



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE BRASÍLIA  
CAMPUS PLANALTINA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

**ANDRÉIA DE SOUZA CRUZEIRO E AROLDA DE SOUZA MARIA**

**AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DE SOLO SOB  
CERRADO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

CD-OK  
Termo de  
autorização - OK

RB 19827

TCC AGR

ex.1

052249

CONSULTA  
LOCAL

Planaltina-DF

2016



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE BRASÍLIA  
CAMPUS PLANALTINA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DE SOLO SOB  
CERRADO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

**ANDRÉIA DE SOUZA CRUZEIRO E AROLDA DE SOUZA MARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte das exigências para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, *Campus Planaltina*.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Dirceu Macagnan**

Planaltina-DF

2016

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, sempre presentes e com o apoio incondicional, que me permitiram chegar até aqui, com a certeza de que tudo o que eu fizer será sempre para a minha família e para a minha alma.

Em seguida, agradeço aos meus professores, especialmente aos que me ensinaram a amar a vida e a estudar, pois sem eles não teria chegado até aqui. Um agradecimento especial aos meus professores da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, dando-me força e coragem para enfrentar todos os desafios.

Aos meus colegas de curso, com quem compartilhei momentos de alegria e tristeza.

Aos meus familiares, especialmente aos meus avós, que sempre me incentivaram a estudar e a lutar por meus sonhos.

Aos meus professores, especialmente aos meus professores da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo, que me ensinaram a amar a vida e a estudar, pois sem eles não teria chegado até aqui.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, dando-me força e coragem para enfrentar todos os desafios.

Aos meus colegas de curso, com quem compartilhei momentos de alegria e tristeza.

Aos meus familiares, especialmente aos meus avós, que sempre me incentivaram a estudar e a lutar por meus sonhos.

Aos meus professores, especialmente aos meus professores da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo, que me ensinaram a amar a vida e a estudar, pois sem eles não teria chegado até aqui.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, dando-me força e coragem para enfrentar todos os desafios.

*Este trabalho é dedicado em especial as nossas famílias, pois sempre nos apoiaram e nos deram força para continuar não medindo esforços para nos dar o que a eles foi negado, a oportunidade de prosseguir nos estudos. Obrigada por tudo.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por nos proporcionar o dom da vida e por sempre estar ao nosso lado nos momentos mais difíceis, dando força para não desistir jamais e por nos abençoar em todos os momentos.

Aos nossos pais Raimundo Luiz Cruzeiro, Maria Helena de Souza Cruzeiro, Joaquim Antônio e Lormira Maria de Souza, pessoas as quais seremos eternamente gratos pela educação que até hoje vem nos dando e que sempre estiveram ao nosso lado sem medir esforços para nos ajudar nesta jornada.

Aos nossos irmãos por estarem ao nosso lado toda essa jornada nos incentivando e apoiando.

Ao meu filho Héder Abner Gomes Cruzeiro pelo seu amor, carinho e compreensão.

Ao orientador, Prof. Dirceu Macagnan, pela orientação, por todo o apoio, dedicação, paciência e por confiar sempre no desenvolvimento deste e de outros trabalhos.

Aos examinadores, Prof.<sup>a</sup> Edilsa Rosa da Silva e o Prof.<sup>o</sup>. Hamilton Marcos Guedes que apesar de tudo tirou um tempo para ler, corrigir e se deslocar até a faculdade para dar seu parecer sobre o trabalho, contribuindo também para a nossa formação acadêmica.

A todos os professores que nos aguentaram nesses três anos, pela paciência e ajuda nos momentos de dúvidas.

Agradecemos imensamente a todos do IFB – Instituto Federal de Brasília, que contribuíram direta ou indiretamente para que nosso sonho se realizasse.

Aos bons amigos Josemar (Zeca), Manoel (Ribeirinho), Eliete Bedin, Dhyego Fonseca, Terezinha Cristina e Elizarda, para que nunca deixemos de preservar a verdadeira amizade.

Aos senhores José Ribeiro e Graciano Gomes por, terem concedido que fizéssemos as coletas de solos em suas propriedades.

Aos amigos que tivemos a oportunidade de conquistar, Maicon, Jovino, Laís, Ivonete, Maria Aparecida, Viviane, Stephanie, Naiara, Mhainara, Kayque Rangel, Nilmar, Ítalo e Elsio Moriani. A todos os colegas do Curso e também aos que ficaram um pouco mais longe decidindo por iniciar suas atividades profissionais após o término da graduação; valeu pela parceria.

*“Mas os que esperam no senhor, renovarão as suas forças, subirão com asas como águias, correrão e não se cansarão, caminharão e não se fadigarão.”*

***Isaias 40:31***

## RESUMO

CRUZEIRO, Andréia. Souza; MARIA, Arolda. Souza (2016). **Avaliação de atributos microbiológicos de solo sob cerrado em diferentes sistemas de manejo.** Monografia apresentada ao Instituto Federal de Brasília – *Campus* Planaltina, como parte dos requisitos para a graduação em Tecnólogo em Agroecologia.

Os microrganismos exercem funções essenciais para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas. Estes constituem a chamada biomassa microbiana do solo que é composta por bactérias, fungos, protozoários e algas. Ela é um importante componente na avaliação da qualidade do solo porque atua nos processos de decomposição natural interagindo na dinâmica dos nutrientes e regeneração da estabilidade dos agregados, a qual favorece o acúmulo de carbono ao solo. O objetivo do presente projeto foi obter informações sobre a influência do solo submetido a diferentes sistemas de manejo e sobre a abundância de microrganismos no mesmo. Para tanto, amostras de solo, de áreas adjacentes foram coletadas (0 – 10 cm) sob cultivo orgânico, convencional e sob vegetação nativa em propriedades na Colônia Agrícola Rajadinha I e encaminhadas para análises no laboratório de Microbiologia do IFB *Campus* Planaltina DF. As amostras foram submetidas à quantificação de fungos e de bactérias totais, assim como de fungos e bactérias solubilizadoras de fosfato. Foi também quantificada a biomassa e respiração microbiana. Após as análises dos dados obtidos foi observado que o cultivo orgânico obteve resultados satisfatórios tanto quanto a mata nativa, já o cultivo convencional foi desfavorável aos resultados esperados. Concluem - se que o cultivo orgânico e mata nativa obtiveram resultados positivos devido à ausência de revolvimento do solo e o acúmulo de matéria orgânica, o cultivo convencional foi influenciado consequentemente pelo manejo e a perturbação do solo. Espera - se que este trabalho contribua para uma agricultura mais sustentável, resultando em uma melhorias práticas agrícolas.

**Palavras-chave:** Biomassa microbiana, Agricultura orgânica, Bactérias solubilizadoras de fosfato.

## ABSTRACT

CRUZEIRO, Andreia. Souza; MARIA, Arolda. Souza (2016). **Evaluation of microbiological soil attributes under cerrado in different management systems.** Paper presented at the Federal Institute of Brasilia - Planaltina Campus as part of the requirements for graduation in Technologist in Agroecology.

Microorganisms perform essential functions for maintaining and balancing ecosystems. These constitute the so-called microbial biomass of the soil that is composed of bacteria, fungi, protozoa and algae. It is an important component in the evaluation of soil quality because it acts in the processes of natural decomposition interacting in the nutrient dynamics and regeneration of the stability of the aggregates, which favors the accumulation of carbon in the soil. The objective of the present project was to obtain information on the influence of soil submitted to different management systems on the abundance of microorganisms in it. For this purpose, soil samples from adjacent areas were collected (0 - 10 cm) under organic, conventional and native vegetation on properties in the Agricultural Colony Rajadinha I and sent to the IFB Campus Planaltina DF Microbiology laboratory. The samples were subjected to quantification of fungi and total bacteria as well as fungi and phosphate solubilizing bacteria. Biomass and microbial respiration were also quantified. After the analysis of the data, it was observed that the organic cultivation obtained satisfactory results as much as the native forest, since conventional cultivation was unfavorable to the expected results. It is concluded that organic cultivation and native forest yielded positive results due to the absence of soil rotation and the accumulation of organic matter, conventional cultivation was consequently influenced by soil management and disturbance. It is hoped that this work will contribute to a more sustainable agriculture, resulting in an improvement in agricultural practices.

**Key words:** Microbial biomass, Organic farming, Phosphate solubilizing bacteria.

## LISTA DE SIGLAS

<b>BaCl</b>	: Cloreto de Bário
<b>BMS</b>	: Biomassa Microbiana do Solo
<b>C</b>	: Carbono
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	: Cloreto de Cálcio
<b>CC</b>	: Cultivo Convencional
<b>CO</b>	: Cultivo Orgânico
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Gás Carbônico
<b>CuSO<sub>4</sub></b>	: Sulfato de Cobre
<b>ECOCERTC</b>	: (Organismo de Inspensão e Certificação)
<b>F</b>	: Fumigada
<b>FE-EDTA</b>	: Ácido etilenodiamino tetra - acético
<b>Ha</b>	: Hectare
<b>H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub></b>	: Ácido Bórico
<b>HCL</b>	: Ácido Clorídrico
<b>K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub></b>	: Potássio fosfato Dibásico
<b>KNO<sub>3</sub></b>	: Nitrato de Potássio
<b>KOH</b>	: Hidróxido de Potássio
<b>MAPA</b>	: MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento)
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	: Sulfato de Magnésio
<b>MOT</b>	: Matéria Orgânica Total
<b>MN</b>	: Mata Nativa
<b>MnSO<sub>4</sub></b>	: Sulfato de Manganês
<b>N</b>	: Nitrogênio
<b>Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub></b>	: Molibdato de Sódio
<b>NaCl</b>	: Cloreto de Sódio
<b>NaOH</b>	: Hidróxido de Sódio
<b>NF</b>	: Não Fumigada
<b>P</b>	: Fósforo
<b>QS</b>	: Qualidade do Solo
<b>ZnSO<sub>4</sub></b>	: Sulfato de Zinco

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. JUSTIFICATIVA .....	15
3. OBJETIVOS .....	17
3.1. Objetivo geral .....	17
3.2. Objetivos específicos .....	17
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
4.1 Bioma Cerrado.....	18
4.2 A Importância dos microrganismos no solo .....	19
4.3 Ciclo Fósforo .....	21
4.4 Biomassa microbiana.....	24
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
5.1. Descrição da área de estudo.....	28
5.2 Quantificação da respiração do solo, através do método de titulação de CO <sub>2</sub> .....	30
5.3 Quantificação da biomassa microbiana do solo.....	32
5.4 Quantificações de bactérias totais e de solubilizadoras de fosfato de cálcio. ....	33
5.5 Quantificação de fungos totais e de solubilizadores de fosfato de cálcio.....	34
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
6.1 Caracterização dos três sistemas de manejos do solo avaliados.....	36
6.2 Quantificação da respiração do solo, por meio do método de titulação de CO <sub>2</sub> .....	37
6.3 Quantificação da biomassa microbiana do solo.....	38
6.4Quantificação de bactérias e fungos (totais e solubilizadores de fosfato de cálcio).40	
7. CONCLUSÕES.....	45
8. REFERÊNCIAS .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

Os Cerrados apresentam-se como uma das alternativas com maior potencial para expansão agrícola brasileira. Por suas características de localização geográfica, clima e extensão, cerca de 112 milhões de hectares de terras aráveis são potencialmente aptos para o cultivo (SANO et al., 2009).

De acordo com Arruda (2002), o uso do solo se intensificou além da sua capacidade, devido à necessidade de alimentar a população mundial, que cresce em ritmo acelerado.

Nas últimas décadas, a preocupação com a avaliação da qualidade do solo tem se destacado e a quantificação de alterações nos seus atributos, decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo, tem sido amplamente realizada para monitorar a produtividade sustentável dos solos (NEVES et al., 2007) e a conservação dos recursos naturais.

De acordo com Moreira e Siqueira (2002), o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores que determinam a quantidade e qualidade do material que se deposita no solo, influenciando a heterogeneidade e a taxa de decomposição do material depositado na superfície, a decomposição destes materiais dependem dos processos de transformação da matéria orgânica pelos microrganismos do solo, por meio dos quais se podem mensurar a qualidade do solo.

Determinando-se os valores do carbono da biomassa microbiana, a matéria orgânica do solo representa o principal reservatório de energia para os microrganismos e de nutrientes para as plantas (D'ANDRÉA et al., 2002).

Segundo Mercante (2008), os atributos biológicos do solo têm a capacidade de medir o nível de desequilíbrio ao qual um determinado ambiente está sujeito, sendo úteis para determinar os efeitos positivos e negativos sobre a qualidade do solo e a sustentabilidade das práticas agrícolas.

Entre os atributos microbiológicos e bioquímicos, que apresentam grande potencial de utilização como indicadores sensíveis do estresse ecológico, destacam-se a densidade total de bactérias, fungos, microrganismos solubilizadores de fosfato, biomassa microbiana e atividade de microrganismos heterotróficos (SILVEIRA et al, 2004).

A qualidade do solo é fortemente influenciada por processos mediados por microrganismos. Essa qualidade pode estar relacionada à sua diversidade e é provável que a

estrutura da comunidade microbiana tenha o potencial para servir como uma indicação precoce, da degradação ou melhoria da sua qualidade como a capacidade de produzir alimentos em longo prazo, de forma sustentável (SANTANA e BAHIA FILHO, 2003).

Pode também contribuir para o bem dos seres vivos, sem deteriorar os recursos naturais básicos ou prejudicar o ambiente e os animais, assim a qualidade do solo constitui-se no mais importante elo entre as práticas agrícolas e a agricultura sustentável (ISLAM e WEIL, 2000).

Algumas propriedades biológicas do solo, enfatizando as de natureza microbiológica, têm sido propostas como as mais sensíveis às mudanças, quando os solos são submetidos a diferentes tipos de manejo e, portanto, seriam mais adequadas como indicadores de qualidade do solo (TÓTOLA e CHAER, 2002).

O sistema agrícola é sustentável quando satisfaz as necessidades do agricultor, incluindo a produtividade, a rentabilidade e a aceitabilidade, ao mesmo tempo em que conserva os recursos naturais, a base para a sustentabilidade da agricultura está diretamente relacionada ao manejo adequado da cobertura vegetal, conservando e elevando o teor de matéria orgânica do solo (SANTOS et al., 2002).

Os sistemas de manejo conservacionistas que priorizam a manutenção de resíduos de culturas sobre a superfície do solo, minimizando as perturbações em seus atributos, é uma prática cada vez mais comum devido ao crescente interesse pela agricultura sustentável, pois representa uma importante fonte de carbono que contribui no restabelecimento da matéria orgânica decomposta como resultado das atividades de cultivo (CHENEBY et al., 2010).

A conversão de áreas nativas em áreas cultivadas resulta em perdas de carbono em cerca de 20 a 40 %, e essas perdas continuam durante o processo produtivo, principalmente em áreas de culturas anuais (BREVIK, 2013).

O sistema orgânico e convencional se diferem em vários aspectos de produção, como no controle de pragas, em que o sistema de produção orgânica não utiliza defensivos sintéticos, enquanto que o sistema convencional utiliza intensivamente agroquímicos no controle de pragas e plantas voluntárias (MELLO et al., 2003).

A agricultura orgânica refere-se a um sistema de produção cujo objetivo é manter a produtividade agrícola, evitando ou reduzindo significativamente o uso de fertilizantes sintéticos e pesticidas, objetivando a sustentabilidade econômica e ecológica dos agroecossistemas, revelando o melhor desempenho em termos de qualidade do solo e da água (ALTIERI e NICHOLLS, 2003; RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003).

Avaliar a qualidade do solo permite prever danos ao ambiente, subsidiar discussões sobre a continuidade de um manejo, descobrindo pontos fortes e fracos, que podem fortalecer sobre a importância da biodiversidade em sistemas de produção, além de contribuir para a readequação de práticas culturais que visem à conservação do solo (D'ANDRÉA et al., 2002).

Além disso, oportuniza a revisão das relações de cooperação e de competitividade no agronegócio brasileiro, possibilitando, desta forma, o estabelecimento de um relativo equilíbrio de forças entre os agentes das cadeias produtivas de alimentos, por meio de estratégias associadas às mudanças nos padrões de consumo e da conscientização ecológica, (SCHULTZ, 2007).

