



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL**  
**CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**RENÉ PORCIÚNCULA DE BARROS**

**MICROBIOTA DE DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO MUNICÍPIO**  
**DE RIO LARGO, ALAGOAS**

**RIO LARGO**

**2021**

**RENÉ PORCIÚNCULA DE BARROS**

**MICROBIOTA DE DIFERENTES SISTEMA DE USOS DO SOLO NO MUNICÍPIO  
DE RIO LARGO, ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Universidade Federal de Alagoas, como parte  
das exigências para a obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Tania Marta Carvalho  
dos Santos

**RIO LARGO**

**2021**

## FICHA CATALOGRAFICA

**Catlogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA**  
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

B277m Barros, René Porciúncula de.

Microbiota de diferentes sistemas de usos do solo no município de Rio Largo,  
Alagoas. / René Porciúncula de Barros. – 2022.

31 f.: il.

Orientador: Tania Marta Carvalho dos Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Curso de Agronomia,  
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio  
Largo, 2022.

Inclui Bibliografia

1. Bactérias. 2. Actinomicetos. 3. Celulolíticos, amonificadores.

CDU:632.4


## FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR: RENÉ PORCIÚNCULA DE BARROS

### MICROBIOTA DE DIFERENTES SISTEMA DE USOS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE RIO LARGO, ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovada em 14 de fevereiro de 2022.


**Orientadora:**

Documento assinado digitalmente  
 Tania Marta Carvalho dos Santos  
Data: 24/03/2022 08:34:56-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

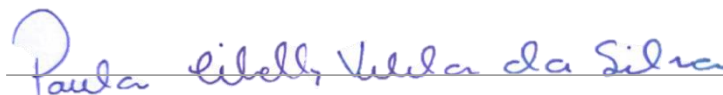
Prof.<sup>a</sup> Dra. Tania Marta Carvalho Dos Santos

**Banca Examinadora:**

Documento assinado digitalmente  
 JOAO MANOEL DA SILVA  
Data: 24/03/2022 09:12:07-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. João Manoel da Silva  
**Examinador Externo**



Msc. Paula Cibelly Vilela da Silva  
**Examinador Interno**

**RIO LARGO**

**2021**

## RESUMO

Objetivou-se por meio desse estudo avaliar em diferentes sistemas de uso do solo (SUS) seus atributos biológicos no *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado no município de Rio Largo - AL, cujo solo é classificado como Latossolo Amarelo Coeso de textura média. Foram realizadas coletas em três sistemas de uso de solo. O primeiro, com mata atlântica natural (condição de cobertura do solo) (SM), o segundo com cultura da cana-de-açúcar (SC) cultivado desde 2009, tendo recebido as recomendações para a cultura, e o terceiro sob bosque de sabiá (BS) que foi introduzido substituindo-se a mata natural em 1999. As análises físico-químicas de solo foram realizadas no Laboratório Solo, Água e Planta do *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. Para as análises microbiológicas foram realizadas contagem de micro-organismos cultiváveis (bactérias, fungos e actinomicetos) e estimativa de celulolíticos e amonificadores. O número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) foi significativamente menor para SM  $6,867 \times 10^6$  enquanto que para BS e SC não diferiram significativamente ( $7,176$  e  $7,503 \times 10^6$  respectivamente), os maiores valores foram verificados em SC. Entre os fungos, maior número de UFC foi observado na quinta coleta em SM ( $5,335 \times 10^5$ ). Para actinomicetos os maiores e menores valores de UFC foram observados em SC ( $3,527$  e  $5,118 \times 10^4$  respectivamente). Os grupos funcionais de micro-organismos (celulolíticos e amonificadores) quantificados neste estudo responderam de forma diferenciada aos SUS. Os maiores valores foram observados em SM, e os menores para SC.

**PALAVRAS CHAVE:** Bactérias, fungos, actinomicetos, celulolíticos, amonificadores.

## ABSTRACT

The objective of different soil use systems was to evaluate their biological attributes at the Campus of Engineering and Agricultural Sciences of the Federal University of Alagoas, located in the municipality of Rio Largo - AL, whose soil is classified as Cohesive Yellow Latosol with medium texture. Collections were carried out in three land use systems (SUS). The first, with natural forest (soil cover condition) (SM), the second with sugar cane (SC) cultivated since 2009, having received the recommendations for the crop, and the third under sabiá forest (BS) that was introduced replacing the natural forest in 1999. Biological analyzes were carried out. The physical-chemical analyzes of soil were carried out by the Soil, Water and Plant Laboratory of the Engineering and Agricultural Sciences Campus of the Federal University of Alagoas. Counting of cultivable microorganisms (bacteria, fungi, actinomycetes) and estimation of cellulolytics and ammonifiers were performed. The number of CFU was significantly lower for SM  $6,867 \times 10^6$  whereas for BS and SC they did not differ significantly ( $7,176$  and  $7,503 \times 10^6$  respectively), the highest values were found in SC. Among the fungi, a greater number of CFU was observed in the fifth collection in SM ( $5.335 \times 10^5$ ). For actinomycetes, the highest and lowest CFU values were observed in SC ( $3.527$  and  $5.118 \times 10^4$  respectively). The functional groups of microorganisms (cellulolytic and ammonifiers) quantified in this study responded differently to SUS. The highest values were observed in SM, and the lowest in SC.

