaliação contemplou indicadores físicos, químicos e biológicos do solo, permitindo uma abordagem integrada da qualidade do sistema.

O tempo de irrigação na primeira coleta foi de 6 meses, já na segunda coleta se tinha um tempo de 2 anos e 6 meses de irrigação.

Coleta e Análise de Solo

As amostras de solo foram coletadas na camada de 0 a 20 cm, nas áreas de cultivo com *Brachiaria Brizantha* cv. Decumbens, sob o manejo e cultivo já recorrente na propriedade. Os parâmetros a serem analisados foram:

- ❖ Textura (Areia, Silte e Argila);
- ❖ Indicadores biológicos (atividade enzimática como β -glicosidase e arilsulfatase);
- ❖ Índices de qualidade do solo (IQS biológico, químico e fertilidade biológica e ciclagem de nutrientes);
- ❖ Macronutrientes (P, K, S, Mg);
- ❖ Micronutrientes (B, Fe, Zn, Cu, Mn);
- ❖ Matéria Orgânica (MO);
- ❖ Carbono total e Saturação por bases (V%).

Coleta e Análise dos Resíduos

As amostras de resíduos foram coletadas em três pontos diferentes do sistema de tratamento, sendo na entrada da lagoa 1, saída da lagoa 1 e ao final que se refere ao biofertilizante tratado. Foram analisados os seguintes parâmetros:

- ❖ Sólidos Totais (ST) e Sólidos Voláteis (SV);
- ❖ pH;
- ❖ Macronutrientes (P, K, Ca, Mg, S);
- ❖ Micronutrientes (Fe, B, Cu, Zn, Mn);
- ❖ Carbono Orgânico Total (COT);

❖ Nitrogênio Total (N).

3 RESULTADOS, DESAFIOS E APRENDIZADO

3.1 RESULTADOS

Os resultados obtidos evidenciam que o uso contínuo do biofertilizante promoveu melhorias significativas na dinâmica dos nutrientes do solo ao longo do período avaliado. Na tabela 1 foi observado um aumento nos teores de fósforo, que passaram de 1,98 para 3,28 mg/dm³, indicando melhoria na disponibilidade desse nutriente, possivelmente associada à prática da biofertilização. Esse resultado está alinhado com os achados de Ghimirey et al. (2024), que destacam que a aplicação de biofertilizantes contribui significativamente para o aumento da disponibilidade de nutrientes essenciais às plantas. Em contrapartida, o potássio apresentou queda drástica, reduzindo de 11,70 para 0,21 mmolc/dm³, na qual a causa pode estar associada ao fato de que a presença de K no biofertilizante suíno já está, em sua maioria, dissolvido e livre para as plantas, quando o solo está mais empobrecido o K disponível é consumido mais rapidamente pelas plantas.

A matéria orgânica também sofreu redução, passando de 10,08 para 8,73 g/dm³, evidenciando perda de qualidade estrutural e biológica do solo. Por outro lado, a saturação por bases apresentou aumento, saindo de 33,33% para 40,11%, o que reflete melhoria parcial da fertilidade química, ainda que acompanhada de desequilíbrios pontuais que merecem atenção no manejo.

A análise dos indicadores biológicos revelou aumento significativo na atividade das enzimas β -glicosidase e arilsulfatase de 74% e 55% respectivamente, bem como melhoria nos índices de qualidade do solo (IQS biológico e de ciclagem de nutrientes). Esses resultados corroboram os estudos de Liu et al. (2024), que demonstram que os biofertilizantes promovem o estímulo da atividade microbiana, elemento fundamental para a ciclagem de nutrientes e manutenção da qualidade do solo. Adicionalmente, Njiandoh Mbeboh et al. (2026) destacam que a aplicação de emendas orgânicas a longo prazo potencializa a microbiota do solo e suas propriedades químicas, o que se alinha com a melhoria observada nos IQS biológicos no presente estudo.

No que se refere aos micronutrientes, observou-se acúmulo expressivo de zinco no solo, com aumento de 1,19 para 6,60 mg/dm³, representando uma elevação de 454,6%. Esse resultado

é preocupante, pois, conforme alertam Li et al. (2024), o acúmulo de sais e micronutrientes potencialmente tóxicos, especialmente em sistemas com aplicações frequentes de biofertilizantes, pode levar à degradação da qualidade química do solo ao longo do tempo, afetando negativamente a produtividade agrícola. Houve também aumento nos teores de enxofre (+575,7%), e magnésio (+45,1%), possivelmente associados à aplicação dos biofertilizantes tratados.

No entanto, observou-se redução drástica de boro (-86,7%), cobre (-51,0%) e manganês (-53,5%), além de queda no carbono total. Esses resultados indicam possível exportação de nutrientes pela cultura, lixiviação ou desequilíbrio na reposição via biofertilizante.