## 2. JUSTIFICATIVA

O Cerrado, um dos mais importantes biomas para a conservação da biodiversidade, tem sofrido altas taxas de desmatamento e mais da metade de seus 2.000.000 de Km<sup>2</sup> originais foram destinados ao cultivo de pastagens e culturas anuais (KLINK e MACHADO, 2005).

A conversão da vegetação nativa em área de produção agrícola pode reduzir drasticamente os teores de matéria orgânica (MOS), com perdas da ordem de 50% nos primeiros 20 cm de solo, principalmente nas camadas superficiais (RANGEL e SILVA, 2007).

Nas últimas décadas tem ocorrido uma crescente preocupação com as práticas agrícolas, levando à implementação do conceito de “Agricultura Sustentável”, que tem como base três grandes pilares: sustentabilidade ambiental, equidade econômica e equilíbrio social, representadas por atividades que visem o aproveitamento dos recursos naturais existentes e da inovação de técnicas da produção agrícola, e a realização de investigações científicas em várias áreas como, por exemplo, a microbiologia, envolvendo não só a comunidade científica, como também os produtores, consumidores e comerciantes (SAREP, 2013).

As práticas agrícolas modernas ou convencionais são caracterizadas principalmente pela alta dependência de insumos externos, como o uso intensivo de produtos químicos para o controle de pragas, o que afeta diversas espécies, uso intensivo do solo e a monocultivo de espécies comerciais (GLIESSMAN, 2005).

Na busca de um sistema de produção agrícola baseados nos princípios de sustentabilidade, destaca-se o sistema de cultivo orgânico, que se caracteriza pela diversidade de cultivos, redução do revolvimento do solo e não utilização de fertilizantes minerais e agrotóxicos (GOMIERO et al., 2011).

Ao contrário dos sistemas convencionais, a agricultura orgânica surge como alternativa fundamental, na conservação e melhoramento da capacidade produtiva do solo, diversificação do sistema de produção com a utilização da consorciação de culturas e aproveitamento dos processos ecológicos para a regulação das populações de herbívoros-pragas (SOUZA e RESENDE, 2006). Esta sustentabilidade é tratada em seu sentido social e econômico.

A qualidade do solo foi conceituada como a capacidade de produzir alimento em longo prazo, de forma sustentável, contribuindo para o bem-estar dos seres vivos, sem deteriorar os recursos naturais básicos ou prejudicar o ambiente e os animais. Assim, um solo de qualidade

constitui-se no mais importante elo entre as práticas agrícolas e a agricultura sustentável (SANTANA e BAHIA FILHO, 2003).

A influência da utilização da terra sobre as perdas de CO<sub>2</sub> do solo é significativa, o que resulta em diferenças entre sistemas com vegetação natural e agroecossistemas sob intervenção humana (ROSCOE, 2006).

O presente projeto teve como objetivo realizar uma pesquisa de campo para avaliar o solo em três cultivos diferentes, dentre eles, o cultivo orgânico, o convencional e mata nativa para analisar a quantidade de respiração basal, a biomassa microbiana e a quantificação de fungos e bactérias totais e solubilizadores de fosfato de cálcio no solo. Com os dados obtidos procurou-se identificar qual o sistema de manejo apresentou os maiores índices de sustentabilidade.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral

Avaliar a abundância de microrganismos em diferentes sistemas de manejo, cultivo orgânico, cultivo convencional e sob vegetação nativa da Colônia Agrícola Rajadinha I de Planaltina, DF.

#### 3.2. Objetivos específicos

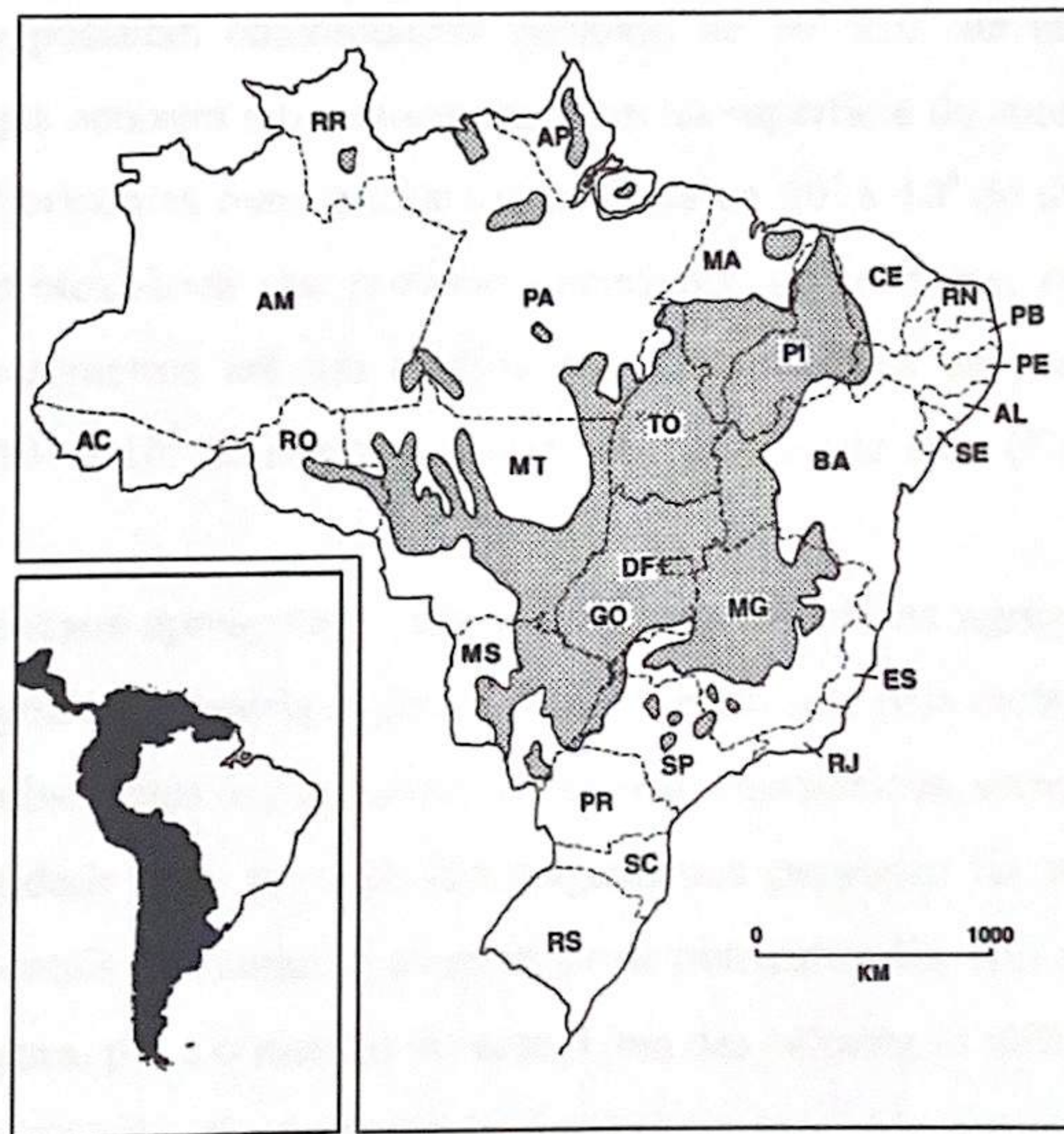
- Quantificar a respiração do solo, por meio do método de titulação de  $\text{CO}_2$ ;
- Quantificar a biomassa microbiana do solo;
- Quantificar a população de bactérias e fungos totais em solo submetido a três diferentes manejos;
- Quantificar a população de fungos e de bactérias capazes de solubilizar fosfato de cálcio em solo submetido a três diferentes manejos.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Bioma Cerrado

De acordo com Oliveira (2015), o Cerrado Brasileiro é um dos maiores biomas da América do Sul, correspondendo a um ecossistema de aproximadamente 2.000.000 km<sup>2</sup>. Abrangem-se áreas do Brasil, Bolívia e Paraguai representando 25% do território brasileiro. O nome Cerrado geralmente é utilizado para caracterizar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central.

No Brasil sua área estende-se sobre os estados de Goiás, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além de enclaves do Amapá, Roraima e Amazonas (Figura 01). Nesse território encontram-se as nascentes das três bacias hidrográficas (Amazônica, Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta numa grande disponibilidade de recursos hídricos (MENDONÇA et al., 2000).



**Figura 01-** Distribuição da vegetação do cerrado brasileiro (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997).

O Cerrado brasileiro possui uma grande diversidade biológica, é reconhecido como a savana mais rica do mundo (MENDONÇA et al., 2008). Expõe uma grande abundância biológica estimada em 160.000 mil espécies de plantas e animais, que adequa 5% da flora e fauna mundial. Como característica, este bioma apresenta uma vegetação peculiar, verões quentes e chuvosos e invernos suaves e secos. A precipitação média é de 1.500mm, suas temperaturas variam em média de 22°C a 27°C (PEIXOTO et al., 2010).

Uma das características comuns do cerrado brasileiro é a elevada acidez do solo, deficiência de nutrientes e altos teores de alumínio. Possui também uma grande importância ecológica e econômica, pouco se sabe sobre a biodiversidade do Cerrado, especialmente a diversidade microbiana do solo (OLIVEIRA, 2015).

#### **4.2 A Importância dos microrganismos no solo**

Os solos constituem o maior reservatório de microrganismos do planeta, onde exercem funções essenciais na conservação e estabilidade dos ecossistemas. Pode ser classificados em quatro grupos distintos: as bactérias, que apresentam maior abundância e diversidade entre espécies são estimadas em cerca de  $10^8$  a  $10^9$  de microrganismos por gramas de solo; os fungos encontrados no solo possuem comunidades variando de  $10^4$  a  $10^6$  de microrganismos por grama de solo; as algas ocorrem em maiores números na superfície do solo (0,5 cm) podendo ser encontradas em horizontes mais profundos na faixa de  $10^3$  a  $10^4$  de microrganismos por grama de solo, os protozoários são protistas superiores, unicelulares, cujo tamanho pode variar de alguns micrômetros até um centímetro, as populações de protozoários no solo podem variar entre  $10^4$  a  $10^5$  de microrganismos por gramas de solo (CARDOSO, TSAI e NEVES, 1992).

Os microrganismos apresentam uma grande importância na agricultura porque são responsáveis em degradar a matéria orgânica disponível no solo pela ciclagem de nutrientes e em converter as substâncias orgânicas em compostos inorgânicos, tornando-as úteis para as plantas. A quantidade e os tipos de microrganismos presentes no solo dependem de muitos fatores ambientais tais como: a quantidade de nutrientes disponíveis; umidade; grau de aeração; temperatura; pH e o manejo do solo. Uma das estratégias utilizadas para avaliar possíveis alterações do solo em decorrência do tipo de uso e de técnicas de manejo é a comparação de atributos do solo cultivado em relação àquele sob vegetação natural (BARROS e COMERFORD, 2002; GAMA-RODRIGUES et al., 2008; BALOTA et al., 2003).

Os microrganismos são fundamentais para os processos de funcionamento e estabilidade do ecossistema, os atributos microbiológicos e bioquímicos apresentam um grande potencial de utilização como indicadores sensíveis de estresse ecológico, podendo destacar a densidade total de bactérias, fungos, solubilizadores de fosfato e biomassa microbiana, onde estão exatamente implicados nos ciclos de nutrientes no solo, se avaliada a quantificação de determinados grupos microbianos pode se avaliar como estão ocorrendo os processos biogeoquímicos no solo (SILVEIRA et al., 2006).



**Figura 02-** Relação dos microrganismos com solo (SIQUEIRA, 2006).

De acordo com Falcão (2005), a matéria orgânica sofre ação de organismos numa sequência que começa com animais maiores (denominados como macrofauna) até chegar aos microscópicos, transformando a matéria orgânica em compostos que ficarão no solo por um determinado tempo até serem novamente aproveitados. Sendo assim, todos os microrganismos são importantes para a degradação da matéria orgânica do solo.

Os microrganismos são indicadores biológicos para avaliar a qualidade do solo, pois apresentam uma grande sensibilidade as mudanças de manejos, porque constituem a maior

fração ativa da matéria orgânica, sendo assim é possível descobrir as mudanças que ocorrem no solo se reagem rapidamente ao decréscimo ou incremento na quantidade da matéria orgânica do solo (NUNES et al., 2009).

#### 4.3 Ciclo Fósforo

Segundo Barroti e Nahas (2000), entre os elementos em relevância, o fósforo (P), o nitrogênio (N) e o potássio (K), ocupam posições de destaque em relação aos seres vivos, tendo em vista sua atuação estrutural, funcional e na transferência de energia.

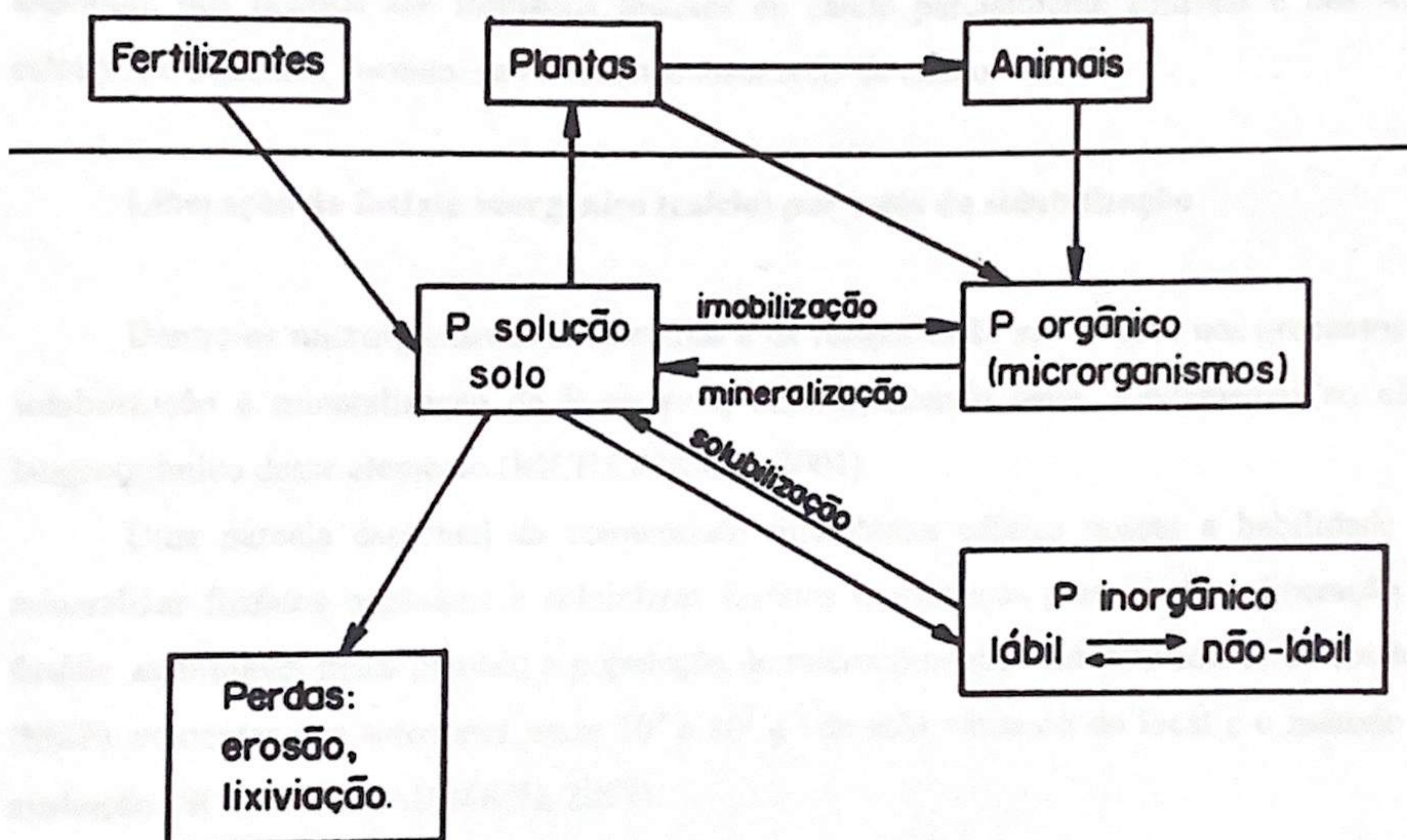
O fósforo é um elemento essencial à vida, pois a maioria dos processos metabólicos de qualquer organismo depende da presença desse elemento. Está envolvido nas vias de transferência de energia como constituinte das moléculas de ATP e NADPH<sup>+</sup> e no armazenamento e transferência das informações genéticas como constituinte das moléculas de DNA e RNA, assim como faz parte do fosfolipídio das membranas celulares (NELSON e COX, 2011).

