

**FUNGOS E BACTÉRIAS CULTIVÁVEIS DO SOLO EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO DE MATA ATLÂNTICA DA USINA SANTA MARIA LTDA, MEDEIROS NETO, BA**

*Fungi and cultivable soil bacteria in Atlantic Forest reforestation areas of Usina Santa Maria Ltda, Medeiros Neto, BA*

**Tharcilla Nascimento da Silva Macena<sup>1</sup>**

**Eduardo Gross<sup>2</sup>**

**Gilvan Ferreira Moreira<sup>3</sup>**

*Artigo recebido e aprovado em abril de 2015*

**Resumo:**

O presente trabalho objetivou avaliar os fungos e bactérias cultiváveis do solo presentes em duas Áreas de Reserva Legal (ARL) na Usina Santa Maria LTDA, Medeiros Neto, BA. Foram delimitadas três parcelas para coleta de solo dentro de cada área observando-se tamanho, características topográficas e edáficas. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5 cm e de 5-20 cm. Essas foram trazidas para laboratório e avaliadas quanto ao pH, e à presença de fungos e bactérias. A quantificação das UFC fúngicas e bacterianas foi realizada pelo método de diluição e plaqueamento em meio de cultivo. Houve diferença na dinâmica da população de microrganismos entre os sistemas de reflorestamento relacionados à UFC e morfotipo, bem como para UFC e pH. Conclui-se que quantificação de UFC está intrinsecamente relacionada ao número de morfotipo, assim como o pH.

**Palavras-chaves:** UFC, Microrganismos, Reflorestamento.

**Abstract:**

This study aimed to evaluate the cultivable fungi and soil bacteria present in two Legal Reserve Areas (ARL) at Usina Santa Maria LTDA, (Medeiros Neto, BA). Three installments were defined for soil collection within each area observing size, topographic and soil characteristics. The samples were collected at depths of 0-5 cm and 5-20 cm. These were brought to the laboratory and evaluated for pH, and the presence of molds and bacteria. Quantification of fungal and bacterial CFU was accomplished by dilution and plating method in agar. Differences in population dynamics of microorganisms between reforestation systems related to CFU and morph type, as well as CFU and pH. It is concluded that quantification of CFU is intrinsically related to the number of morph types, as well as pH.

**Key-words:** CFU, Microorganisms, Reforestation.

<sup>1</sup> Professora Mestre efetiva e visitante. (Universidade do Estado da Bahia – UNEB), Campus X. Endereço: Av. Kaikan S/Nº. Bairro Kaikan  
E-mail: tharcillamacena@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Dr. Pleno efetivo (Universidade de Santa Cruz).  
E-mail: edugross@uesc.br

<sup>3</sup> Graduando (Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Campus X).

## Introdução

O bioma Mata Atlântica é considerado um dos ambientes mais ameaçados em extinção do mundo. Em frente a esse panorama, o Extremo Sul da Bahia é uma região muito importante para a conservação da biodiversidade brasileira uma vez que restam ainda manchas de Mata Atlântica onde estão concentradas as maiores reservas do nordeste brasileiro. O cenário na região é desolador, pois restam florestas nativas em parques nacionais e em propriedades privadas, mas que infelizmente já descaracterizadas por exploração, incêndios e desmatamentos, (COSTA, 2005 e NOGUEIRA JUNIOR, 2000).

Diante disso, algumas formas das empresas privadas contribuirão para a preservação e para expandir uns poucos remanescentes de Mata Atlântica que existe, é apoiar e fazer valer a existência de Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Áreas de Reservas Legais (ARL) amparadas na lei 12.651, de 25 de maio de 2012.

Em face à atual conjuntura, as ARL revestem de uma importância ímpar, pois com o agravamento do efeito estufa e a expansão do projeto brasileiro de produção do etanol e biodiesel, a ARL se apresenta como uma excelente opção para preservação da biodiversidade e como compensação ambiental pela grande expansão prevista das monoculturas da cana-de-açúcar, da soja e até do eucalipto (CANGUSSU, 2013).

Além disso, partindo do pressuposto ecológico de que nada na natureza é fragmentado, uma vez que todos os seres vivos e o meio abiótico estão inseridos em um mesmo ecossistema e estes interligados, toda e qualquer medida de preservação e manutenção do meio ambiente, sendo ela em espaço privado ou não, tendem a contribuir com a conservação do mesmo (CAPRA, 2006). Desta forma, torna-se crucial o desenvolvimento de sistemas de avaliação quantitativos, baseados numa combinação de propriedades do solo ou em indicadores de qualidade que possa auxiliar nos processos de reflorestamento, indicando as principais alterações em curso (CHAER, 2001).