**KEY WORDS:** Bacteria, fungi, actinomycetes, cellulolytics, ammonifiers.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Sistema de uso do solo: Mata Atlântica.....	17
<b>Figura 2:</b> Sistema de uso do solo: Bosque de sabiá.....	18
<b>Figura 3:</b> Sistema de uso do solo: Cultivo de Cana-de-açúcar.....	18

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Atributos químicos de solos das áreas estudadas.....	20
<b>Tabela 2:</b> Atributos para preparo dos meios de culturas e soluções utilizados.....	22
<b>Tabela 3:</b> Quadrados médios e coeficiente de variação obtidos da análise de variância, e coeficiente de variação do número de UFC (Unidades Formadoras de Colônia) de micro-organismos totais de um Latossolo Amarelo Coeso textura média sob cobertura de mata (SM), bosque de sabiá (BS) e cultivo de cana-de-açúcar (SC). .....	23
<b>Tabela 4:</b> Média de Unidade Formadores de Colônias (UFC) de um Latossolo Amarelo Coeso textura média sob cobertura de mata (SM), bosque de sabiá (BS) e cultivo de cana-de-açúcar (SC). .....	24
<b>Tabela 5:</b> Número mais provável e probabilidade de ocorrência de micro-organismos amonificadores e celulolíticos de um Latossolo Amarelo Coeso textura média sob cobertura de mata, bosque de sabiá e cultivo de cana-de-açúcar. ....	26



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Comunidade microbiana no solo .....	11
2.2 Ecossistema microbiano e qualidade do solo .....	13
2.3 Micro-organismos Amonificadores e Celulolíticos .....	14
2.4 Aminoficação.....	15
2.5 Celulolíticos.....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
3.1. Local de Investigação.....	17
3.2. Coleta e preparação das amostras .....	18
3.3 Análises de solo .....	19
3.4 Contagem de micro-organismos cultiváveis (bactérias, fungos, actinomicetos).....	21
3.5 Estimativa dos micro-organismos celulolíticos .....	21
3.6 Estimativa dos micro-organismos amonificadores .....	21
3.7 Meios de Cultura e Soluções .....	22
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O bioma da Atlântica ocupa toda a região litorânea brasileira, que se estende desde o Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul incluindo o estado de Alagoas. Tornando o solo ocupado por esta vegetação de extrema importância para o estado, devido à localização (proximidade ao porto) e a condições climáticas mais favoráveis à agricultura. Este bioma é formado por um conjunto de agrupamentos de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, acarretando em uma diversidade biológica única.

Em ecossistemas naturais há a tendência de equilíbrio entre a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, devido aos ciclos de reciclagem dos nutrientes, no acúmulo e na incorporação de matéria orgânica no solo. Porém, o uso do solo para atividades agrícolas acarreta em mudanças nesse equilíbrio, sendo negativo na maioria das vezes. O nível desse desequilíbrio está ligado ao tipo de manejo e a sua intensidade, podendo ser amenizado com o uso de algumas práticas agrícolas como: plantio direto, coberturas vegetais e uso de variedades mais adequadas para a região (KAISER et al., 1995).

A microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos e pela ciclagem de nutrientes exercendo influência tanto na transformação da matéria orgânica, quanto na estocagem do carbono e nutrientes minerais. A fertilidade natural do solo depende, portanto, da dinâmica de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais são catalisados pela biomassa microbiana do solo. A diversidade microbiana no solo vem sendo um importante indicador da qualidade do solo. Estudos comparativos sobre as propriedades biológicas dos solos entre áreas sob vegetação nativa e cultivada são importantes parâmetros para se avaliar a sustentabilidade de sistemas de uso do solo para fins agronômicos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a diversidade microbiana, em diferentes sistemas de uso de um solo classificado como Latossolo Amarelo Coeso de textura média.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Os organismos que vivem no solo podem operar como incineradores biológicos, transformando-se em reguladores de processos globais de extrema importância, participando das trocas gasosas e nos fluxos de nutrientes nos sistemas solo-vegetação-atmosfera (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Devido a essas características, vem sendo observadas correlações entre os teores de carbono orgânico e diferentes atributos biológicos do solo, incluindo no próprio ambiente.

As características edáficas e o ecossistema estão diretamente ligados a qualidade do solo (SEYBOLD et al., 1977). Os dados obtidos por esses indicadores fazem com que posamos adequar o solo a cultura e a produtividade almejada, visando também o equilíbrio ambiental. Eles devem servir para adaptar a cultura ao meio em que está inserida (SEYBOLD et al., 1977).

Os melhores indicadores devem demonstrar uma boa correlação com os fatores do meio ambiente, esses dados são: processos físicos, químicos e biológicos do solo; clima e manejo. Servindo para minimizar gastos e maximizar a produção, visando também diminuir os danos ao ambiente para que não inviabilize a área (FREITAS, 2014).

Os indicadores microbiológicos são os mais indicados pela literatura por ter uma resposta mais rápida ao meio de seus micro-organismos edáficos, especialmente às mudanças antrópicas devido aos tratos culturais (MATSUOKA et al., 2003; CARNEIRO et al., 2009; ELEFTHERIADIS; TURRION, 2014). A utilização de todos o que oferece os indicadores microbiológicos presentes em um programa de monitoramento de análise do solo sob cultivo se tornaria inviável pelo grande número de atributos. Sendo necessário um número mínimo de indicadores, para que aja foco na finalidade de cada estudo (DORAN; JONES, 1996).

### **2.1 Comunidade microbiana no solo**

Os micro-organismos não vivem isoladamente na natureza, eles interagem com outros organismos e com o meio ambiente. Apesar de seu tamanho diminuto, representam cerca de metade de toda a biomassa da Terra. Eles apresentam uma grande diversidade metabólica, sendo os principais catalisadores dos ciclos de nutrientes na natureza (BROCK et al., 2010). O solo é um hábitat complexo, apresentando numerosos microambientes e nichos. Os micro-organismos encontram-se presentes no solo principalmente aderidos às partículas do solo (FRAGA et al., 2012).