De acordo com Souza et al. (2004), o fósforo é o macronutriente requerido pelas plantas, que mais limita a produtividade agrícola nacional devido a sua baixa disponibilidade nos solos em condições naturais.

Entre os elementos importantes para sustentar o potencial produtivo das culturas agrícola na região do Cerrado, o P merece um destaque especial, pois além de apresentar baixo teor de P total e muito baixo teor de P disponível para as plantas, o suprimento deste elemento no solo é dificultado pela baixa eficiência de aplicação dos fertilizantes fosfatados, já que as fontes solúveis de P adicionados ao solo normalmente podem ser adsorvidas ou convertidas a compostos de baixa solubilidade (SILVA, 2008).

A disponibilidade de fósforo no solo está relacionada às mudanças químicas e biológicas desse elemento. A decomposição da matéria orgânica por microrganismos é a fonte essencial de conservação do ciclo. Eles imobilizam uma parcela do fósforo mineralizado e liberam a maior parte para a solução do solo. A quantidade de fósforo disponível em solução é muito menor que as existentes nas outras frações, em média, a 0,01% do total. Quando se aplicam fertilizantes solúveis, os íons fosfatos são primeiramente liberados na solução do solo e ficam em equilíbrio com a fração lábil, que repõe o fósforo à medida que as plantas consomem (NARLOCH, 2002).

Ainda de acordo com esse autor, a fração lábil e os íons fosfatos são convertidos a fosfatos insolúveis, por adsorção na superfície de um sólido ou por precipitação. O fosfato passa progressivamente da fração lábil a não lábil, tornando-se cada vez menos disponível às plantas. O regresso à fração lábil é pequeno e extremamente lento, mas pode ser acelerado por mecanismos de solubilização pela microbiota do solo (figura 03).



**Ciclo do fósforo no solo.**

**Figura 03-** Ciclo do fósforo no solo (CARDOSO et al. 1992).

O fósforo orgânico é originário dos resíduos vegetais adicionados ao solo, do tecido microbiano e dos produtos de sua decomposição (RHEINHEIMER et al., 2000; MARTINAZZO et al., 2007).

O fósforo orgânico pode constituir de 5 a 80% do fósforo total do solo e, nos solos tropicais, é fonte de fósforo às plantas e deve ser levada em consideração em estudos envolvendo a sua dinâmica e a biodisponibilidade (RHEINHEIMER e ANGHINONI, 2003).

A baixa disponibilidade desse elemento para as plantas é atribuída a grande

reatividade e a alta taxa de retenção de seus íons no solo (MENDES e JÚNIOR, 2003).

Na fração inorgânica, o fósforo da solução do solo torna-se rapidamente indisponível por diferentes formas de retenção. A retenção, também denominada "fixação", ocorre por adsorção e oclusão às partículas sólidas, ou por precipitação, quando se formam os fosfatos insolúveis. A precipitação é o processo que origina os compostos mais estáveis, quando os ortofosfatos reagem com os cátions do solo, formando fosfatos insolúveis (CANTARUTTI e NEVES, 2007).

De acordo com Narloch (2002), nos solos ácidos são formados fosfatos de ferro e alumínio, nos neutros são formados fosfatos de cálcio parcialmente solúveis e nos solos calcários e alcalinos, formam-se os fosfatos insolúveis de cálcio.

### **Liberação de fosfato inorgânico (cálcio) por meio da solubilização**

Dentre os microrganismos as bactérias e os fungos estão envolvidos nos processos de solubilização e mineralização de P no solo, desempenhando papel fundamental no ciclo biogeoquímico desse elemento (RICHARDSON, 2001).

Uma parcela essencial da comunidade microbiana edáfica possui a habilidade de mineralizar fosfatos orgânicos e solubilizar fosfatos inorgânicos permitindo a liberação de fosfato assimilável pelas plantas, a população de microrganismos solubilizadores de fosfatos (MSF) existentes nos solos está entre  $10^4$  e  $10^7$   $g^{-1}$  de solo variando do local e o método de avaliação (SOUCHIE e ABOUD, 2007).

Estes microrganismos utilizam mecanismos diferentes para converter formas insolúveis do fosfato em solúveis, através da atividade de enzimas como as fosfatases ou hidrólises, com processos de acidificação, quelação, reações de troca, mas normalmente o mecanismo principal de solubilização é a liberação de metabólitos como os ácidos orgânicos (LINS, 2014).

Para disponibilizar o P precipitado junto ao cálcio, os micro-organismos solubilizadores de fosfato inorgânico acidificam naturalmente a rizosfera por meio da liberação de  $H^+$  e ácidos orgânicos (SOUSA, 2010).

As fosfatases podem ser secretadas fora da membrana plasmática dos microrganismos ou permanecem retidas na membrana como proteínas solúveis (OLIVEIRA et al, 2003).

Quanto mais ativa a microbiota do solo, maior a disponibilidade de fósforo que se tem no mesmo. Esta disponibilidade, além de ser atribuída a micorrização das plantas, também é

atribuída a uma grande variedade de microrganismos disponibilizadores de fósforo (MDF). Dentre os MDF (s) de vida livre, estão às bactérias e fungos, que têm sido frequentemente isolados. Para alguns autores as bactérias mostraram-se mais eficientes, enquanto que para outros, os fungos foram mais eficientes, embora menos frequentes. Os gêneros mais frequentemente isolados são: **Bactérias:** *Bacillus*, *Thiobacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Arthrobacter*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Nitrobacter*, *Escherichia*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Erwinia*, *Brevibacterium*. **Fungos:** *Aspergillus*, *Penicillium*, *Sclerotium*, *Rhizopus*, *Candida*, *Oidiodendron*, *Pseudogymnoascus*, *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Fusidium*, *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Cunninghamella*, *Thielavia*, *Mucor*, *Coniothyrium* (CARDOSO et al, 1992).

Alguns destes microrganismos podem ser cultivados em meios de cultura onde apenas a apatita ou outra fonte de fósforo insolúvel é fornecida, assimilando o fósforo para o seu metabolismo próprio e liberando o excesso como íons fosfatos.

#### 4.4 Biomassa microbiana

A fração orgânica e inorgânica do solo é uma mistura complexa de tecidos vivos e morta, são materiais complexos em constante transformação. Aproximadamente 98 % do carbono orgânico do solo, encontram-se como matéria morta, principalmente na forma de húmus, enquanto na fração viva de 5 a 10% são raízes; 60 a 80% microrganismos e de 15 a 30 % componentes da macrofauna. A biomassa microbiana do solo é definida como a parte viva da matéria orgânica que é constituída pelos microrganismos menores que  $5 \times 10 \mu\text{m}^3$ . Esses microrganismos podem servir como indicadores rápidos de mudanças no solo, revelando a sensibilidade da microbiota e a interferências no processo. Por meio de ferramentas adequadas de avaliação é possível obter indícios a respeito da ciclagem da matéria orgânica, podendo atuar como fonte e dreno de nutrientes por meio de processos de mineralização e imobilização, respectivamente (SILVEIRA et al., 2006; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; MERCANTE et al, 2008).

Mas, apenas as determinações da BMS não fornecem indicações sobre os níveis de atividade das populações de microrganismos, ou seja, pode haver no solo elevada quantidade de biomassa inativa justificando a importância dos parâmetros que medem a atividade

microbiana para avaliar o estado metabólico atual e potencial dessas comunidades (TÓTOLA e CHAER, 2002).

O carbono da BMS representa a quantidade de carbono que a biomassa microbiana do solo imobiliza em suas células. Por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais (INSAM, 2001).

A população de microrganismos do solo é capaz de utilizar apenas 1/3 de todo o carbono disponível na matéria orgânica, para elaboração de novas células. Dessa forma, observa-se que há uma relação direta entre respiração microbiana do solo e liberação de CO<sub>2</sub> para atmosfera (DIONÍSIO, 2005).

O solo é o receptor final dos resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e dos produtos das suas transformações. Apesar das incontáveis diferentes formas e tamanhos de organismos que habitam o solo, sua atividade decompositora é dominada, principalmente, pelos organismos microscópios (fungos, bactérias e microfauna), considerando consumidores primários e caracterizados pela elevada atividade respiratória (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

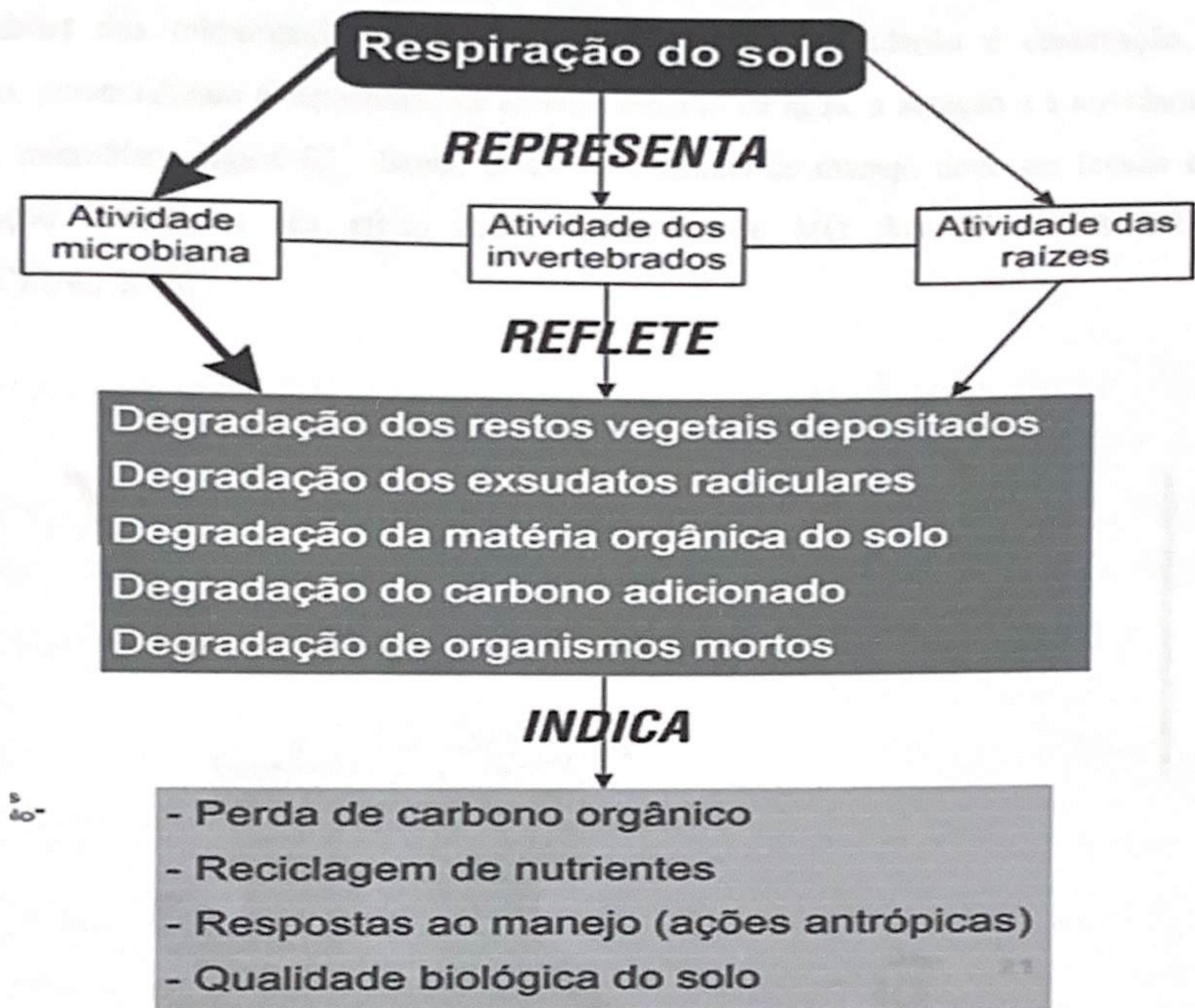
### **Respiração do solo**

Segundo Stockmam et al (2013), a respiração do solo é definida como a liberação de gás carbônico do solo para atmosfera, por meio da atividade combinada das raízes e microrganismos e da matéria orgânica em decomposição no solo.

A respiração basal do solo é definida como a soma de todas as funções metabólicas nas quais o CO<sub>2</sub> é produzido. As bactérias e os fungos são os principais responsáveis pela maior liberação de CO<sub>2</sub> via degradação da matéria orgânica (RODRIGUES, 2013).

Desta forma, a respiração basal está diretamente relacionada à atividade microbiana do solo e pode ser utilizada como indicador da qualidade biológica do solo (MARTINS et al., 2011).

Os fungos e as bactérias são responsáveis por 96% da respiração total, a fauna 4 %, sendo assim a respiração do solo é um processo crucial para o processo de funcionamento do ecossistema e reflete a intensidade nos processos degradativos, servindo de indicador da dinâmica de C. Uma tentativa de ilustração dos componentes da respiração do solo pode ser visto na figura 04 (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).



**Figura 04** - Respiração do solo como indicador de processos biológicos e qualidade do solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

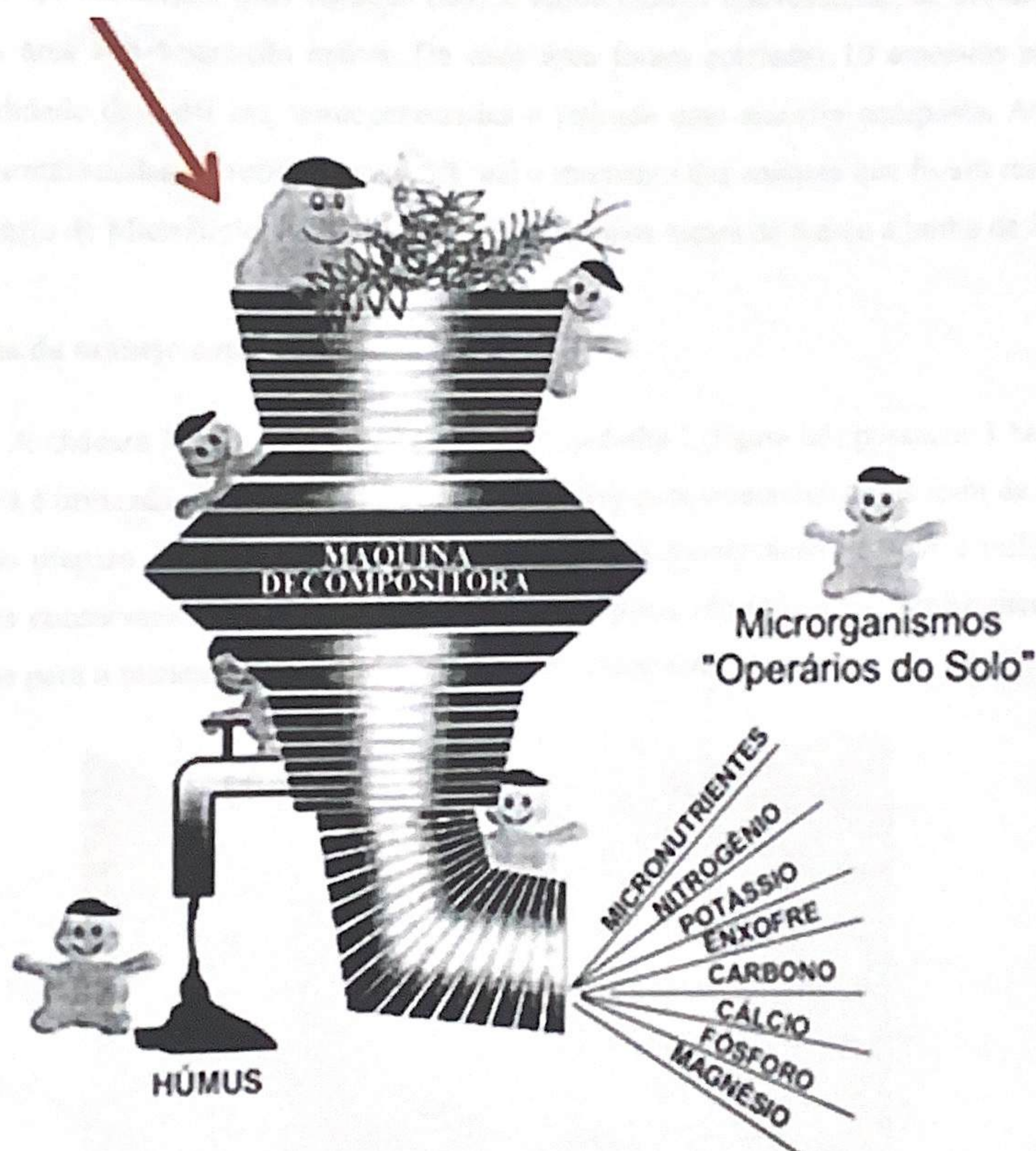
A elevada taxa de respiração microbiana pode indicar elevada atividade e conseqüentemente de alta taxa de mineralização da matéria orgânica do solo, o que indicaria que o sistema em análise não atua como dreno, mas sim como emissor de  $\text{CO}_2$  para a atmosfera (TOTÓLA e CHAER, 2002).