Tabela 1. Indicadores analisados no solo nos períodos de coleta 2023 – 2025

<i>Indicadores</i>	<i>Set/2023</i>	<i>Set/2025</i>
Areia (%)	82,24	83,06
Silte (%)	1,01	2,19
Argila (%)	16,75	14,75
Classificação do solo	Solo arenoso	Solo arenoso
β -Glico (mg de ρ -nitrofenol kg ⁻¹ de solo/ha)	31,00	54,00
Arilsuf (mg de ρ -nitrofenol kg ⁻¹ de solo/ha)	38,00	59,00
IQS biológico	0,64	0,89
Ciclagem de Nutrientes	0,64	0,89
IQS Químico	0,58	0,74
Armaz. de nutrientes	0,70	0,87
IQS FertBio	0,60	0,79
Suprim de nutrientes	0,47	0,61
Fósforo (mg/ dm ³)	1,98	3,28
Potássio (Mmolc/ dm ³)	11,70	0,21
Enxofre (mg/dm ³)	1,11	7,50
Boro (B)	0,15	0,02
Ferro (Fe)	51,81	48,78
Zinco (Zn)	1,19	6,60
Cobre (Cu)	3,04	1,49
Manganês (Mn)	92,50	42,99
Magnésio (Cmolc/ dm ³)	0,51	0,74
Carbono Orgânico Total (g/dm ³)	5,84	5,06
MO (Matéria Orgânica) (g/dm ³)	10,08	8,73
Índice de saturação (V%)	33,33	40,11

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto a análise do biofertilizante ao longo do período avaliado revelou-se perda de eficiência do sistema de tratamento das lagoas entre 2023 e 2025. Como demonstrado na tabela 2, a eficiência de remoção de sólidos totais caiu de 80,5% para 54,7%, e de sólidos voláteis,

que passou de 83,1% para 51,0%, enquanto a remoção de carbono orgânico total (COT) reduziu de 83,1% para 54,6%. Esses resultados indicam que o sistema de lagoas pode estar perdendo sua capacidade de retenção de nutrientes, resultando na aplicação de um biofertilizante com cargas mais concentradas e desbalanceadas sobre a área de pastagem. No que se refere à composição química do biofertilizante no ponto final de disposição, observaram-se aumentos expressivos nas concentrações de potássio (de 348,30 para 980,49 mg/L) representando um acréscimo de 181,5%; e de boro (de 0,13 para 1,46 mg/L), este último com incremento superior a 1.000%, elevando o risco de fitotoxicidade. A dinâmica observada para o potássio com queda drástica no solo e aumento significativo no biofertilizante sugere desequilíbrio entre aporte e extração. Wang et al. (2025) destacam que o fornecimento contínuo de nutrientes sem monitoramento pode provocar antagonismos nutricionais, reduzindo a eficiência de absorção pelas plantas e comprometendo o equilíbrio nutricional do sistema solo-planta.

Os resultados relacionados ao fósforo, que passou de 14,25 para 16,77 mg/L, merecem atenção, pois os teores do componente no solo aumentaram, mas o acúmulo desse nutriente pode representar riscos ambientais. Segundo Lizcano-Toledo et al. (2021), o excesso de fósforo no solo está diretamente associado ao aumento das perdas por escoamento superficial, contribuindo para processos de eutrofização em corpos hídricos, onde esse fenômeno compromete a qualidade da água, promove a proliferação de algas e afeta negativamente os ecossistemas aquáticos.

Enquanto a eficiência na remoção de nitrogênio total apresentou redução de 34,7% para 21,6%. Por outro lado, o zinco apresentou redução drástica no biofertilizante, de 7,09 para 0,05 mg/L, sugerindo uma retenção no uso do nutriente na dieta dos animais ou uma maior retenção na precipitação e sedimentação no fundo da lagoa ao longo do sistema. Esses resultados apontam para uma perda progressiva da eficiência do sistema de tratamento, resultando na aplicação de um biofertilizante com cargas mais concentradas e desbalanceadas sobre a área de pastagem, o que pode estar diretamente relacionado aos desequilíbrios nutricionais observados nas análises de solo.

Tabela 2. Comparação dos indicadores analisados no biofertilizante coletado nos períodos de coleta 2023 – 2025

Indicadores	Entrada	Entrada	Saída	Saída	Final	Final
	Lagoa 1 Set/23	Lagoa 1 Set/25	Lagoa 1 Set/23	Lagoa 1 Set/25	Set/23	Set/25
ST mg/L	13080,00	7660,00	11035,00	8000,00	2550,00	3470,00
SV mg/L	9570,00	5330,00	7142,00	5920,00	1620,00	2610,00
pH	6,70	7,60	7,60	7,30	7,40	7,90
Ferro mg/L	10,13	8,15	30,59	13,08	0,51	2,57
Boro mg/L	0,22	2,80	0,18	3,02	0,13	1,46
Fósforo mg/L	54,71	47,28	0,75	138,74	14,25	16,77
Calcio mg/L	207,44	150,52	285,97	177,49	86,96	54,39
Magnésio mg/L	158,45	87,35	40,54	104,98	46,83	57,40
Cobre mg/L	2,70	0,62	8,20	3,67	< 0.373	<LQ(0.373)
Potássio mg/L	958,33	1296,06	754,81	729,36	348,30	980,49
Zinco mg/L	33,74	10,94	210,69	36,65	7,09	0,05
COT mg/L	5563,95	4443,11	4152,33	4641,49	941,86	2015,71
Manganês mg/L	0,33	< L.Q.	< 0.098	0,59	< 0.098	<LQ(0.098)
Nitrogênio total mg/L	639,00	119,70	146,00	445,20	417,00	93,80

Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 DESAFIOS

Os principais desafios enfrentados ao longo do estudo foram de natureza operacional e interpretativa. Entre eles, destacaram-se a variabilidade espacial e temporal dos dados, que exigiu cautela na interpretação dos resultados, bem como a dificuldade de amostragem em pontos de difícil acesso nas lagoas. A interpretação integrada dos dados de solo e resíduo também se mostrou desafiadora, dada a complexidade das interações entre os diferentes compartimentos do sistema.

Do ponto de vista zootécnico e ambiental, os principais desafios identificados incluíram a manutenção da matéria orgânica no sistema, o controle das perdas de potássio, o equilíbrio entre a fertilização orgânica e a sustentabilidade do manejo a longo prazo. Dentre esses, a queda acentuada dos teores de potássio no solo configura-se como o ponto mais crítico, uma vez que

pode comprometer a produtividade futura da pastagem caso não sejam adotadas medidas corretivas e estratégias de manejo mais equilibradas.

3.3 APRENDIZADO

A experiência proporcionou aprendizados fundamentais para o aprimoramento do manejo com biofertilizantes. Em primeiro lugar, evidenciou-se que o monitoramento contínuo é essencial para identificar tendências e ajustar o manejo de forma proativa, evitando que desequilíbrios se instalem de maneira irreversível. Constatou-se também que a aplicação de biofertilizantes pode melhorar a fertilidade do solo, mas requer equilíbrio nutricional, uma vez que o aporte desbalanceado de elementos pode gerar efeitos adversos. Além disso, a eficiência dos sistemas de tratamento deve ser avaliada periodicamente, com ações corretivas implementadas sempre que necessário, garantindo que o biofertilizante aplicado mantenha qualidade adequada. Outro aprendizado relevante foi que a integração entre universidade, produtor e comunidade fortalece a construção de conhecimento aplicado, permitindo que a pesquisa dialogue com a realidade do campo e gere soluções mais efetivas.

A prática evidenciou, ainda, que a biofertilização melhora alguns atributos químicos e biológicos do solo, como os teores de fósforo, mas nem todos os nutrientes respondem da mesma forma, sendo o potássio um exemplo claro de elemento que pode sofrer reduções significativas. O manejo, portanto, deve ser ajustado continuamente com base em análises de solo, que orientam a necessidade de complementação ou interrupção das aplicações. Os indicadores biológicos mostraram-se essenciais para a avaliação da qualidade do solo, oferecendo uma visão mais ampla sobre os efeitos do manejo na atividade microbiana e na ciclagem de nutrientes.

Por fim, reforça-se a necessidade de adoção de estratégias complementares ao uso do biofertilizante, tais como a rotação de culturas para diversificar a demanda nutricional e reduzir o risco de desequilíbrios, e a manutenção de cobertura vegetal permanente, que contribui para a proteção do solo contra erosão e perdas de nutrientes por lixiviação.

REFERÊNCIAS

GHIMIREY, V. et al. Biofertilizers: a sustainable strategy for enhancing physical, chemical, and biological properties of soil. **Innovations in Agriculture**, v. 7, p. 1-11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3897/ia.2024.128697>. Acesso em: 20 de mar. 2026

LI, P. et al. Assessing the alteration of soil quality under long-term fertilization management in farmland soil: integrating a minimum data set and developing new biological indicators. **Agronomy**, v. 14, n. 7, p. 1552, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14071552>. Acesso em: 20 de mar. 2026

LIU, Y. et al. Multifaceted ability of organic fertilizers to improve crop productivity and abiotic stress tolerance: review and perspectives. **Agronomy**, v. 14, n. 6, p. 1141, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061141>. Acesso em: 20 de mar. 2026

LIZCANO-TOLEDO, R. et al. Phosphorus dynamics in the soil–plant–environment relationship in cropping systems: a review. **Applied Sciences**, v. 11, n. 23, p. 11133, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/app112311133>. Acesso em: 20 de mar. 2026

NJANDOH MBEBOH, M. et al. Long-term application of organic amendments enhances soil microbiota and chemical properties in maize rhizosphere. **Discover Soil**, v. 3, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44378-026-00180-6>. Acesso em: 20 de mar. 2026

NGOC, V. et al. Efeitos do biofertilizante sólido contendo bactérias não-sulfurosas roxas solubilizantes de potássio na dinâmica, crescimento e rendimento de milho híbrido cultivado em solos aluviais diques. **Open Agriculture**, v. 11, n. 1, p. 20250487, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1515/opag-2025-0487>. Acesso em: 20 mar. 2026

WANG, H. et al. Organic fertilizer enhances crop yield and soil health by increasing arbuscular mycorrhizal fungi species richness. **Functional Ecology**, v. 39, p. 3210-3224, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.70151>. Acesso em: 20 de mar. 2026