No solo as principais atividades dos micro-organismos são decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia (incluindo a fixação de nitrogênio atmosférico), produção de compostos complexos que contribuem para a agregação do solo, decomposição de xenobióticos e controle biológico de pragas e doenças (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A diversidade de micro-organismos é tão vasta quanto desconhecida (STURSA et al., 2009). Um grama de solo pode conter 10 bilhões de micro-organismos, representando milhares de espécies. O número de espécies microbianas identificadas cresce a cada ano, sendo descritos mais de 70.600 – 72.000 fungos, 37.700 – 42.900 algas, 4.300 bactérias e 3.600 vírus (Nisbet; Fox, 1991). Esses números são, no entanto, pequenos diante do total de espécies, estimados em 1.500.000 para fungos, 400.000 para algas, 1.000.000 para bactérias e 400.000 para vírus (Pedro; Lewinsohn, 2005). Isso significa que foram descobertas e nomeadas até o presente momento, talvez, menos de 0,1% e no máximo 10% das espécies microbianas, dependendo do hábitat estudado.

Melloni et al. (2001) avaliando as características biológicas de solos sob mata ciliar e campo do Cerrado observaram que o número médio de propágulos viáveis por grama de solo seco situou-se de  $10^6$  a  $10^7$  para bactérias,  $10^5$  para fungos e amonificadores,  $10^4$  a  $10^5$  para micro-organismos solubilizadores de fosfato e  $10^6$  para celulolíticos. Verificou-se uma tendência generalizada das comunidades microbiana ser maior no ecossistema de mata em relação ao de campo.

A comunidade microbiana nos solos é influenciada pelo ambiente. As modificações ambientais ao longo das estações do ano podem influenciar as populações na comunidade microbiana. Tais variações estão diretamente ligadas ao regime hídrico e ao clima da região, à estrutura e ao manejo do solo, e ao teor e à qualidade dos resíduos vegetais aportados (CASTRO et al., 2008). Um solo com teor elevado de matéria orgânica tende a manter a população microbiana mais estável ao longo do ano, provavelmente, em decorrência da riqueza de nichos ecológicos e pela heterogeneidade das fontes de carbono (FEDE et al., 2001; MESQUITA, 2014)

A distribuição e especificidade das comunidades de micro-organismos também estão relacionadas com a composição de nutrientes presentes no substrato, a presença de compostos inibitórios, e os vetores que utilizam estes substratos para reprodução e alimentação (PIMENTA et al., 2009).

Nos ecossistemas naturais, a cobertura vegetal permanente proporciona proteção contínua do solo, além de adicionar grandes quantidades de nutrientes principalmente através

de resíduos. Seus efeitos sobre a comunidade microbiana podem interagir com os efeitos provocados pelas flutuações hídricas e térmicas que ocorrem durante o ano. Isso pode influenciar em menor ou maior grau as populações microbianas, através da determinação da atividade e das taxas de crescimento das diversas populações na comunidade microbiana (PEREIRA et al., 1999; CASTRO et al., 2008).

As práticas agrícolas alteram as características físicas, químicas e biológicas determinantes das condições de solo, influenciando as diversas populações na comunidade microbiana. Essas modificações refletem-se na composição, atividade e biomassa desta comunidade, uma vez que a permanência de uma população no ecossistema fica condicionada à sua habilidade de adaptação e de resposta a essas mudanças ambientais (BERNARDES; SANTOS, 2007).

As modificações no equilíbrio estabelecido entre as populações microbianas ocorrem principalmente em decorrência de alterações de pH, umidade, aeração, temperatura e disponibilidade de nutrientes orgânicos e inorgânicos, pelo efeito isolado ou do somatório de dois ou mais desses fatores (BERNARDES; SANTOS, 2007). Os micro-organismos do solo podem ser classificados em grupos funcionais de acordo com suas atuações nos processos biológicos do ecossistema.

Exemplos desses grupos são os micro-organismos envolvidos no ciclo do nitrogênio (diazotróficos, desnitrificadores, amonificadores) e os envolvidos no ciclo do carbono, desde os degradadores de polímeros complexos, até arqueas, incluindo metanogênicas e metanotróficas (TORSVIK; OVREAAS, 2002; CHAER et al., 2009; PEIXOTO et al., 2010). Os organismos do solo, tais como fungos, bactérias e actinobactérias são ditos como microbiota do solo, possuem características genéticas e fenotípicas que demonstram a sua capacidade de viver nestes locais assim como sua influência nos mesmos. Esses micro-organismos apresentam alta diversidade metabólica e fisiológica, tornando-os versáteis no habitat dos vários nichos ecológicos. Podem ser classificados em autotróficos ou heterotróficos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

## **2.2 Ecossistema microbiano e qualidade do solo**

Os solos e seus organismos podem ser afetados pela maneira como o homem maneja este recurso natural. A atividade agrícola predatória, o desmatamento exacerbado, a poluição e as mudanças globais podem ter efeitos deletérios sobre a biodiversidade e os processos ecológicos do solo (ZILLI et al., 2003).

Uma área agrícola é um sistema artificial, que exige intervenção humana constante, o que pode resultar em danos ao meio ambiente, principalmente se for conduzida sem conhecimento detalhado do funcionamento do sistema e da integração entre seus componentes. A diminuição das taxas de reciclagem da matéria, por exemplo, pode ser tomada como bioindicadora dos efeitos da atividade agrícola sobre a dinâmica do ecossistema (LOUZADA et al., 1997).

Os componentes de um ecossistema são fatores bióticos, com as plantas, animais e micro-organismos e fatores abióticos, como o clima e solo, todos com interações contínuas. O equilíbrio dinâmico entre as interações é originado e mantido pela diversidade de espécies (MELO, 2002; PAUL; CLARK, 1989).

De acordo com Moreira e Malavolta (2004), a produtividade dos ecossistemas naturais e de agroecossistemas introduzidos e raramente fertilizados depende da reciclagem dos nutrientes minerais, contidos na serapilheira das plantas e da matéria orgânica do solo.