### **Importância da matéria orgânica no manejo do solo**

A matéria orgânica é todo produto proveniente de qualquer resíduo de origem vegetal, animal, composto de carbono degradável ou ainda toda substância morta natural de plantas, microrganismos, excreções de animais (PEREIRA et al., 2013).

A matéria orgânica é um elemento fundamental para a qualidade produtiva dos solos, por causa dos seus efeitos sobre a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca de cátions do solo, a complexação de micronutrientes, a agregação do solo onde constituem o

micro habitat dos microrganismos que ficam protegidos da predação e dessecação, a infiltração, potencializam a capacidade de armazenamento de água, a aeração e a atividade e biomassa microbiana figura 05. Sendo assim os sistemas de manejo deve ser levada em consideração quanto ao seu efeito sobre os teores de MO dos solos (BAYER e MIELNICZUK, 2008).



**Figura 05** – Decomposição da matéria orgânica e a disponibilidade dos nutrientes para o solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Descrição da área de estudo

As amostras de solo para a realização do presente trabalho foram coletadas no mês de Fevereiro de 2016, na Colônia Agrícola Rajadinha I na DF 250 km 15, Planaltina DF. As amostras foram coletadas em três locais diferentes, sendo uma área onde é adotado o cultivo orgânico de hortaliças, uma segunda onde é feitoo cultivo convencional de hortaliças e uma terceira área sob vegetação nativa. De cada área foram coletadas 10 amostras simples, na profundidade de 0-10 cm, homogeneizadas e retirada uma amostra composta. As amostras foram armazenadas no refrigerador a 5°C até o momento das análises que foram realizadas no laboratório de Microbiologia da Agroindústria, entre os meses de março a junho de 2016.

#### Sistema de manejo convencional

A chácara N° 13 da Colônia Agrícola Rajadinha I (figura 06) possuem 3 ha, 25 % de sua área é utilizada para o plantio de brócolise couve para comercializar na feira de Planaltina DF. No preparo do solo é utilizado a gradagem para conservação do solo e utiliza poucas práticas conservacionistas. Na nutrição para os vegetais são utilizados fertilizantes minerais (NPK)e para o manejo fitossanitário são utilizados defensivos sintéticos.



**Figura 06** – Cultura de olerícolas chácara N° 13 da Colônia Agrícola Rajadinha I, onde é adotado o manejo chamado convencional e onde foram coletadas amostras de solo para a realização dos experimentos. (Fonte: Andréia e Arola, 2016).

## Sistema de manejo orgânico

A chácara Vida e Luz Nº 9 têm 3 ha, está localizada na Rajadinha I Colônia Agrícola Planaltina DF (figura 07), o produtor rural já trabalha com manejo orgânico a há 8 anos é certificado pela certificadora **ECOCERTC** (Organismo de Inspeção e Certificação) fundado na França em 1991 e credenciada ao **MAPA** (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento).

Na chácara 75 % de sua área é utilizado para o plantio de diversos vegetais: tomate, rúcula, couve – flor, beterraba, cenoura, vargem, alface, espinafre, brócolis, cebolinha, salsa, coentro, jiló, quiabo, berinjela, batata doce e morango. Para comercialização na feira de orgânicos em Planaltina DF. Para o manejo do solo usa-se plantio direto ou gradagem. Para conservação do solo são adotadas as práticas de adubação verde, rotação de cultura, manutenção dos restos dos vegetais na superfície do solo. A adubação das plantas é feita usando-se adubação orgânica, bokashi, Termosfosfato (yoorin), torta de mamona e Microrganismos Eficiente (EM). Para o manejo fitossanitário são necessários produtos certificados como o óleo de Nim, calda bordalesa e bactérias entomopatogênicas – *Bacillus thuringiensis*.



**Figura 07**– A e B plantio no sistema de manejo orgânico realizado na chácara Vida e Luz Nº 9 da Colônia Agrícola Rajadinha I onde foram coletadas amostras de solo para realização dos ensaios desse trabalho. (Fonte: Andréia e Arolda, 2016).

## Vegetação nativa

A vegetação nativa está localizada na Colônia Agrícola Rajadinha I, nas proximidades das propriedades citadas acima.

A vegetação nativa possui uma maior pluralidade de espécies de árvores e arbustos, resultando no aumento da diversidade de compostos orgânicos depositados no solo favorecendo a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos do solo, onde as condições são favoráveis para o seu desenvolvimento. Tais condições são: luz, umidade, pH e temperatura. (figura 08).

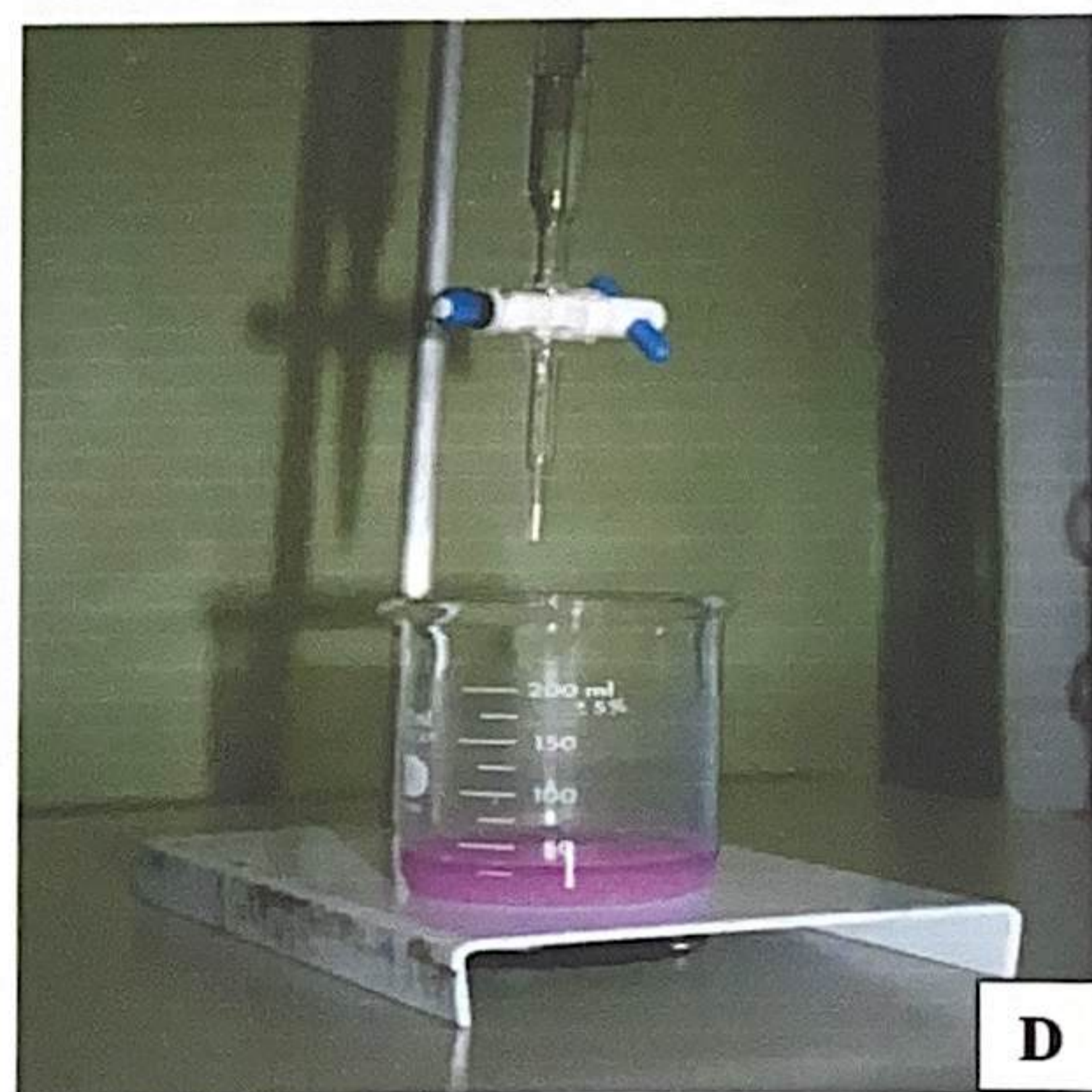
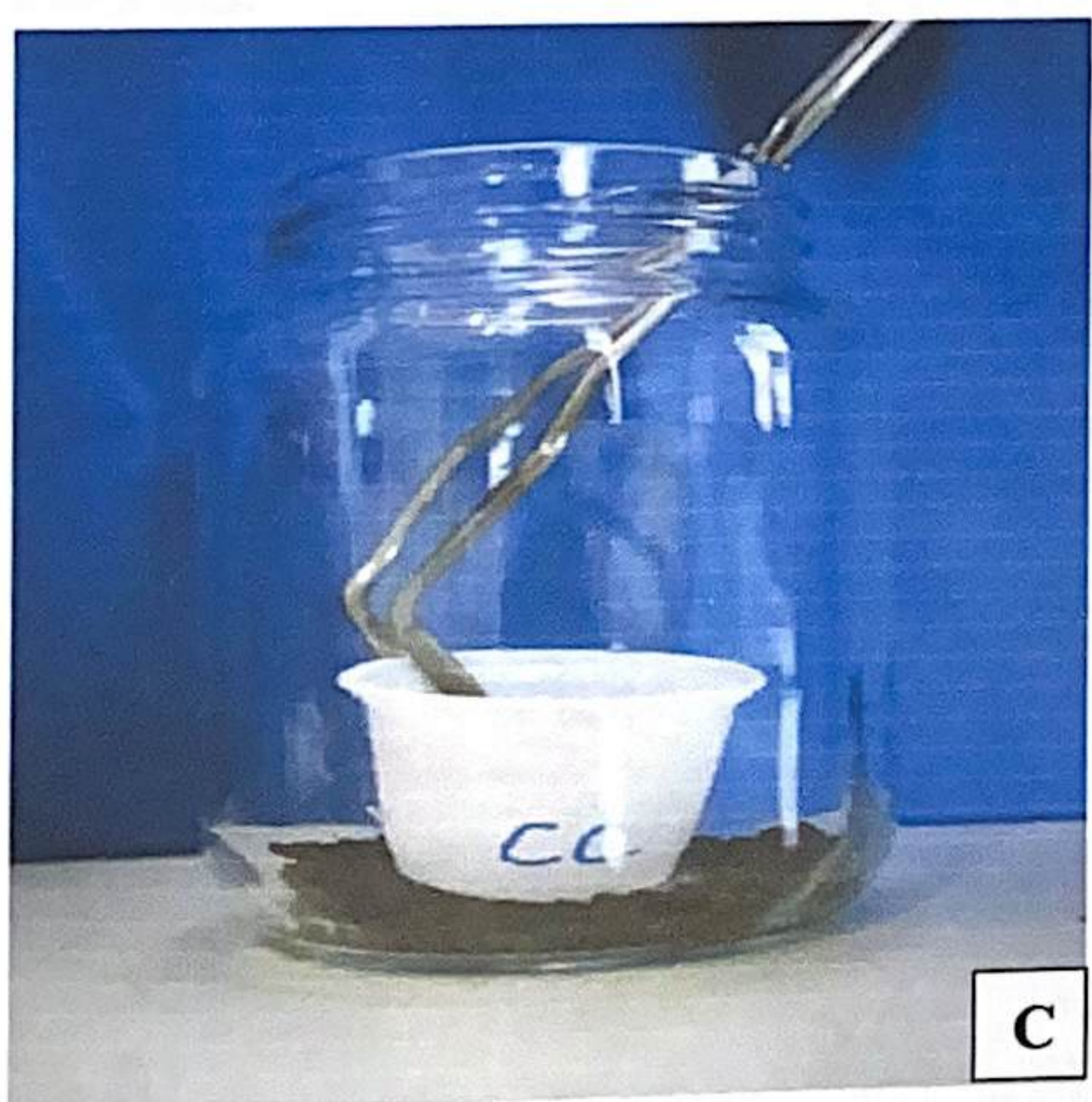
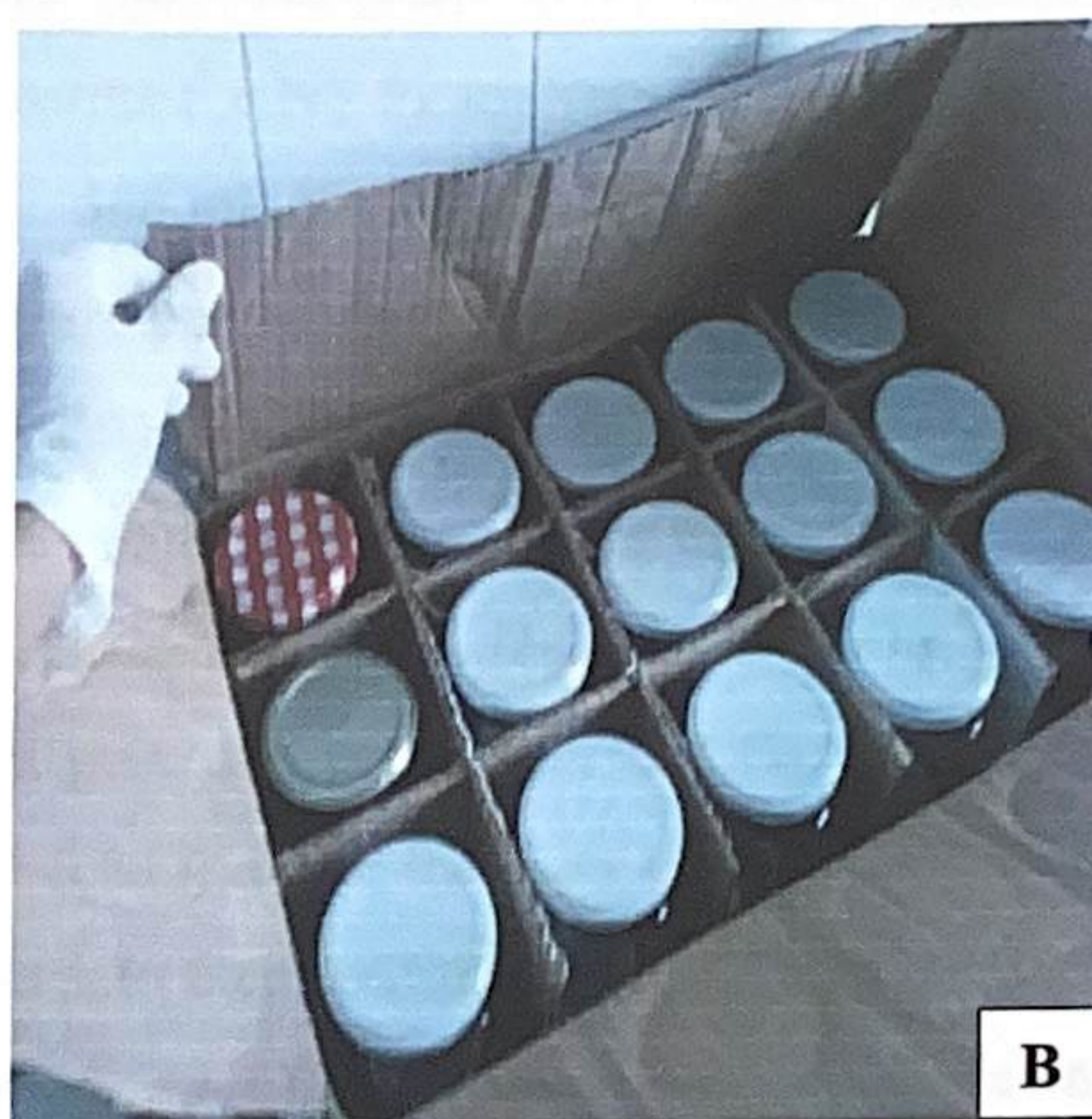


**Figura 08 - A e B** área de vegetação nativa localizada no Núcleo agrícola Rajadinha I onde foram coletadas amostras de solo para a realização desse trabalho. (Fonte: Andréia e Arolda, 2016).