Nogueira Junior (2000) aborda que são escassas as pesquisas que estudam a interação solo-microrganismo-vegetação na restauração de áreas degradadas em bioma de Mata Atlântica, pois estudar seu funcionamento pode permitir, não só a avaliação das modificações produzidas pelo uso de solos ocupados anteriormente por esse ecossistema como também propiciar a compreensão das distintas etapas necessárias à restauração da função e estrutura do ambiente degradado.

Fontana (2010) aponta que uma ferramenta que vem a auxiliar na avaliação da qualidade do solo é a utilização dos microrganismos presentes em sua microbiota, pois estes podem detectar mudanças sutis nas propriedades dos solos sob a introdução de diferentes tipos de manejo. Sem falar que os microrganismos são os principais agentes da ati-

vidade bioquímica do solo, estando envolvidos diretamente em todos os processos biológicos e influenciando processos físicos e químicos do solo, bem como estão inter-relacionados com os componentes físicos e químicos do solo (CORREIA; OLIVEIRA, 2005). Além disso, a sua quantificação permite obter importantes informações sobre dinâmica da população constituintes da microbiota do solo e a saúde do mesmo (FONTANA, 2010).

Nessa perspectiva, ciente da relevância da manutenção de um ecossistema equilibrado e também da importância da Mata Atlântica para a preservação da biodiversidade, torna-se crucial o desenvolvimento de pesquisas quanto à avaliação da qualidade e saúde do solo, que venha constituir-se de uma ferramenta que possibilite entender melhor o processo de interação solo-microrganismo-plantas em área de reflorestamento.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar os fungos e bactérias cultiváveis do solo presentes em duas Áreas de Reserva Legal (ARL) na Usina Santa Maria LTDA, Medeiros Neto, BA. E como objetivos específicos: Quantificar a presença de fungos e bactérias através de Unidades Formadoras de Colônias (UFC); Verificar se existe um padrão quantitativo de fungos e bactérias no solo que possibilitam o desenvolvimento da comunidade edáfica; Inferir se o número de UFC e o número de morfotipos estão relacionados; Constatar se o pH do solo está interferindo na quantidade dos fungos e bactérias.

## Revisão de Literatura

### O solo e seus componentes

A Pedologia define o solo como um corpo natural resultante da ação conjunta de vários processos pedogenéticos, biológicos e ambientais, que constituem os fatores de formação do solo. A evolução do solo ocorre através da ação de quatro fatores de formação: material de origem; clima; relevo e seres vivos, onde sua origem ocorre nas rochas presentes na litosfera, que vem do grego, *lithos*, que significa pedra, basicamente formada por três grandes grupos de rochas: magmáticas; metamórficas; e sedimentares (JENNY, 1994; CAPECHE et al, 2004).

É com ação de um processo chamado de intemperismo, que o solo se origina. E consiste em um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, que atuam sobre as rochas e minerais expostos na interface litosfera-atmosfera, desintegrando-as e decompondo-as quimicamente (CAPECHE et al, 2004).

Após originar o solo, os seus principais componentes são os minerais inorgânicos, partículas de areia, silte e argila, formas estáveis de matéria orgânica derivadas da decomposição pela biota do solo, e a própria biota, composta por minhocas, fungos, bactérias, algas e nematoides (ARAÚJO, 2004).

O solo possui uma série de características físicas e químicas, onde dentro das físicas pode-se citar a textura, porosidade, pela estrutura; consistência, temperatura e cor. Dentre as propriedades químicas do solo pode-se citar cargas elétricas; adsorção e troca de íons e acidez (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

## Matéria orgânica e a qualidade do solo

A discussão sobre o que pode definir a qualidade do solo e o seu conceito é datada desde civilizações muito antigas e compreende um subconjunto fundamental da qualidade ambiental, onde no final da década de 70 e durante os dez anos seguintes estiveram muito associados ao conceito de fertilidade, sendo um solo considerado de alta qualidade quando se apresentava quimicamente rico, no entanto, os conceitos foram renovados e o solo de alta qualidade passou a ser visto de outra forma (CHAER, 2001).

Capeche et. al. (2004) diz que um fator de qualidade do solo que pode ser utilizado para saber se este tem algum potencial produtivo é o seu teor de matéria orgânica e a atividade biológica na camada superficial.

Os resíduos de plantas e animais decompostos, bem como organismos vivos podem ser considerados como matéria orgânica e variam consideravelmente em estabilidade, susceptibilidade ou estágio de alteração (SILVA; TORRADO; ABREU JUNIOR, 2006). A matéria orgânica é constituída, basicamente de duas frações distintas: uma, os restos vegetais e animais em diferentes estados de decomposição e outra, o húmus, que é o produto desses restos após decomposição biológica (FREIRE, 1997).