A avaliação da qualidade do solo, e a quantificação de alterações nos seus atributos, decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo, é um forte indicador amplamente realizada para monitorar a produção sustentável dos solos (NEVES et al., 2007) e, conseqüentemente, a conservação dos recursos naturais. Como a microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos compostos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia do solo, a biomassa microbiana e sua atividade têm sido apontadas como as características mais sensíveis às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e práticas de manejo (TRANNIN et al., 2007)

Apesar de seu tamanho diminuto, os micro-organismos representam cerca de metade de toda a biomassa da Terra. Eles apresentam uma grande diversidade metabólica, sendo os principais catalisadores dos ciclos de nutrientes na natureza (BROCK et al., 2010). O solo é um habitat complexo, apresentando numerosos microambientes e nichos. Os micro-organismos encontram-se presentes no solo principalmente aderidos às partículas do solo (FRAGA et al., 2012).

### **2.3 Micro-organismos Amonificadores e Celulolíticos**

A biomassa microbiana do solo é representada pela porção ativa da matéria orgânica e inclui organismos com volume corporal inferior a  $5 \mu\text{m}^3$  como algas, arqueias, bactérias, fungos e alguns membros da microfauna, como os protozoários (JENKINSON; LADD, 1981). Sendo as bactérias e os fungos os presentes em maior quantidade e representam entre 93 e 97% da

biomassa microbiana, enquanto os protistas compreendem apenas 1 a 3%, alternando de acordo com a época de avaliação e do manejo do solo (BEARE, 1997).

O grupo microbiano funcional que contém os amonificadores, celulolíticos, desnitrificadores, fixadores de N, nitrificadores, proteolíticos e solubilizadores de fosfato, estão entre os principais indicadores microbiológicos e bioquímicos (BATISTA et al., 2018). Sendo estes bioindicadores uma ótima ferramenta capaz de avaliar e monitorar a qualidade do solo de modo eficiente e atendendo os requisitos do SIPA, levando-se em conta diferentes formas de manejo que alteram as características biológicas e bioquímicos do solo (ACOSTA-MARTÍNEZ et al., 2004).

## 2.4 Aminificação

Os micro-organismos amonificantes são responsáveis pela mineralização da matéria orgânica do solo para compostos nitrogenados sendo este processo denominado de amonificação, que consiste na absorção destes compostos nitrogenados, a partir da absorção de proteínas, aminoácidos, peptídeos, entre outros. (MORO et al., 2015).

A um processo de desaminação que ocorre na parte internamente a membrana celular, que resultara na síntese de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e amônia ( $\text{NH}_3^-$ ) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), sabendo que a porcentagem de um sobre o outro estará ligado a faixa de pH do meio. Quando o pH é mais ácido isto implicara na predominância de amônio sobre a amônia (PELLISSARI, 2017), no entanto a amonificação pode ocorrer em diversas condições de temperatura, pH e disponibilidade de oxigênio, sendo realizada por uma grande variedade de micro-organismos (DIAS, 2016).

O amônio que resultara do processo, será o substrato para o processo de nitrificação, que iniciara através de um grupo específico de bactérias (*Bacteria e Archaeae*), denominadas de oxidantes de amônio (OCHOA et al., 2015). muito curto

Quando liberado no solo pela atividade de micro-organismos amonificadores, este amônio poderá ter destinos variados, entre eles como substrato pelos micro-organismos oxidantes de amônio. O amônio resultante pode ficar retido no complexo de troca da fração coloidal do solo, podendo ser absorvido pelas plantas ou por outros micro-organismos do solo (VICTORIA et al, 1992) e em condições específicas do ecossistema pode acabar sendo lixiviado pela água que percola o perfil do solo (TRIVELIN et al., 2002).

## 2.5 Celulolíticos

Sendo considerada como uma das únicas fontes sustentável de carbono é a celulose e estando disponível em grandes quantidades na forma de resíduos celulósicos, representando mais de 60% dos resíduos agrícolas. Estimando-se que a produção anual de celulose atinja a casa dos 100 bilhões de toneladas. Esta celulose é hidrolisada enzimaticamente pela celulase, que não corresponde a uma única enzima, mas a ação sinérgica de endoglucanases e exoglucanases sintetizadas por microrganismos (BAYER; LAMED, 1992; VALENZUELA et al., 2001).

Os verdadeiros microrganismos celulolíticos são aqueles capazes de degradar a celulose, mesmo existindo uma grande variedade que sintetiza celulose. Estes microrganismos passam por estímulos exsudatos e tecidos radiculares destacados, afetando de forma mais significativa as bactérias, a população bacteriana na zona rizosférica pode atingir valores superiores a cem vezes ao encontrado em zonas não-rizosféricas. Sendo o efeito rizosférico variado de acordo com a espécie vegetal. (LYNCH, 1984; KOLB e MARTIN, 1988).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local de Investigação

O presente trabalho foi realizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizada no município de Rio Largo - AL, cujo solo é classificado como Latossolo Amarelo Coeso de textura média. O clima da região é As na Classificação de Koeppen, com pluviosidade média anual de 2.363mm, umidade relativa de 93,02%, temperatura média mínima de 18,9°C e máxima de 27,1°C, com estação seca no verão.

Foram realizadas coletas em três sistemas de uso de solo (SUS), descritas a seguir: o primeiro, com mata Atlântica natural (condição de cobertura do solo) (SM) (Figura 1), o segundo com cultura da cana-de-açúcar (SC) (Figura 2) cultivado desde 2009, tendo recebido as recomendações para a cultura, e o terceiro sob bosque de sabiá (BS) que foi introduzido substituindo-se a mata natural em 1999 (Figura 3). Em cada sistema de cobertura do solo foram subdivididas quatro áreas de 1000m<sup>2</sup>.