### 5.2 Quantificação da respiração do solo, por meio do método de titulação de $\text{CO}_2$

A análise foi feita de acordo com a metodologia descrita em Amadori et al. (2009). De cada amostra foram retiradas 5 subamostras de 10 g que foram individualmente acondicionadas em frascos de vidro de 500 ml hermeticamente fechados. Juntamente com a amostra de solo, foi depositado um copo plástico com a capacidade de 50 ml contendo 30 ml de NaOH 0,5 M. Os frascos foram mantidos em local escuro e em temperatura ambiente por 30 dias. A cada 10 dias, foi feita a avaliação que consistiu em transferir o conteúdo do copo para um erlenmeyer juntamente com 1 ml de  $\text{BaCl}_2$  10 % e 1 gota de fenolftaleína 1 %, e na sequência titulado com HCl 0,5 M. Como amostra controle, foi adicionado um copo com NaOH em um frasco sem solo. O cálculo da respiração microbiana foi feito mediante a

aplicação dos dados utilizando a seguinte fórmula:  $\text{CO}_2 \text{ (mg kg}^{-1} \text{ de solo seco)} = (\text{Vb} - \text{Va}) * 1,1 * 1000) / \text{PSS}$  Vb = volume de HCl (ml), gasto na titulação do NaOH do controle; Va = volume de HCl (ml), gasto na titulação de NaOH da amostra; 1,1 = fator de conversão (1 ml de NaOH 0,5 M = 1 mg de  $\text{CO}_2$ ); PSS = peso do solo seco. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado. Os valores de  $\text{CO}_2$  apurados em cada uma das três avaliações foram somados e submetidos à análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 %.



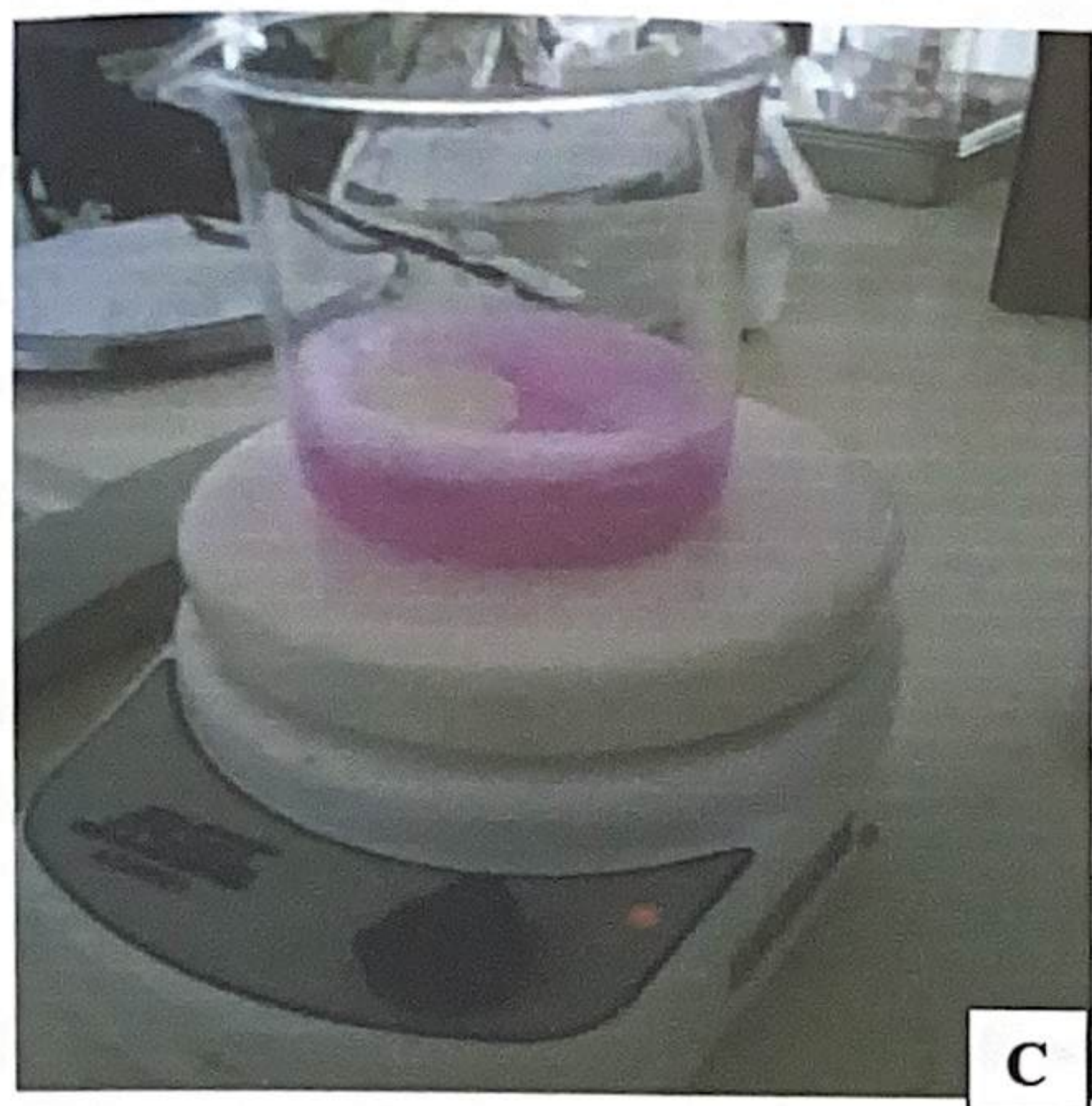
**Figura 09** – A preparo das amostras de solo, B incubação das amostras em frascos hermeticamente fechados, C coleta do  $\text{CO}_2$  por meio de solução de NaOH 0,5M e D titulação do NaOH restante com HCL 0,5 M. (Fonte: Andréia e Arola, 2016).

### 5.3 Quantificação da biomassa microbiana do solo

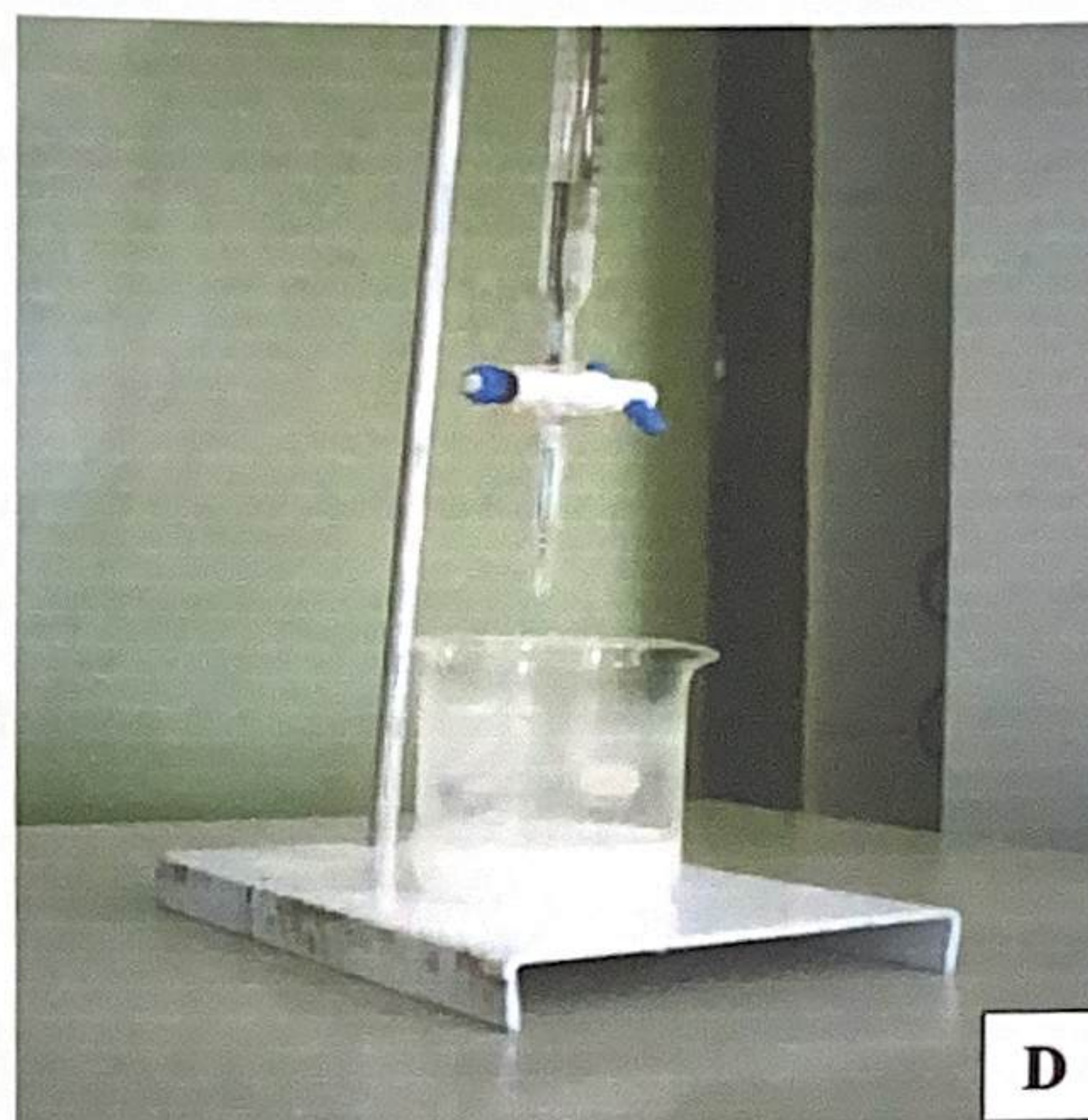
As análises foram feitas de acordo com a metodologia de fumigação incubação proposta por (JENKISON e POWLSON, 1976). Para tanto, as amostras de solo (20 g) tiveram a sua capacidade de campo elevada a 100 % e em seguida, metade da amostra foi fumigada (F) por 48 h em um dessecador hermeticamente fechado contendo uma placa de Petri com 25 ml de clorofórmio. Neste período, as amostras não fumigadas (NF) foram mantidas à temperatura ambiente. Após a fumigação, as amostras F e NF foram transferidas para frascos de vidro com tampas rosqueáveis e capacidade de 500 ml, contendo um frasco com 10 ml de KOH 0,3 M. As amostras foram incubadas, no escuro por 10 dias, à temperatura ambiente.

A quantidade de CO<sub>2</sub> liberado do solo foi determinada por meio de titulação do KOH restante com HI 0,1 M, usando fenolftaleína 1 % como indicador. Antes da titulação, foram adicionados 3 ml de BaCl<sub>2</sub> 20 % em cada uma das amostras. A quantidade de Carbono da Biomassa Microbiana do Solo foi determinada pela diferença entre o CO<sub>2</sub> liberado das amostras F e NF, utilizando-se um fator de correção (Kc) de 0,41, ou seja, assume-se que apenas 41 % da biomassa microbiana presente no solo é convertida a CO<sub>2</sub> durante os 10 dias de incubação após a fumigação (Anderson e Domsch, 1976). Cada amostra foi analisada em 5 repetições.





C



D

**Figura: 10-** A Fumigação das amostras por exposição a vapores de clorofórmio, B incubação das amostras tanto as fumigadas quanto as não fumigadas em frascos hermeticamente fechados, C para promover a homogeneização da solução foi utilizado o agitador magnético, D titulação do KOH restante com HCL 0,1 M. (Fonte: Andréia e Arola, 2016).

#### 5.4 Quantificações de bactérias totais e de solubilizadoras de fosfato de cálcio.

Foi adotada como referência a metodologia de Sylvester-Bradley et al. (1982). Para tanto, uma amostra de 10 g de solo foi adicionada a 90 ml de água destilada e esterilizada a qual permaneceu sob agitação orbital por 20 min. Depois disso, uma alíquota de 1 ml foi retirada e submetida à diluição seriada 1:10 por 6 vezes. De cada diluição  $10^5$ ,  $10^6$  e  $10^7$ , foram retiradas três alíquotas de 100  $\mu$ l as quais foram distribuídas em placas de Petri contendo o meio GES (900 ml de água destilada, 10 ml de Glicose, 100 ml de extrato de solo e 18 g de Agar, adicionado os sais de base (2 ml de  $MgSO_4$  (10%), 2 ml de  $CaCl_2$  (1 %), 1 ml  $NaCl$  (10%) e 2 ml de Solução de Micronutrientes (0,4 g de  $Ca_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ , 0,47g de  $MnSO_4 \cdot H_2O$ , 0,56g de  $H_3BO_8$ , 0,016 g de  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , 0,06g de  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , 4 ml de Fe-EDTA 1,64%) e adicionado diretamente ao meio 0,1g  $KNO_3$ , o pH do meio de cultura foi corrigido para 7,0 antes da autoclavagem. Após a autoclavagem, a cada litro de meio foram acrescentados 50 ml de  $K_2HPO_4$  (10 %) e 100 ml de  $CaCl_2$  (10 %) ambos esterilizados separadamente. Este ingrediente forma um precipitado de  $CaHPO_4$  (KATZNELSON e BOSE, 1959), que conferem ao meio de cultura um aspecto turvo.

As placas foram incubadas em temperatura de 28 °C por 8 dias quando foram avaliadas. Por ocasião da avaliação, foram contadas as colônias das três placas cuja diluição permitiu a formação de colônias isoladas. Foi contado o total de colônias que consistiu na quantificação de bactérias totais. Uma segunda avaliação foi feita e foram contadas apenas as colônias que apresentarem um halo translúcido em contraste com o restante do meio turvo.

Os dados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de solo - UFC/ g de solo - e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey 5 %.

### **5.5 Quantificações de fungos totais e de solubilizadores de fosfato de cálcio**

A extração dos microrganismos da amostra de solo, a sua diluição foi feita conforme descrito no item 5. 4. De cada diluição  $10^2$  e  $10^3$ , foram retiradas três alíquotas de 100 µl as quais foram distribuídas em placas de Petri contendo o meio GES. A adição dos ingredientes para a formação do precipitado de fosfato foi feito conforme mencionado acima. Para a inibição do crescimento radial dos fungos foi adicionado rosa de bengala na concentração de  $0,06 \text{ g.l}^{-1}$  (MARTIN, 1950).

Para a inibição do crescimento de bactérias foram adicionados  $25 \text{ µg.ml}^{-1}$  de sulfato de estreptomicina. As placas foram incubadas por 5 dias em temperatura de 28°C. As avaliações dos resultados foram feitas mediante a contagem das colônias nas placas cuja diluição tenha permitido a obtenção de colônias individualizadas.