A quantidade de matéria orgânica é um dos principais termômetros para medir a fertilidade do solo, pois ela atua fundamentalmente sobre a composição química e física do mesmo (BOAS; GARCIA, 2007). A matéria orgânica é representada por uma pequena fração do peso total dos solos minerais: 1% ou menos, em solos arenosos pobres e em solos de deserto; 12% ou mais em regiões de pradaria; em solos orgânicos o teor de matéria orgânica varia de 20% a 30%, no mínimo, de acordo com a percentagem maior ou menor de argila, a 90-95% nos solos turfosos (FREIRE, 1997).

Nas últimas décadas a qualidade do solo é definida como a capacidade contínua deste de aceitar, estocar, e reciclar água, nutrientes e energia, bem como reter e transformar materiais químicos e biológicos, funcionando como filtro ambiental (JAHNEL; CARDOSO; DIAS, 1999).

García e Hernández (1997) declaram que a conservação da qualidade do solo é extremamente relevante, pois a degradação deste pode ser irreversível, principalmente quando a pressão humana for excessiva.

Mas para inferir se o solo estar em ótimo estado de conservação é necessário definir e apontar parâmetros para que possa-se mensurar o seu nível de conservação, assim como o seu nível de degradação. Para isso precisa-se entender quais são os sintomas manifestados que apontam a sua degradação. Desta forma, segundo Staben et al. (1997) a degradação da qualidade do solo é manifestada por processos erosivos, redução de matéria orgânica, perda de nutrientes, compactação do solo, redução de populações microbianas, de atividades enzimáticas e pH.

Destes fatores os microrganismos e suas atividades encontram-se no cerne da questão da qualidade do solo, são: os microrganismos que representam cerca de 60 % a 80 % da fração viva e mais ativa da matéria orgânica do solo que constitui, por sua vez, o principal componente de fertilidade destes. Esses juntamente com a fauna e as raízes das plantas, constituem a fração viva da matéria orgânica do solo e podem ser utilizados como indicadores biológicos ou bioindicadores, pois estão inter-relacionados com os componentes físicos e químicos.

### Microbiota do solo e seus fatores de crescimento

Os microrganismos do solo, também chamados coletivamente de microbiota do solo, são representados por cinco grandes grupos: bactérias, actinomicetos, fungos, algas e protozoários. Apesar de constituírem somente 1% a 4 % do carbono total e ocuparem menos de 5 % do espaço poroso do solo, a diversidade e a quantidade dos microrganismos é bastante elevada (ANDREOLA; FERNANDES, 2007).

O solo é considerado um ambiente limitado em nutrientes, somente 15% a 30% das bactérias e 10% dos fungos encontram-se em estado ativo. A maior densidade populacional dos microrganismos em estado ativo no solo é de bactérias, que é superior à densidade de todos os outros microrganismos juntos (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

Além de constituir o grupo mais numeroso é também de maior importância, pois são responsáveis por inúmeras transformações relacionadas com a fertilidade do solo, tais como: decomposição e síntese da matéria orgânica, mineralização e imobilização de nutrientes, fixação biológica do nitrogênio atmosférico, nitrificação e desnitrificação, redução e oxidação de elementos minerais, recuperação de solos salinos/alcalinos, formação de compostos gasosos (metano, gás carbônico, gás sulfídrico entre outros) (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

As maiores concentrações de bactérias no solo ocorrem nos horizontes superficiais, decorrentes das condições favoráveis de calor e umidade, aeração e disponibilidade de nutrientes (FONTANA, 2010). Vale ressaltar que em regiões subtropicais, em condições adequadas de umidade, as populações atingem o nível máximo no início do verão ou no outono (BRADY, 1983).

Apesar de possuir em menor número os fungos exercem funções essenciais à fertilidade do solo: imobilização, adição de matéria orgânica, solubilização de nutrientes (micorrizas), agregação do solo (estrutura) e ação predatória, capturando parasitas, amebas e nematoides (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

Os fungos contribuem com maior peso à matéria orgânica do solo, quando comparado a outros microrganismos (GRANT; LONG, 1989). Eles encontram-se muito difundidos nos solos, mas em especial em solos ácidos. Muitos deles vivendo de forma temporária ou permanente, com a qual são abundantes na época de maior temperatura (GARASSINI, 1967).

### Morfotipo de bactérias e fungos

A formação de um agrupamento visível de bactérias é denominada *colônia*. Esta é visualizada sem o auxílio do microscópio, sendo então considerada como uma característica macroscópica das bactérias (NEDER, 1992).