**Figura 1:** Sistema de uso do solo: Mata Atlântica.



**Fonte:** Autor, 2022.

**Figura 2:** Sistema de uso do solo: Bosque de sabiá.



**Fonte:** Brandão-Santos, 2019.

**Figura 3:** Sistema de uso do solo: Cultivo de Cana-de-açúcar.



**Fonte:** Brandão-Santos, 2019.

### **3.2. Coleta e preparação das amostras**

Foram realizadas cinco coletas, sendo coletadas dez amostras na profundidade de 0-20 cm por caminamento em zigue-zague, acondicionadas em sacos plásticos. No laboratório realizou-se o peneiramento (abertura = 4mm), a retirada manual de raízes e restos vegetais e armazenamento em temperatura de 4 °C (por no máximo 60 dias). Oito dias antes das análises as amostras foram retiradas e incubadas à temperatura de 27,2 °C no escuro, visando reduzir os efeitos da amostragem, transporte, peneiramento e armazenamento sobre os micro-organismos e seus processos.

### **3.3 Análises de solo**

As análises de solo foram realizadas pelo Laboratório Solo Água e Planta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas cujos atributos estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Atributos químicos de solos das áreas estudadas.

SUS	Coleta	pH em água (1:2) <sup>5</sup>	Na <sup>1</sup>	P <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	Ca <sup>2</sup>	Mg <sup>2</sup>	Al <sup>2</sup>	H+Al <sup>3</sup>	CTC efetiva	CTC Total	MO <sup>4</sup> g/kg	V <sup>5</sup>	m <sup>6</sup>	Sat. de Ca	Sat. de Mg	Sat. de K	Sat. de Na
			mg/dm <sup>3</sup>			cmol /dm <sup>3</sup>						%						
SM	1	4.3	15	4	28	0.19	0.06	1.59	17.41	1.98	17.80	71.0	2	80	1.1	0.3	0.4	0.4
	2	4.2	10	5	33	0.09	0.04	1.52	13.35	1.77	13.60	69.2	2	86	0.7	0.3	0.6	0.3
	3	4.5	15	3	35	0.21	0.07	1.06	12.34	1.50	12.78	65.0	3	71	1.6	0.5	0.7	0.5
	4	4.5	15	4	38	0.19	0.06	0.98	10.31	1.40	10.73	39.5	4	70	1.8	0.6	0.9	0.7
	5	4.4	15	3	50	0.06	0.04	1.16	9.83	1.46	10.13	22.9	3	79	0.6	0.4	1.3	0.7
BS	1	4.5	10	11	43	0.15	0.05	0.91	10.66	1.26	11.01	67.6	3	72	1.4	0.5	1.0	0.4
	2	4.5	10	14	53	0.17	0.07	0.82	9.39	1.24	9.81	23.4	4	66	1.7	0.7	1.4	0.4
	3	4.6	5	11	38	0.28	0.08	0.77	9.41	1.25	9.89	22.5	5	62	2.8	0.8	1.0	0.2
	4	4.7	5	11	43	0.19	0.07	0.78	7.89	1.17	8.28	22.1	5	67	2.3	0.8	1.3	0.2
	5	4.6	5	10	38	0.09	0.04	0.93	9.16	1.18	9.41	22.7	3	79	1.0	0.4	1.1	0.2
SC	1	5.0	75	17	38	0.11	0.05	0.27	6.07	0.86	6.66	18.4	9	31	1.7	0.8	1.5	5.0
	2	5.4	10	37	53	0.51	0.13	0.06	4.93	0.88	5.75	20.0	14	7	8.9	2.3	2.4	0.7
	3	5.1	0	28	43	0.21	0.09	0.27	5.78	0.68	6.19	50.2	7	40	3.4	1.5	1.8	0.0
	4	5.3	65	16	38	0.17	0.08	0.06	4.82	0.69	5.45	17.2	12	9	3.1	1.5	1.8	5.1
	5	5.2	65	16	53	0.17	0.08	0.11	5.33	0.78	6.00	32.3	11	14	2.8	1.3	2.3	4.7

SM mata natural

SC cultura da cana-de-açúcar

BS bosque de sabiá

(1) Extrator de Mehlich-1; (2) Extrator de KC11,0 M; (3) Extrator de Acetato de cálcio a pH 7,0; (4) Método de Welkley-Black; (5) Saturação por bases; (6) Saturação por alumínio;

### **3.4 Contagem de micro-organismos cultiváveis (bactérias, fungos, actinomicetos)**

Foram coletadas sub-amostras de solo que foram acondicionadas em sacos plásticos e, homogeneizadas para formar amostras compostas. Em seguida as amostras foram postas para secar ao ar por 24 horas. De cada amostra composta foi tomada uma sub-amostra de 10 gramas, que foi suspensa em 90 ml de solução salina esterilizada. Após agitação foram feitas diluições em série. De cada uma das diluições foi pipetada uma alíquota de 0,1 ml que foi depositada em placas de Petri, contendo meio seletivo para o isolamento de cada grupo de micro-organismo. Foram utilizadas as diluições  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  para fungos e actinomicetos;  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  e  $10^{-6}$  para bactérias. As culturas foram incubadas no escuro a 28 °C, sendo por cinco dias para fungos e actinomicetos e, três dias para bactérias. O número de unidades formadoras de colônias (UFC) foi então avaliado através da contagem e calculado por grama de solo. Para bactérias foram contadas as placas com 30-200 colônias (JENKINSON; POWLSON, 1976).

### **3.5 Estimativa dos micro-organismos celulolíticos**

Foi seguido o mesmo procedimento do item anterior até as diluições em série. Das diluições  $10^{-1}$  a  $10^{-5}$  foram transferidas alíquotas de 1,0 ml para tubos de ensaio contendo 9,0 ml de meio líquido para micro-organismos celulolíticos. Em cada tubo foi colocada uma tira de papel de filtro esterilizado medindo 7,0 x 1,0 cm de modo que o papel fique 2,0 cm acima do nível do meio. As culturas foram incubadas no escuro a 28 °C por quatro semanas. A contagem foi feita conforme a tabela de McGrady do número mais provável de micro-organismos para 5 repetições (JENKINSON; POWLSON, 1976).