O número total de colônias foi usado para o cálculo de fungos totais enquanto aquelas colônias que apresentarem um halo translúcido contrastando com o restante do meio com aspecto turvo foram consideradas solubilizadores de fosfato de cálcio. Os dados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de solo (UFC/ g de solo) foram transformados em  $\sqrt{x}$  e submetidos à análise de variância. Havendo diferença significativa entre as médias, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



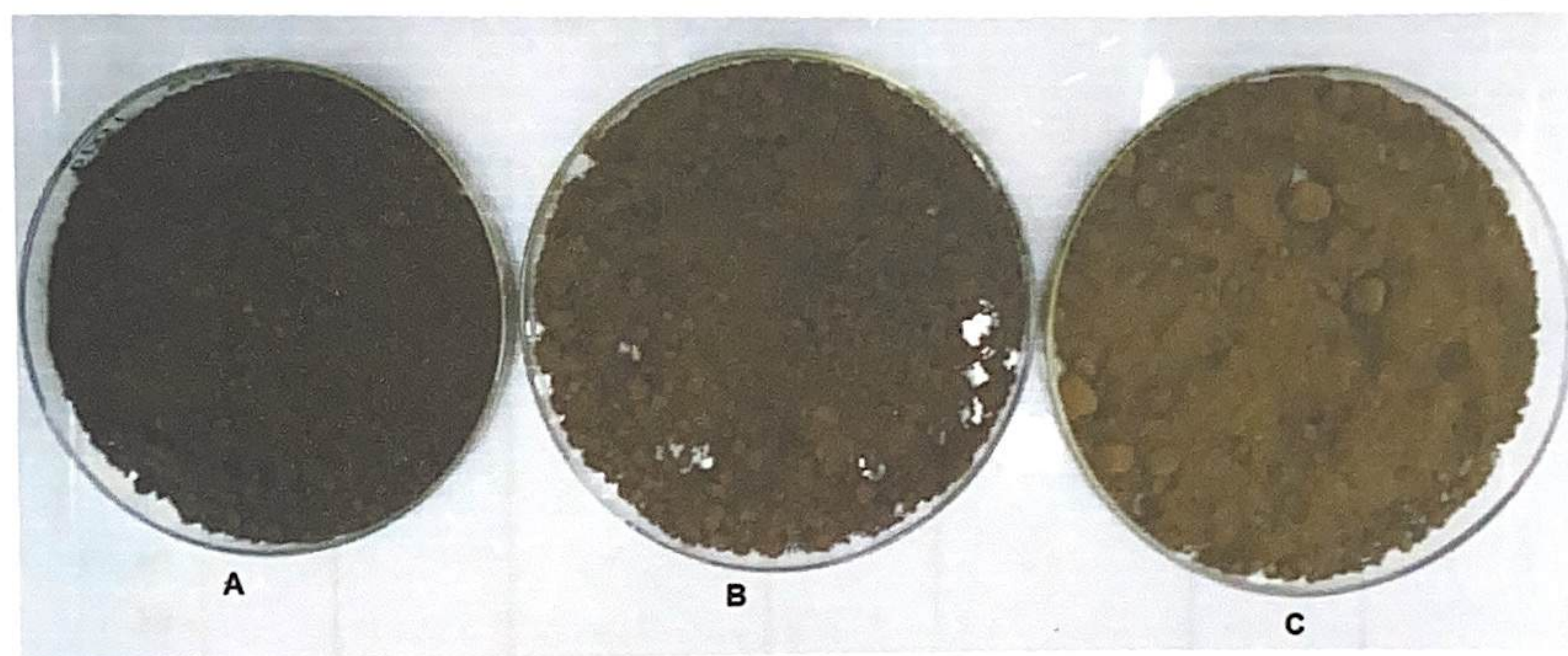
**Figura 11-**Ameio de cultura para bactérias e fungos (totais e solubilizadores de fosfato de cálcio), **B** semeando microrganismos nas placas de Petri, **C** espalhando microrganismos com a alça de Drigalski, **D** placas prontas para incubarna estufa 28°C. (Fonte: Andréia e Arolda, 2016).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Caracterizações dos três sistemas de manejos do solo avaliados

As amostras avaliadas no presente estudo foram coletadas a partir de três sistemas de manejos, de acordo com a metodologia descrita em material e métodos, item 5.1.

Na figura 12 é possível visualizar amostras de solos coletadas dos três sistemas de manejo. É possível observar que o solo coletado em área de mata nativa apresenta uma coloração mais escurecida (Fig. 12A), comparativamente com a área de solo sob cultivo convencional (Fig. 12C). Já o solo coletado na área sob manejo orgânico apresenta uma coloração intermediária (Fig. 12B). Essa diferença na coloração pode ser atribuída aos respectivos teores de matéria orgânica presentes nas respectivas amostras (Tabela 1).



**Figura 12-A** solo sob vegetação nativa, **B** solo de cultivo Orgânico e **C** cultivo convencional. (Fonte: Andréia e Arolda, 2016).

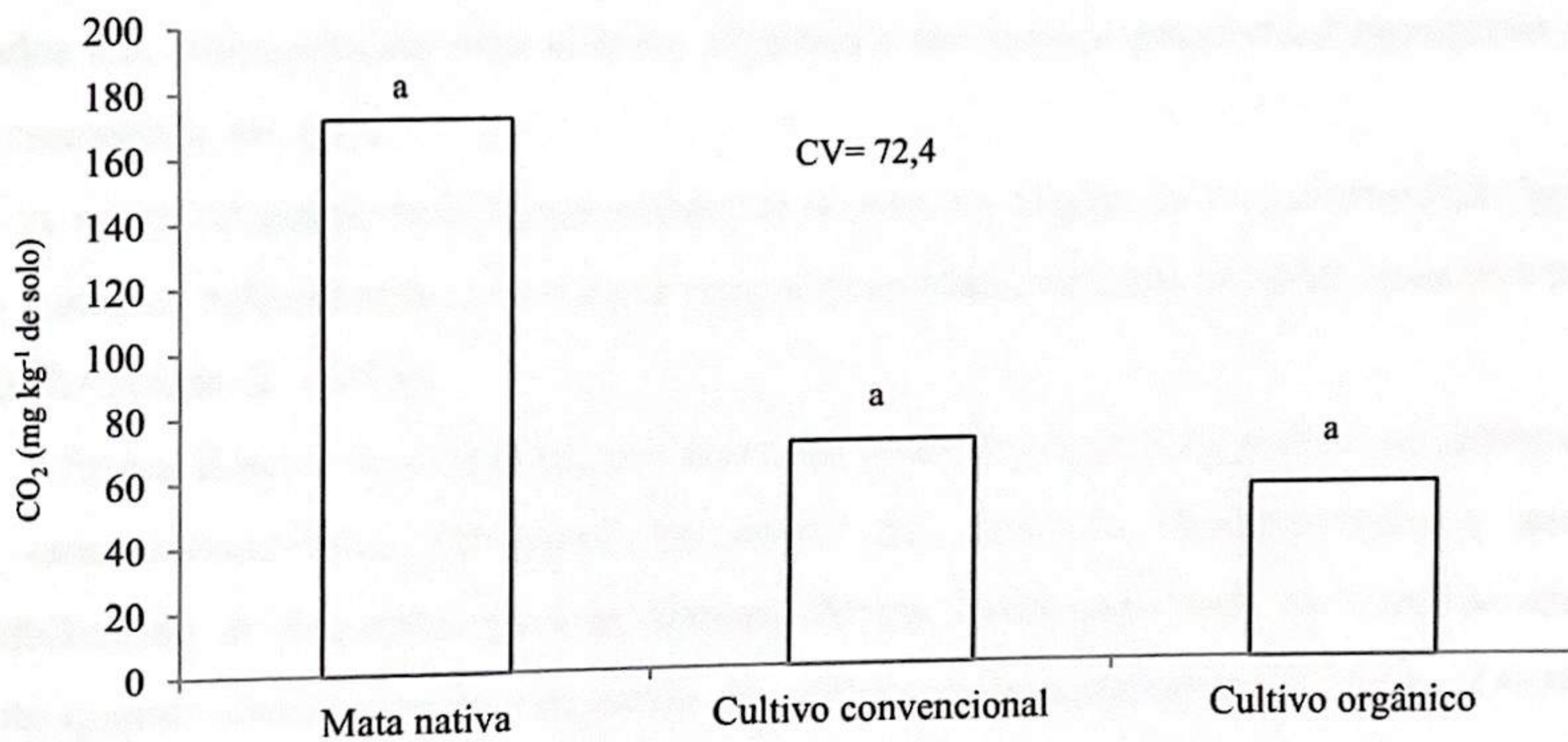
**Determinação da matéria orgânica do solo.** Uma sub amostra de cada solo foi encaminhada ao laboratório de Matéria Orgânica do solo da UnB, onde a matéria orgânica presente nas diferentes amostras foi quantificada usando a técnica de Walkley e Black (1934) na rotina adotada naquele laboratório. Tabela 01.

**Tabela 01** - Matéria orgânica total em amostras de solo sob diferentes manejos do solo.

Amostra	MOT (%)
Solo mata nativa	5,76
Solo cultivo convencional	1,85
Solo cultivo orgânico	2,12

## 6.2 Quantificações da respiração do solo, por meio do método de titulação de CO<sub>2</sub>

A determinação da respiração basal do solo foi realizada por meio do método de titulação, como descrito em material e métodos item 5.2.



**Figura 13**- Respiração basal observados em amostras em um solo submetido a três diferentes sistemas de manejos. Colunas encimadas pelas mesmas letras não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores mais elevados de respiração basal foram observados em solo sob mata nativa (figura 13). Os solos cultivados, seja sob manejo orgânico ou convencional, apresentaram valores semelhantes. Porém os valores de respiração basal dos diferentes solos não diferiram entre si estatisticamente.

Estes resultados foram satisfatórios, pois a maior atividade microbiana em áreas de mata deve-se a grande disponibilidade e variedade de resíduos orgânicos adicionados ao solo, favorecendo uma maior diversidade microbiana (SILVEIRA, 2002).

Os microrganismos heterotróficos obtêm energia para o seu desenvolvimento pela decomposição de resíduos vegetais e da matéria orgânica do solo, liberando  $\text{CO}_2$  para atmosfera, nutrientes, e uma grande quantidade de compostos orgânicos secundários oriundos do metabolismo microbiano, os quais passam a compor a matéria orgânica do solo (VEZZANI, 2001).

Segundo Totola e Chaer (2002), os resultados de respiração basal do solo determinados em laboratório devem ser analisados com cuidado, pois podem indicar desde uma elevada atividade microbiana no solo, desejável dentro de certos limites, até uma rápida redução nos estoques de carbono contido no solo.

Analisando diferentes métodos de coleta de amostras de solo para a determinação da respiração do solo Amadori et al., (2009), verificaram que quanto maior o fracionamento dos agregados do solo presentes na amostra, maior a respiração medida.

Isso pode ser em função do rompimento físico dos agregados que expõem a matéria orgânica contida no interior do agregado que estava protegida da ação microbiana. Quando os agregados são fragmentados essa matéria orgânica é consumida pelos microrganismos e parte dela é convertida em  $\text{CO}_2$

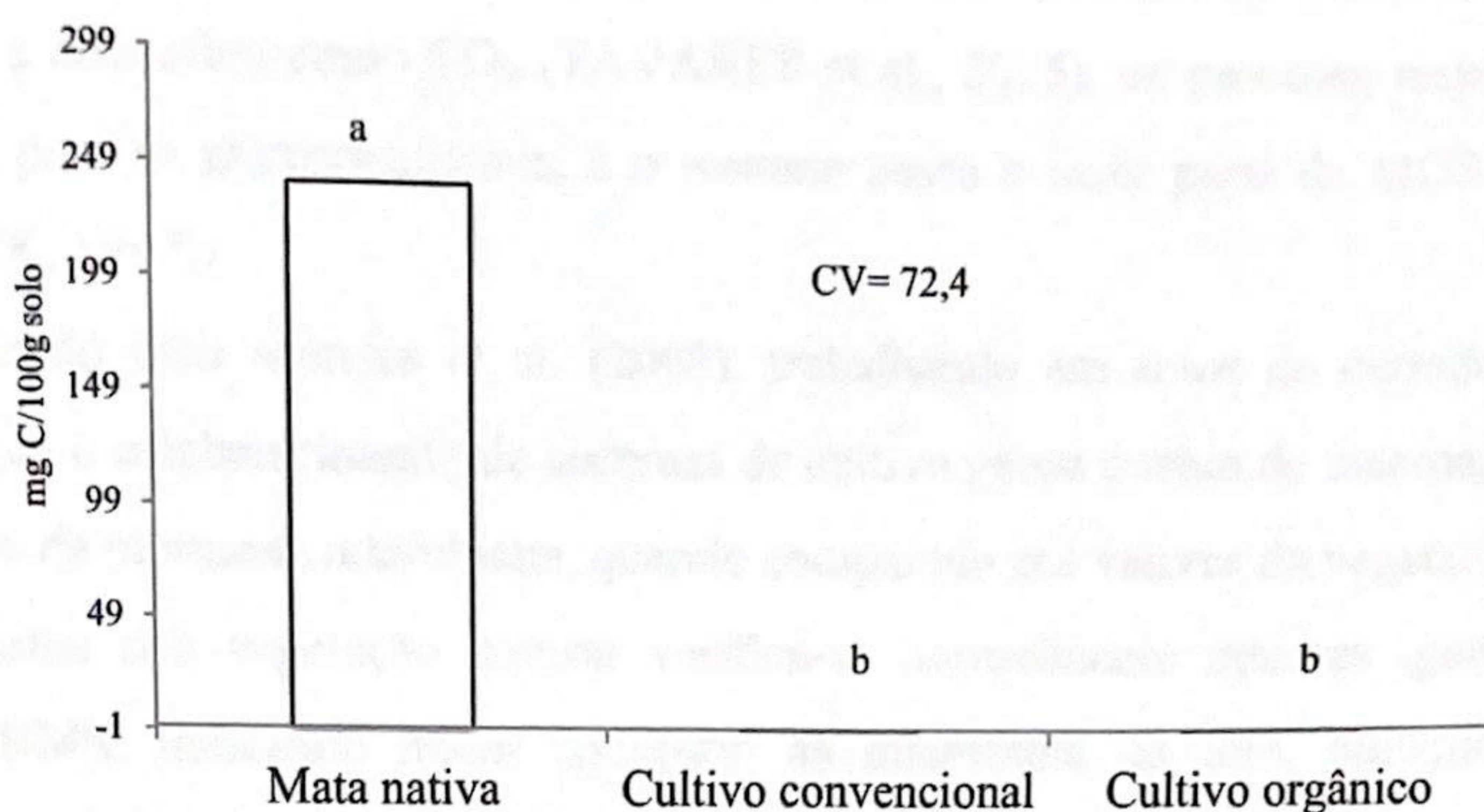
A maior liberação de  $\text{CO}_2$  normalmente ocorre em função da maior atividade biológica que se encontra relacionada diretamente com a quantidade de carbono lábil existente no solo (MAZURANA et al., 2013).

Afirmar Roscoe et al (2006), que elevadas taxas de respiração podem ser interpretadas como uma característica desejável do ponto de vista da decomposição e posterior disponibilização de nutrientes para as plantas. Porém a biomassa pode ser considerada mais eficiente quando existe uma menor perda de carbono pela respiração (INSAM e DOMSCH, 1998).

É importante destacar que, nas diferentes épocas de coleta de amostras do solo como período seco ou chuvoso, também interferem na respiração microbiana, sendo os maiores taxas de respiração encontradas no período chuvoso (GAMA-RODRIGUES, 2005; SILVEIRA et al., 2006).

### **6.3 Quantificação da biomassa microbiana do solo**

A determinação da biomassa microbiana nos solos em diferentes sistemas de manejo foi realizada de acordo com a metodologia descrita no item 5.3.



**Figura 14-** Biomassa microbiana observados em amostras coletadas em um solo submetido a três diferentes sistemas de manejo. Colunas encimadas pelas mesmas letras não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após as análises (figura 14) observou-se que os maiores valores de biomassa microbiana foram observados na amostra de solo sob mata nativa. Nas amostras de solo sob cultivos convencional e orgânico não foram detectadas quantidades significativas de biomassa microbiana.

A biomassa microbiana representa a porção da matéria orgânica constituinte dos microrganismos do solo, a qual representa aproximadamente de 2 a 5 % da matéria orgânica total presente no solo (JENKINSON e LADD, 1981).

A biomassa de microrganismos compõe a fração ativa da matéria orgânica e constituem indicadores sensíveis da qualidade biológica dos solos, obtendo-se respostas, das interferências no solo pelo uso da terra ou manejo, de forma mais rápida do que as outras frações da matéria orgânica (GAMA-RODRIGUES et al., 2005).

O principal determinante do aumento da população de microrganismos e consequentemente a biomassa microbiana do solo, é a disponibilidade de nutrientes com especial destaque para aquelas substâncias proveniente da exsudação radicular. Assim espera-se que solos onde haja maiores densidades de raízes sejam também observados uma alta proporção de biomassa microbiana.

Os resíduos orgânicos depositados no solo são submetidos inicialmente à transformação parcial pela mesofauna e, em seguida, à ação decompositora dos

microrganismos, que levam à decomposição dos compostos orgânicos e à liberação de minerais (MERCANTE et al., 2008).

Durante a ação da decomposição, parte do carbono presente no substrato orgânico é liberada para a atmosfera como  $\text{CO}_2$  (TAVARES et al., 2015), no processo respiratório para gerar energia para os microrganismos, e o restante passa a fazer parte da MOS (BAYER e MIELNICZUK, 1997).