### **3.6 Estimativa dos micro-organismos amonificadores**

Foi seguido o mesmo procedimento do item 3.5 até as diluições em série. Das diluições  $10^{-1}$  a  $10^{-5}$  foram transferidas alíquotas de 1,0 ml para tubos de ensaio contendo 4,0 ml de meio líquido para micro-organismos amonificadores. As culturas foram incubadas no escuro a 28 °C por cinco dias. Os tubos com produção de amônia apresentaram mudança de coloração de laranja para rosa. A contagem foi feita conforme a tabela de McGrady de número mais provável de micro-organismos para 5 repetições (JENKINSON; POWLSON, 1976).

### 3.7 Meios de Cultura e Soluções

**Tabela 2:** Atributos para preparo dos meios de culturas e soluções utilizados.

Constituintes	Meios de Cultura e Soluções				
	Actinomicetos	Bactérias	Celulolíticos	Amonificadores	Solução Salina
			$\text{gL}^{-1}$		
Amido	10,00	-	-	-	-
Caseína	0,30	-	-	10,00	-
Extrato de carne	-	3,00	-	-	-
Extrato de levedura	-	-	-	0,10	-
Peptona	-	5,00	-	-	-
NaCl	2,00	8,00	-	-	8,00
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2,00	-	1,00	10,00	-
NaNO <sub>3</sub>	-	-	0,50	-	-
CaCO <sub>3</sub>	0,02	-	-	-	-
KCl	-	-	0,50	-	-
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,05	-	0,50	0,10	-
FeSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	0,01	-	-	0,01	-
MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	-	-	-	0,01	-
Fenol V.	-	-	-	0,02	-
Agar	18,00	18,00	-	-	-
Água destilada (mL)	1000	1000	1000	1000	1000
pH	7,2	7,2		6,5	7,2

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância do número de UFC de micro-organismos totais estão apresentados na Tabela 3. Entre os SUS verificou-se diferenças significativas pelo teste F apenas para bactérias. Foi detectada interação significativa para todos os SUS indicando dependência entre os dois fatores.

**Tabela 3:** Quadrados médios e coeficiente de variação obtidos da análise de variância, e coeficiente de variação do número de UFC (Unidades Formadoras de Colônia) de micro-organismos totais de um Latossolo Amarelo Coeso textura média sob cobertura de mata (SM), bosque de sabiá (BS) e cultivo de cana-de-açúcar (SC).

Fonte de Variação	GL	Actinomicetes	Bactérias	Fungos
SUS	2	0,3432 <sup>ns</sup>	3,0374**	0,4688 <sup>ns</sup>
Coletas	4	1,8966**	1,0103 <sup>ns</sup>	5,5923**
SUS x Coletas	8	1,6682**	2,8852**	0,8243**
Resíduo	75	0,3287	0,0609	0,2308
CV%		13,22	10,86	10,38

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ) <sup>ns</sup>não significativo ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

**Tabela 4:** Média de Unidade Formadores de Colônias (UFC) de um Latossolo Amarelo Coeso textura média sob cobertura de mata (SM), bosque de sabiá (BS) e cultivo de cana-de-açúcar (SC).

Grupo Microbiano	SUS	Coletas				
		1	2	3	4	5
Bactérias UFC 10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup>	SM	7,012a A	6,691a A	6,801a B	6,534a B	7,293a A
	BS	7,191a A	7,268a A	7,050ab AB	7,458ab AB	5,896b B
	SC	6,796a A	7,667a A	8,000a A	8,477a A	7,494a A
Fungos UFC 10 <sup>5</sup> g <sup>-1</sup>	SM	5,215a A	3,500b B	4,437a A	5,069a A	5,335a A
	BS	4,769a A	4,519a A	3,617b A	4,655a A	4,871a A
	SC	4,959a A	3,883ab AB	4,204ab A	5,160a A	5,257a A
Actinomicetes UFC 10 <sup>4</sup> g <sup>-1</sup>	SM	4,507a A	5,000a A	3,766a A	3,766b A	4,427a A
	BS	4,906a A	3,814b A	4,097a A	4,152a A	4,313ab A
	SC	5,118a A	4,394ab A	4,207a A	5,039a A	3,527b A

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. P = 0,05 pelo teste de Tukey. Colunas - letras maiúsculas. Linhas - letras minúsculas.

Para bactérias, verificou-se diferenças significativas entre os SUS a partir da terceira coleta, o número de UFC variou de 5,896 a 8,477x10<sup>6</sup>, os maiores valores foram verificados em SC. Entre os fungos, maior número de UFC foi observado na quinta coleta em SM (5,335x10<sup>5</sup>). Para actinomicetos os maiores e menores valores de UFC foram observados em SC (3,527 e 5,118x10<sup>4</sup> respectivamente).

A variação entre coletas pode ser explicada pela variação das condições ambientais., Segundo Torsvik e Ovreas (2002), em um agroecossistema a variação da diversidade microbiana ao longo das estações do ano ainda é bem incompreendida, já que em cada estação parece ocorrer uma comunidade microbiana dominante acompanhada de outras pouco abundantes que, muitas vezes, estão abaixo do nível de detecção dos métodos. Tais variações estão diretamente ligadas ao regime hídrico e ao clima da região, à estrutura e ao manejo do solo, e ao teor e à qualidade dos resíduos vegetais aportados.

A população microbiana do solo é muito influenciada pela cobertura vegetal do solo, sendo cada grupo afetado de forma seletiva. Os solos submetidos a cultivo constante apresentam acúmulo superficial de resíduos e nutrientes minerais muito favorável ao desenvolvimento



microbiano. Os micro-organismos são estimulados por exsudatos e tecidos radiculares sendo esse efeito pronunciado para bactérias.

Em solos de mata onde a vegetação é exuberante, o acúmulo de material orgânico é favorecido pela cobertura vegetal, o que representa um aporte maior e mais constante de nutrientes, conseqüentemente, a variabilidade é maiores que em outros SUS. O não-revolvimento do solo também mantém intactas as hifas fúngicas favorecendo a micorrização das espécies florestais, enquanto que, em outros SUS são facilmente destruídas por ações que perturbam a estrutura do solo. A micorrização possibilita uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes, sobrevivência em condições naturais, além de um maior crescimento.

Nos agroecossistemas as mudanças significativas e perceptíveis na comunidade microbiana também estão relacionadas com as condições ambientais, sendo consequência principalmente do uso e das práticas de manejo do solo. A combinação das práticas agrícolas aplicadas durante vários anos de cultivo é importante para o equilíbrio microbiológico, pois o manejo (preparo e fertilização do solo, tipo de cultura e época de plantio) é determinante para o desenvolvimento de micro-habitats específicos, resultando na alteração do equilíbrio dinâmico, através de modificações nos processos microbiológicos, fisiológicos e bioquímicos específicos. Nestes casos, as relações entre os componentes da comunidade microbiana passam a ser dependentes das novas circunstâncias do meio (ATLAS et al., 1991).

O número de UFC observado em SC pode ser resultado do manejo do solo empregado nessa área, onde não ocorre a queima e a cultura tem o seu ciclo respeitado até o florescimento, quando é colhida sem uso de máquinas e suas palhas são depositadas sobre o solo. Esses fatores contribuem para manter a integridade do solo e conseqüentemente, favorece ao desenvolvimento dos micro-organismos nele existentes. Com relação a menor diversidade nesse SUS, é reflexo da monocultura na área que resultou por seleciona a população microbiana.

Os grupos funcionais de micro-organismos (celulolíticos e amonificadores) quantificados neste estudo responderam de forma diferenciada aos SUS (Tabela 2). Os maiores valores foram observados na mata, e os menores para cana-de-açúcar.

O Número Mais Provável refere-se ao número de células viáveis dos micro-organismos provenientes da solução matriz; a probabilidade representa a chance de ocorrer a combinação obtida, se o ensaio fosse repetido em um número infinito de vezes com a mesma solução matriz.

**Tabela 5:** Número mais provável e probabilidade de ocorrência de micro-organismos amonificadores e celulolíticos de um Latossolo Amarelo Coeso textura média sob cobertura de mata, bosque de sabiá e cultivo de cana-de-açúcar.

SUS	Coletas	NMPx10 <sup>5</sup> g <sup>-1</sup>		Probabilidade (%)	
		Amonificadores	Probabilidade (%)	Celulolíticos	Probabilidade (%)
Mata	1	160,883	40,960	25,260	0,030
	2	160,883	40,960	34,531	0,358
	3	42,560	0,034	2,312	16,643
	4	42,560	0,034	1,071	10,459
	5	42,560	0,034	3,861	0,019
Sabiá	1	42,560	0,034	14,788	0,011
	2	34,531	0,358	4,520	5,206
	3	160,883	40,960	2,161	6,529
	4	21,212	0,053	10,858	11,038
	5	160,883	40,960	4,268	0,169
Cana	1	42,560	0,034	8,388	0,044
	2	42,560	0,034	8,388	0,044
	3	42,560	0,034	8,388	0,044
	4	42,560	0,034	8,388	0,044
	5	42,560	0,034	8,388	0,044

Nos sistemas permanentes, o aporte de nutrientes ao solo é contínuo e as condições estáveis. Assim, as oscilações na população microbiana são mínimas. No solo sob cultivo de cana-de-açúcar, apesar do solo ficar descoberto no período de corte à rebrota, espécies com maior capacidade de esporular podem ter sido favorecidas pelas suas maiores possibilidades de sobrevivência durante os períodos adversos e a eliminação de grupos antagonistas e competidores, enquanto que à mata não houve tal pressão de seleção.

Deve-se salientar, no entanto, que a simples numeração de celulolíticos não garante que eles estejam decompondo a celulose no solo, mas, sim que apresentam a habilidade de produzir celulase em ambiente rico em celulose.

O grupo de amonificadores do solo é composto de um grande número de microrganismos heterotróficos entre eles, fungos bactérias e actinomicetos, e são estimados através de tabelas do número mais provável, considerando positivo a cultura onde a amônia é detectada por reações químicas. Os amonificadores utilizam alguma forma complexa de nitrogênio orgânico ocorrendo liberação da amônia como proteína e nucleotídeos (ALEXANDER, 1977). Na decomposição desses compostos, uma parte do nitrogênio é reassimilado pelas novas células formadas. A adição de uma fonte de carboidrato prontamente

disponível junto com o nitrogênio orgânico, reduz a quantidade de amônia acumulada. Esse efeito retardado do carboidrato pode ser atribuído a assimilação da amônia pelos microrganismos estimulados por aquele substrato.

## **5. CONCLUSÃO**

Esses resultados permitem concluir que os sistemas de uso do solo estudados interferiram na população dos micro-organismos celulolíticos e amonificadores, porém esse efeito não foi observado para os micro-organismos totais.

## 6. REFERÊNCIAS

ACOSTA-MARTÍNEZ, V. et al. Soil microbial, chemical and physical properties in continuous cotton and integrated crop-livestock systems trade names and company names are included for the benefit of the reader and do not infer any endorsement or preferential treatment of the product. **Soil Science Society of America Journal**, v. 68, p. 1875-1884, 2004.

ALVAREZ, R. et al. Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage systems. **Soil Tillage Research**, v. 33, p. 17–281, 1995.

ATLAS, R. M. et al. Response of microbial populations to environmental disturbance. **Microbial Ecology**, v. 22, p. 249-256, 1991.

BATISTA, E.R. et al. Atributos biológicos do solo em sistema integrado de produção agropecuária. In: SOUZA, E. D. et al **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil**. Tubarão, Copiart, 2018. p.71-90.