De acordo com Mendes et al. (2003), trabalhando em solos do cerrado brasileiro, observaram que o estabelecimento de sistemas de cultivo gerou quebra de macroagregados do solo e redução da biomassa microbiana, quando comparado aos valores da vegetação nativa.

Em solos sob vegetação natural verifica-se normalmente maiores quantidades de carbono na BMS, indicando maior equilíbrio da microbiota do solo, juntamente com a ausência de perturbações decorrentes de atividade antrópica (PÔRTO et al., 2009; FERREIRA et al., 2010).

Os sistemas de cultivos geralmente tendem a apresentar menores teores de carbono microbiano em relação a um ambiente sem interferência humana (Leite et al., 2003; Mercante et al. 2008; Alves et al., 2011) como foi constatado no presente estudo.

As práticas culturais que introduzam resíduos orgânicos ao solo também podem aumentar a biomassa microbiana (VENZK e FILHO, 2003).

Assim, percebe-se que na área sob mata nativa foram observados os maiores níveis de biomassa microbiana. O cultivo orgânico e o cultivo convencional pouco diferiram entre si nas variáveis analisadas.

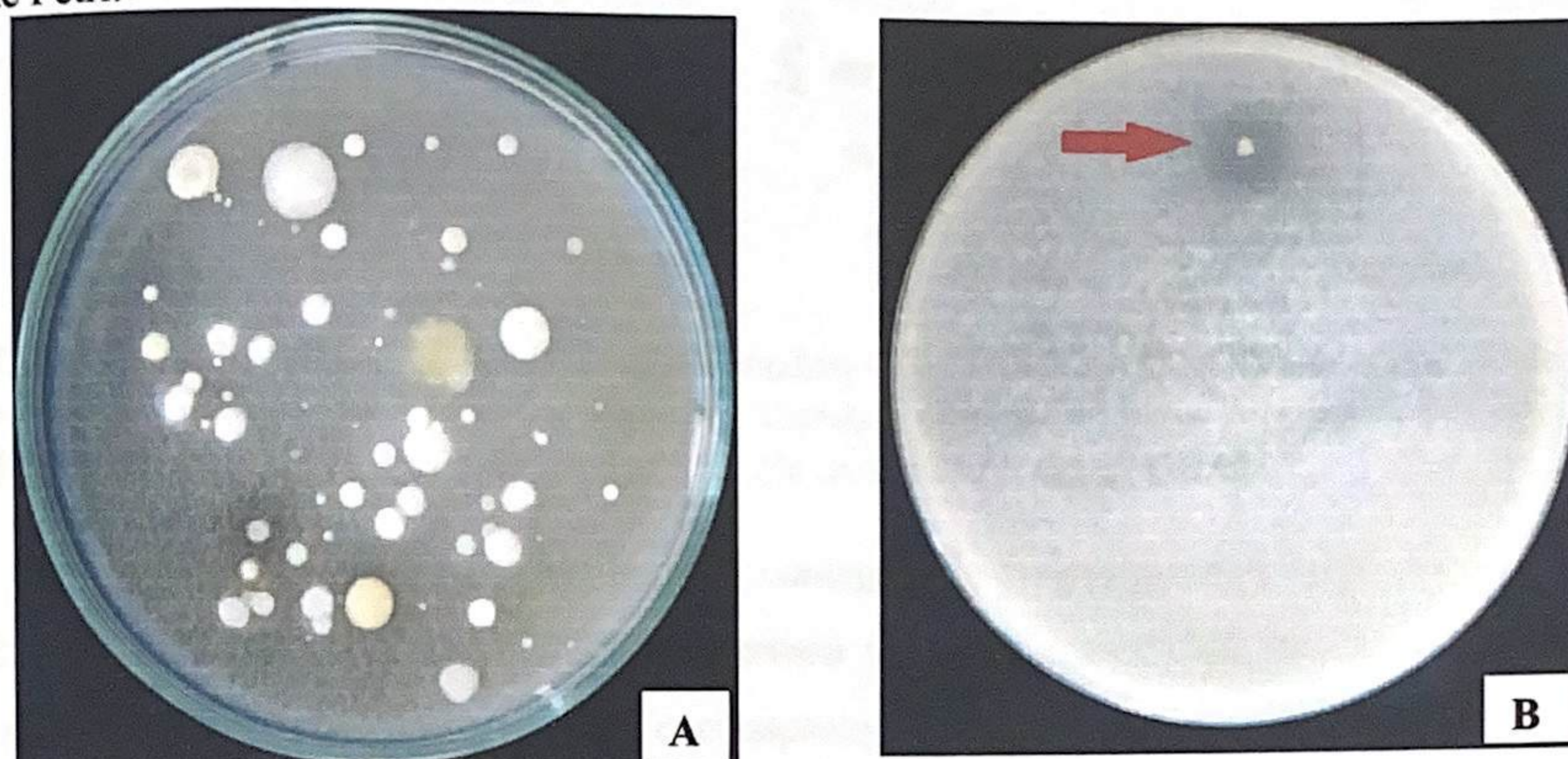
A partir da figura 14 observa-se que não houve diferença significativa nos valores de biomassa microbiana observados nos dois diferentes sistemas de manejo. Esse resultado pode ser atribuído aos próprios sistemas de manejo que mantêm populações de microrganismos em níveis semelhantes ou ainda às imperfeições da técnica usada que não possibilitou a detecção de um resultado diferente.

#### **6.4 Quantificação de bactérias e fungos totais e solubilizadores de fosfato de cálcio**

A quantificação de bactérias e fungos (totais e solubilizadores de fosfato de cálcio) foi realizada de acordo com a metodologia descrita no item 5.4 e 5.5. As figuras 15 e 16 ilustram um resultado típico de crescimento de microrganismos em placas de Petri contendo o meio de

cultura. Nas colônias dos microrganismos solubilizadores foi possível observar um halo translúcido em contraste com o restante do meio turvo.

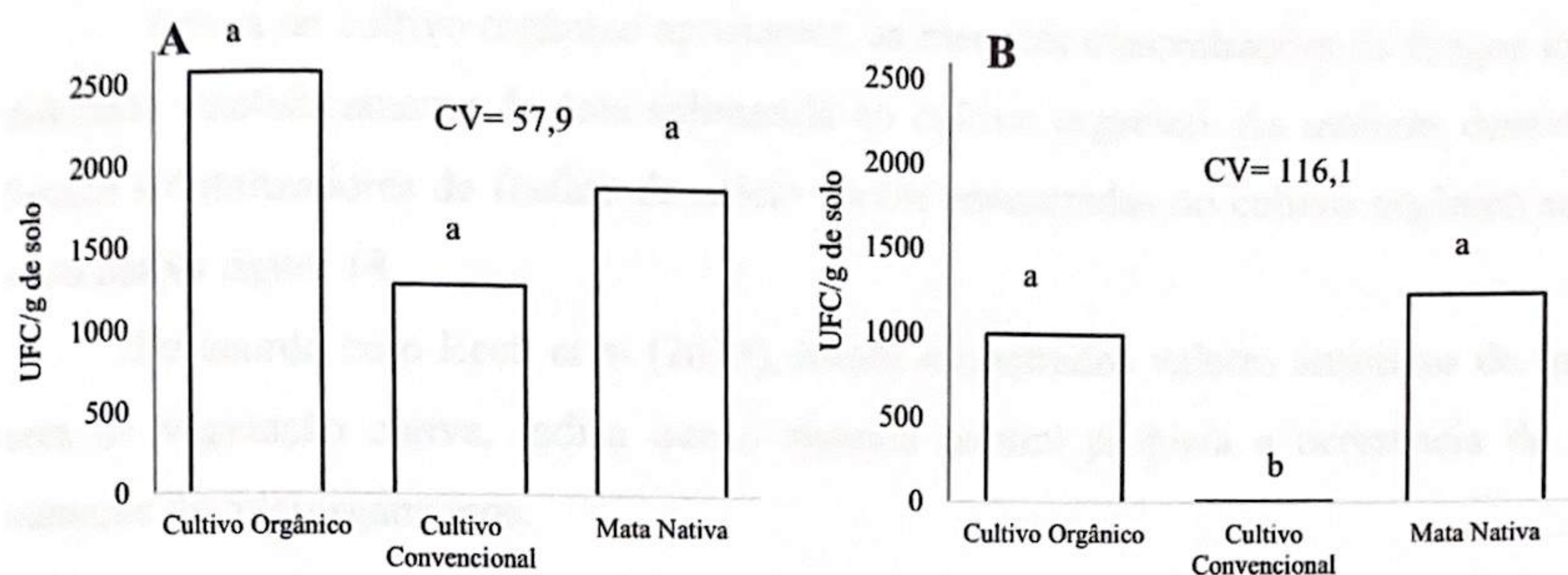
A figura 15 ilustra colônias de bactérias observadas em meio GES contido em Placas de Petri.



**Figura 15-** Bactérias cultivadas em meio GES a partir de amostras de solo coletadas em áreas sob diferentes manejos. (A) bactérias totais, (B) detalhe de uma colônia de bactéria solubilizadoras de fosfato.

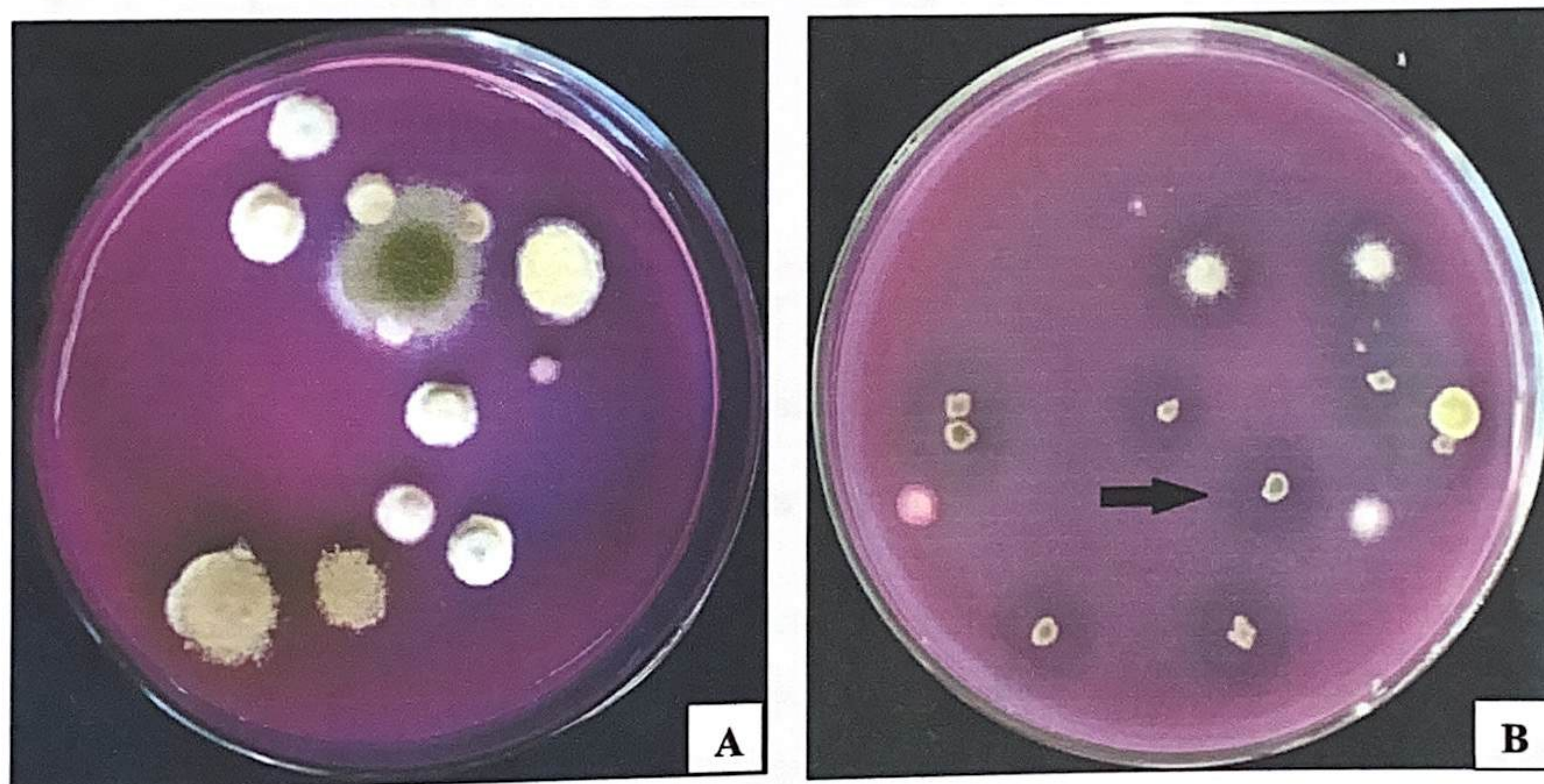
A figura 16 ilustra os resultados de contagem de unidades formadoras de colônias de bactérias de amostras de solo provenientes das áreas submetidas aos três diferentes manejos. Em termos absolutos as maiores contagens de bactérias totais foram obtidas na área de cultivo orgânico, seguida da área de mata nativa e por último a área sob cultivo convencional. Porém, estes dados não diferiram entre si do ponto de vista estatístico.

As maiores contagens de bactérias solubilizadoras de fosfato foram encontradas na área de mata nativa e em seguida na área sob o cultivo orgânico, sendo que a menor quantidade de bactérias foi encontrada sob cultivo convencional. Observasse que estatisticamente, a área de mata nativa e sob cultivo convencional não diferiram entre si do ponto de vista estatístico.



**Figura 16** – Bactérias totais (A) e solubilizadoras de fosfato de cálcio (B) recuperados de amostras de solo sob diferentes manejos. Colunas encimadas pelas mesmas letras não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5 %. Os dados estão expressos em  $\sqrt{x}$ .

A figura 17 ilustra um resultado de contagem de fungos em meio GES. As colônias de fungos solubilizadores de fosfato apresentam um halo translúcido em torno da colônia contrastando com o restante do meio com aspecto turvo.

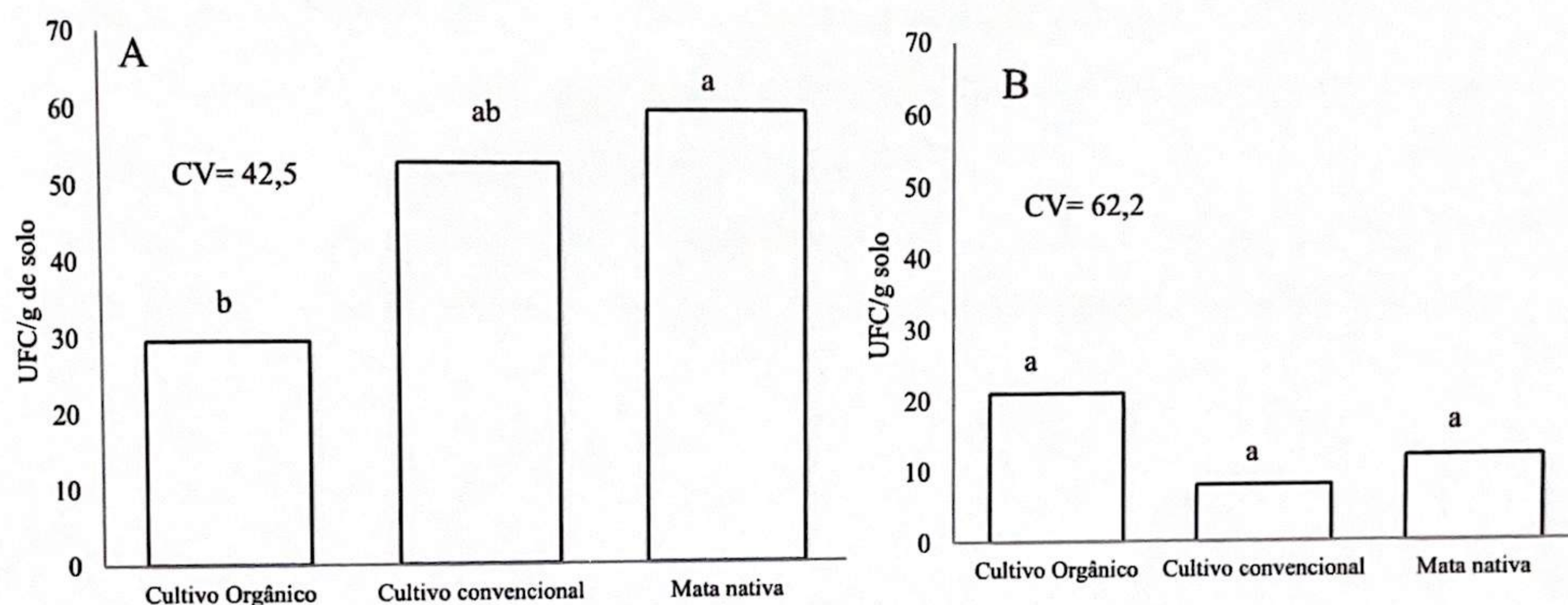


**Figura 17** - Fungos cultivados em meio GES, suplementado com Rosa de Bengala, a partir de amostras de solo coletadas em áreas sob diferentes manejos. (A) fungos totais, (B) detalhe de uma colônia de fungos solubilizadores de fosfato de cálcio.