BAYER, E. A.; LAMED, R. The cellulose paradox: pollutant par excellence and or a reclaimable natural resource. **Biodegradation**, v. 3, p. 171-188, 1992.

BEARE, M. H. Fungal and bacterial pathways of organic matter decomposition and nitrogen mineralization in arable soils. In: BRUSSAARD, L.; FERRERA-CERRATO, R. **Soil Ecology in Sustainable Agricultural Systems**. Boca Raton: CRC/Lewis Publishers, 1997. p. 37-70.

BERNARDES, C. M.; SANTOS, M. A. População microbiana como indicadora de interferência de diferentes manejos de solos de cerrado com cultivo de soja. **Bioscience Journal**, v. 22, p. 7-16, 2006.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 147-157, 2009.

CASTRO, A. P. et al. Diversity of soil fungal communities of Cerrado and its closely surrounding agriculture fields. **Archives of Microbiology**, v. 190, p. 129-139, 2008.

CHAER, G. M. et al soil quality index based on the equilibrium between soil organic matter and biochemical properties of undisturbed coniferous forest soils of the Pacific Northwest. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 41, p. 822-830, 2009.

DIAS, A. C. Transformações do nitrogênio. In: CARDOSO, N. B. J. E; ANDREOTE, F. D. 2 (Ed). **Microbiologia do solo**. 2 ed. Campinas, Piracicaba: ESALQ Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016, p. 99-110.

ELEFTHERIADIS, A.; TURRIÓNA, M. Soil microbiological properties affected by land use, management, and time since deforestations and crop establishment. **European Journal of Soil Biology**, 62, 138-144, 2014.

FRAGA, M. E. et al Interação microrganismo, solo e flora como condutores da diversidade na Mata Atlântica. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 857-865, 2012.

FREITAS, D. S. **Densidade microbiológica e potencial metabólico em cerrado nativo e cultivado**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Jataí.

JENKINSON D. S. AND LADD J. N. Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In PAUL, E. A.; LADD, J. N. **Soil Biochemistry**, New York, Dekker ,1981. 415-471.

KAISER, E.A.; MARTENS, R.; HEINEMEYER, O. Temporal changes in soil microbial biomass carbon in an arable soil. **Plant and Soil**, v.170, p. 287-295, 1995.

KOLB, W.; MARTIN, P. Influence of nitrogen on the number of N<sub>2</sub> fixing and bacteria in the rhizosphere. **Soil Biology and Biochemical**, v.20, p.221-225, 1988.

LOUZADA, J. N. C. Litter decomposition in semideciduous forest and Eucalyptus spp. crop in Brazil: a comparison. **Forest Ecology and Management**, v.94, p.31-36, 1997.

LYNCH, J.M. Interactions between biological processes cultivation and soil structure. **Plant Soil**, v. 76, p.307-318, 1984.

MATSUOKA, M. et al. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, p. 425-433, 2003.

MELLONI, R. et al. Características biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.7-13, 2001.

MESQUITA, V. A. et al. A diversidade filogenética molecular de bactérias e fungos associados ao solo do cerrado de diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **International Journal of Microbiology**, v.4, p119-131, 2013.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1103-1110, 2004.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: UFLA. 2006.

MORO, E. et al. Bactérias amonificantes e nitrificantes e teores de amônio e nitrato afetados por plantas de cobertura e fertilizantes nitrogenados. **Agrarian**, v. 9, p. 210- 218, 2017.

NEVES, C.M.N. et al. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, v.74, p.45-53, 2007.

OCHOA, S. A. et al Amonio-oxidasas bacterianas y arqueales involucradas en el ciclo del nitrógeno. **Terra Latinoamericana**, v. 33, p. 233-245, 2015.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. 2.ed. London: Academic Press, 1996.

PEIXOTO, R. S. et al. A decade of land use contributes to changes in the chemistry, biochemistry and bacterial community structures of soils in the Cerrado. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 98, p. 403-413, 2010.

PELISSARI, C. **Dinâmica microbiana nitrificante e desnitrificante em wetland construído vertical**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Curso Doutorado em Engenharia Ambiental, Departamento de, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PIMENTA, R.S. et al Endophytic Fungi from Plums (*Prunus domestica*) and Their Antifungal Activity against *Monilinia fructicola*. **Journal of Food Protection**, v. 75, p. 1883-1889, 2012.

RIVELIN, P.C.O. et al Perdas do nitrogênio da ureia no sistema solo-planta em dois ciclos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p.193-201, 2002.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Ed. Âmbito Cultural. 1997.

ROSSELÓ-MORA, R.; AMANN, R. The species concept for prokaryotes. **FEMS Microbiology Review**, v. 25, 39-67, 2001.

RUMJANEK, J. E. et al. Diversidade microbiana como indicador da qualidade do solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, 20:391-411, 2003.

SEYBOLD, C.A., MAUSBACH, M.J.; KARLEN, D.L.; ROGERS, H.H. Quantification of soil quality. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; FOLLET, R.F.; STEWART, B.A. (eds.). **Soil processes and the carbon cycle**. Boca Raton, Florida: CRC Press LLC, p.387-404, 1997.

STURSA, P. et al. Approaches for diversity analysis of cultivable and non-cultivable bacteria in real soil. **Plant soil and Environment**, v. 55, p. 389-396, 2009.

TORSVIK, V.; OVREAS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. **Current Opinion in Microbiology**, v. 5, 240-245, 2002.



TRANNIN, I. C. et al Características biológicas do solo indicadoras qualidade após dois anos aplicação bio-sólido industrial e cultivo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1173-1184, 2007.

VALENZUELA, E. et al. Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados com la descomposición de hojarasca de *Nothofagus pumilio*. **Revista Chilena de História Natural**, v. 74, p. 737-749, 2001.

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M.C.; VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (eds.). **Microbiologia do Solo**. Campinas: CBCS, p.41- 58, 1992.