A figura 18 ilustra os dados de unidades de formadoras de colônias de fungos totais e solubilizadores de fosfato observados nos solos sob diferentes manejos. A maior densidade de fungos totais foi observada na área de mata nativa, não diferindo estatisticamente da área de cultivo convencional.

A área de cultivo orgânico apresentou as menores concentrações de fungos totais não diferindo estatisticamente da área submetida ao cultivo orgânico. As maiores densidades de fungos solubilizadores de fosfato de cálcio foram encontradas no cultivo orgânico seguido à mata nativa figura 18.

De acordo com Rech et al (2013), foram encontrados valores absolutos de fungos na área de vegetação nativa, indica que o sistema natural propicia a ocorrência de maiores números de microrganismos.



**Figura 18-** Fungos totais (A) e solubilizadores de fosfato de cálcio(B) recuperados de amostras de solo sob diferentes manejos. Colunas encimadas pelas mesmas letras não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5 %. Os dados estão expressos em  $\sqrt{x}$ .

A maior densidade bacteriana encontrada no solo sob mata nativa, quando comparada às áreas de cultivos agrícolas, já era esperada, uma vez que as condições distintas do solo no ambiente nativo e a ausência de perturbações antrópicas proporcionam melhor desenvolvimento e equilíbrio da microbiota (D'ANDREA et al., 2002).

Cabe destacar também que a área de cultivo orgânico recebe adubação fosfatada (yoorin) que contém fósforo, cálcio e magnésio que favorecem o desenvolvimento microbiano de forma direta pela disponibilidade de nutrientes (CARNEIRO et al., 2004).

De acordo com D'Andrea et al (2002), a maior diversidade de espécies vegetais existentes na vegetação nativa resulta no aumento da diversidade de compostos orgânicos depositados na serapilheira e na rizosfera, favorecendo a sobrevivência e crescimento dos diferentes grupos de microrganismos do solo.

Conforme Prade et al (2007), o manejo do solo e das culturas podem influenciar as dinâmicas populacionais dos microrganismos.

Cabe ressaltar que na maioria dos ensaios observa-se um elevado coeficiente de variação que prejudica uma comparação mais precisa entre os tratamentos. Isso pode ser atribuído á características inerentes a ensaios dessa natureza envolvendo solo, assim como ás técnicas adotadas.

## 7. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou alcançar as seguintes conclusões:

O manejo orgânico apresentou os menores níveis de respiração basal sugerindo maior sustentabilidade deste sistema de produção.

A quantificação da biomassa microbiana, não resultou em informações suficientes para afirmar a sustentabilidade dos sistemas de produção.

As maiores populações de fungos e bactérias (solubilizadores e totais) foram observadas nos tratamentos sob cultivo orgânico e mata nativa indicando uma relação com ausência de revolvimento do solo e conseqüentemente acúmulo de matéria orgânica.

O cultivo convencional demonstrou menor atividade dos microrganismos avaliados indicando influência do manejo e a perturbação do solo.

Espera-se que os resultados do presente trabalho auxiliem no desenvolvimento de práticas de cultivo que permitam o manejo adequado e a conservação da fertilidade do solo.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M; NICHOLLS, C. Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n., p.141-152, jul. /dez, 2003. Tradução de: Dalva J. Reinert.
- ALVES, T. S.; C, L. L.; N, N. E; MATSUOKA, M. & L, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**. v.33, p.341-347, 2011.
- AMADORI, C.; FUMAGALLI, L. G.; DE MELLO, N. A. Análise de métodos quantitativos de atividade microbiana em diferentes sistemas de manejo. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 4, n. 1, 2009.
- ANDERSON, J.P.E. Soil respiration. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (eds.). **Method of analysis**. 2 ed. part 2. Madison, American Society of Agronomy. **Soil Science Society of América**. p.831-871, 1982.
- ANDERSON, J.P.E; DOMSCH, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.10, p.215-221, 1978.
- ARRUDA, L.V. **Caracterização de ambientes agrícolas e dos principais solos do Município de Guarabira-PB**. (Tese de Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. CCA/UFPB. Areia/PB.2008.88 p.
- BALOTA, E.B.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; DICK, R.P. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. **Biology and Fertility of Soils**, v. 38, p. 15-20, 2003.
- BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. **Sociedade Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, p. 487-592, 2002.
- BATISTA, M.A.V.; BEZERRA, N. F.; AMBROSIO, M.M.Q.; GUIMARÃES, L.M.S.; SARAIVA J. P. B.; SILVA, M.L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciado pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira** v.31: 587-594 2013.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª ed. METRÓPOLE: Porto Alegre, 2008, 636 p.
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. Observações gerais sobre a ocorrência da erosão. In: BERTONI, J; LAMBARTINI NETO, F. (Org.) **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005, p. 24-2.

- BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. 7 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 1989.
- BREVIK, E.C. Soils and climate change: gas fluxes and soil process. *Soil Horizons*, North Dakota, v.53, n. 4, p. 12-23, 2012.
- CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P.J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, v.18, n.3, p.69-101, 2001.
- CANTARUTTI, R.; NEVES, J. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, v. 1017, 2007.
- CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. Microbiologia do Solo. Campinas: *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 1992.
- CARNEIRO, R.G. et al. Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.7, p.661-669, 2004.
- CHENEBY, D.; BRU, D.; PASCAULT, N.; MARON, P.A.; RANJARD, L.; PHILIPPOT, L. Role of plant residues in determining temporal patterns of the activity, size, and structure of nitrate reducer communities in soil. (*Applied and Environmental Microbiology*), Washington D.C, v. 76, n. 21, p. 7136-7143, 2010.
- D'ANDRÉA, A. F. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, p.913-923, 2002.
- DIONÍSIO, J. A. Atividade microbiana no solo – respiração. *Experimentoteca de solos(UFPR)*, Paraná, 2005.
- FALCÃO, A. A. **Análise química de resíduos sólidos para estudos agroambientais** . 97 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (SP) - Campinas, 2005.
- FEREIRA, E. P. B.; S, H. P.; C, J. R.; De- POLLI, H.; R, N. G. Microbial soil quality indicator under different crop rotation and tillage managements. *Revista Ciência Agronômica* v.41: 177-183. 2010.
- FRANZLUEBBERS, A.J.; HANEY, R.L.; HONS, F.M. Relationships of chloroform fumigation-incubation to soil organic matter pools. *Soil Biology and Biochemistry*, v.31, p.395-405, 1999.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. A. Nitrogênio, Carbono e Atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.893-901, 2005.
- GLIESSMAN, S.R. 2005. *Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável*. 3ª ed. Porto Alegre: Editora Universidade UFRGS. 653p.

GOMIERO, T.; PIMENTEL, D.; PAOLETTI, M. G. Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 30, n. 1-2, p. 95-124, 2011.

INSAM, H. **Developments in soil microbiology since the mid-1960s**. *Geoderma*, v. 100, n. 3, p. 389-402, 2001.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, v.15, n.4, p. 177-188, 1998.

ISLAM, K.R; WEIL, R.R. Soil quality indicator properties in mid-Atlantic soils as influenced by conservation management. *J. Soil Water Conserv.* v.55 .69-79, 2000.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. M. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A. e LADD, J. M. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1981. P.415-471.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V. A method of measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, v.8, p.209-213, 1976.

KANG, S. C.; HA, C. G.; LEE, T. G.; MAHESHWARI, D. K. Solubilization of insoluble inorganic phosphates by a soil-inhabiting fungus *Fomitopsis* sp. PS 102. **Current Science**. Bangalore, v. 82, n. 4, p. 439-442, 2002.

KATZNELSON, H.; BOSE, B. Metabolic activity and phosphate-dissolving capability of bacterial isolates from wheat roots, rhizosphere, and non-rhizosphere soil. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 5, n. 1, p. 79-85, 1959.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A conservação do cerrado brasileiro**. Megadiversidade, Belo Horizonte, v.1, p. 147-155, 2005.

LEITE, L.F.C. M, E.S.; N, J.C.L.; M, P.L.O.A. & G, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 27, p. 821-832, 2003.

LINS, M.R.C.R. **Seleção de actinobactérias da rizosfera da caatinga com potencial para promoção de crescimento vegetal**. 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia Industrial, Departamento de Antibióticos, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

MARTINS, W. S. **Inquérito exploratório referente exploratório referente à geração, armazenamento, transporte e descarte de resíduos em indústrias de pesca do Brasil**. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – Piracicaba, 2011.

MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil science**, v. 69, n. 3, p. 215-232, 1950.

- MARTINAZZO, R. et al. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p. 563-570, 2007.
- MAZURANA, M.; FINK, J. R.; CAMARGO, E.; SCHNITT, R. A.; CAMARGO, F. A. O. Estoque de carbono e atividade microbiana em sistema de plantio direto consolidado no Sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 288-296, 2013.
- MELLO, J.C. et al. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 23, n.3, p.418-426, 2003.
- MENDES, I. C; REIS JÚNIOR, F. B. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo (P) nos solos: Uma análise crítica**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 26 p.
- MENDONÇA, R. C.; FEFILII, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E; FAGG, C. W. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. v. 2, 1279 p.
- MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras, Ed. UFLA, 2ª edição, 729p. 2006.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras UFLA, 2002. 625p.
- NARLOCH, C. **“Interação microrganismos solubilizadores de fosfatos - fungos ectomicorrízicos e o crescimento de *pinus taeda* l.”:Ciclo do Fósforo**. 2002. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, UFSC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Cap. 01.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de bioquímica de Lehninger. In: (Ed.). **Princípios de Bioquímica de Lehninger**: Artmed, 2011.
- NUNES, L. A. P. et al. Impacto do monocultivo de café sobre indicadores biológicos do solo na zona da mata mineira. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p.2467-2474, 2009.
- NEVES, C.M.N.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; CARDOSO, E.L.; MACEDO, R.L.G.; FERREIRA, M.M. & SOUZA, F.S. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. **Sci. For.** v.74, p. 45-53, 2007.
- OLIVEIRA, A. L. M.; URQUIAGA, S.; BALDANI, J. I. “Processos e Mecanismos Envolvidos Na Influência de Microrganismos Sobre o Crescimento Vegetal”. **Embrapa Agrobiologia**, 161. Seropédica. 2003.

OLIVEIRA, F. A. "Morfo- fisiologia de bactérias isoladas de solo da reserva ecológica da Universidade Estadual de Goiás". 2015. 114 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2015.

PARTON, W.J.; SCHIMEL, D.S.; COLE, CV.; OJIMA, D.S. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in great plains grassland. *Soil Science Society of America*, v. 51, p. 1173-1179, 1987.

PEIXOTO, R. S.; CHAER, G. M.; FRANCO, N.; REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I. C.; ROSADO, A. S. Decade of land use contributes to changes in chemistry, biochemistry and bacterial community structures of soils in the Cerrado. *Antonie Van Leeuwenhoek, Dordrecht*, v. 98, n. 3, p. 403-413, 2010.

PEREIRA, M. F. S. et al. Ciclagem do carbono do solo nos sistemas de plantio direto e convencional. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 9, n. 2, p.21-32, 2013.

PÔRTO, M. L.; A J. C.; D, A. A.; S, A. P. de & Santos, D. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no Brejo Paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p.1011-1017, 2009.

PRADE, C.A. et al. Diversidade de fungos do solo em sistemas agroflorestais de *Citrus* com diferentes tipos de manejo no município de Roca Sales, Rio Grande do Sul, *Revista Brasileira de Biociências*, v.15, n.1, p.73- 81, 2007.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 1609-1923, 2007.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threatsto its biodiversity. *Annals of Botany*, v. 80, n. 3, p. 223-230, 1997.

RECH, M. et al. Microbiota do solo em vinhedos agroecológico e convencional e sob vegetação. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 3, n. 8, p.141-151, 2013. ISSN: 1980-9735.

RHEINHEIMER, D.S. et al. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.3, p.589-597, 2000.

RHEINHEIMER, D.S; ANGHINONI, I. Accumulation of soil organic phosphorus by soil tillage and cropping systems in subtropical soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.34, n.15/16, p.2339-2354, 2003.

RICHARDSON, A. E. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.28, n.9, p.897-906, 2001.

RODRIGUES, E. A. **Avaliação dos resíduos gerados no processo produtivo de pescado na Colônia de Pescadores Z3**. 2013. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas RS, 2013.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 445-451, 2003.

RODRIGUES, P. C. M. **Obtenção de microrganismos solubilizadores com potencial valor ecológico para uma agricultura sustentável**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia Universidade de Lisboa, 2013.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.

SANO . E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G.; BEZERRA, H.S. Mapeamento da Cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM. In: **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 2009, p. 1199-1206.

SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.F.C. **Indicadores de qualidade do solo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto, SP. Palestras. Ribeirão Preto, SBCS, 2003. CD-ROOM.

SANTOS, I. C. *et al.* Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 115-126, 2002.

SAREP (Sustainable Agriculture Research and Education Programme). What is sustainable agriculture? <http://www.sarep.ucdavis.edu/sarep/about/def>.

SCHULTZ, G. Agroecologia, agricultura orgânica e institucionalização das relações com o mercado nas organizações de produtores do Sul do Brasil. **Agrária**, São Paulo, n. 7, p.61-93, 2007.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. G. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007, 536 p.

SILVEIRA, R. B; MELLONI, R; MELLONI, E. G. P. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas em Itajubá/MG. **Cerne**, v. 12, n. 1, p.48-55, 2006.

SIQUEIRA, J. O. **MICROBIOLOGIA E BIOQUÍMICA DO SOLO: Larvas**, 2006. 36 slides, color, 25cmx20cm. Universidade Federal de Larvas.

SYLVESTER-BRADLEY, R. *et al.* . Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfatos na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. **Acta Amazônica**,v. 12, p. 15-22, 1982.

- SOUCHIE, E. L; ABBOUD, A. C. S. Solubilização de fosfato por microrganismos rizosféricos de genótipos de Guandu cultivados em diferentes classes de solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p.11-18, 2007.
- SOUSA, C. A. “**Solubilização de Fósforo Por Bactérias Endofíticas**”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2010.
- SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 147-168.
- SOUZA, J. L; RESENDE, P. Métodos de produção aplicáveis ao cultivo orgânico de hortaliças. In: SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. (Org.). **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. cap. 6, p. 161-376.
- STOCKMANN, U, et al – The known unknown and unknowns of sequestration of soil organic carbon. **Agricultural Ecosystem Environment**, v.164, p. 80-90, 2013.
- STOTZKY, G.; NORMAN, A.G. Factors limiting microbial activities in soil: I. The level of substrate, nitrogen, and phosphorus. **Archives Microbiology**. v. 40, p. 341- 369, 1961.
- TAVARES, R. L. M. FARHATE, C.V. V., Souza, Z. M.; LA SCALA JÚNIOR, N.; TORRES, J. L. R.; CAMPOS, M. C. C. Emission of CO<sub>2</sub> and soil microbial activity in sugarcane management systems. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 975-982, 2015.
- TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. **Tópicos Especiais em Ciências do Solo**,v.2, n. 1, p. 196-275, 2002.
- VALLE J.C.V; CARNEIRO R.G; HENZ G.P. 2007. Mercado e comercialização. In: HENZ G.P; ALCÂNTARA F.A; RESENDE F.V (eds). **Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. p. 227-236.
- VENZKE FILHO, S. P. **Biomassa microbiana do solo sob sistema de plantio direto na região de Campos Gerais Tibagi, PR**. 2003. 99f. Doutorado em Agronomia- Ciência do solo (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, p. 29-38, 1934.