As características das colônias fornecem dados importantes para a sua identificação. Fornecendo-se as mesmas condições (de temperatura, atmosfera, pH, composição do meio de cultura) as espécies apresentam uma notável constância de caracteres. Cada espécie possui um tipo de morfologia colonial diferente - *morfotipo*, no qual estas apresentam características específicas quanto à forma, tamanho, cromogênese, transparência, elevação, superfície e borda (NEDER, 1992 e SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2004).

Assim como as bactérias e os fungos também apresentam uma grande diversidade morfológica. Essa diversidade está, em sua maioria, relacionada às atividades desenvolvidas por esses organismos e é consequência do processo evolutivo. Apesar do desenvolvimento de técnicas mais avançadas, como é o caso da utilização de ferramentas da biologia molecular, o estudo da morfologia é, ainda, o eixo norteador na identificação e taxonomia dos fungos (SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2004).

Os fungos podem se desenvolver em meios de cultivo especiais formando bem como, as bactérias, colônias. Na formação das colônias pode-se apresentar de dois tipos: o leveduriformes e os filamentosos.

### Metodologia

#### Local da pesquisa

O trabalho foi realizado no período de agosto a dezembro de 2013, dentro de uma das propriedades da Usina Santa Maria LTDA, situada na BA - 290, km 43, Medeiros Neto-BA, na latitude 17°27'27.60" e longitude 40°08'28.08".

Apesar de possuir em menor número os fungos exercem funções essenciais à fertilidade do solo: imobilização, adição de matéria orgânica, solubilização de nutrientes (micorrizas), agregação do solo (estrutura) e ação predatória, capturando parasitas, amebas e nematoides (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

Os fungos contribuem com maior peso à matéria orgânica do solo, quando comparado a outros microrganismos (GRANT; LONG, 1989). Eles encontram-se muito difundidos nos solos, mas em especial em solos ácidos. Muitos deles vivendo de forma temporária ou permanente, com a qual são abundantes na época de maior temperatura (GARASSINI, 1967).

### Morfotipo de bactérias e fungos

A formação de um agrupamento visível de bactérias é denominada *colônia*. Esta é visualizada sem o auxílio do microscópio, sendo então considerada como uma característica macroscópica das bactérias (NEDER, 1992).

As características das colônias fornecem dados importantes para a sua identificação. Fornecendo-se as mesmas condições (de temperatura, atmosfera, pH, composição do meio de cultura) as espécies apresentam uma notável constância de caracteres. Cada espécie possui um tipo de morfologia colonial diferente - *morfotipo*, no qual estas apresentam características específicas quanto à forma, tamanho, cromogênese, transparência, elevação, superfície e borda (NEDER, 1992 e SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2004).

Assim como as bactérias e os fungos também apresentam uma grande diversidade morfológica. Essa diversidade está, em sua maioria, relacionada às atividades desenvolvidas por esses organismos e é consequência do processo evolutivo. Apesar do desenvolvimento de técnicas mais avançadas, como é o caso da utilização de ferramentas da biologia molecular, o estudo da morfologia é, ainda, o eixo norteador na identificação e taxonomia dos fungos (SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2004).

Os fungos podem se desenvolver em meios de cultivo especiais formando bem como, as bactérias, colônias. Na formação das colônias pode-se apresentar de dois tipos: o leveduriformes e os filamentosos.

### Metodologia

#### Local da pesquisa

O trabalho foi realizado no período de agosto a dezembro de 2013, dentro de uma das propriedades da Usina Santa Maria LTDA, situada na BA - 290, km 43, Medeiros Neto-BA, na latitude 17°27'27.60" e longitude 40°08'28.08".

## Histórico e caracterização das áreas

Antes de acontecer o reflorestamento das áreas 1 e 2, estas haviam plantação de cana-de-açúcar. Porém, visando ampliar a sua Área Reserva Legal (ARL) pertencentes ao bioma Mata Atlântica, a Empresa amparada na lei 12.651, de 25 de maio de 2012 realizou o reflorestamento de ambas as áreas.

Durante o seu processo de reflorestamento, as áreas foram plantadas com os mesmos tipos de comunidade florística endêmicas da Mata Atlântica, utilizou-se a mesma metodologia de plantio, mesma profundidade de gradeamento e mesmo tipo de adubação. Vale ressaltar ainda que estas áreas possuem cerca de um ano e meio de reflorestamento. Quanto ao tamanho, a área 1 possui cerca de 1,7 hectare, já a área 2 com tamanho de um hectare. O solo destas áreas possuem a Classificação – Argissolo Amarelo de acordo com o Banco de Dados do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA (2013);

A atual situação de desenvolvimento das mudas plantadas da área 1 encontra-se com desenvolvimento considerado secundário, já área 2 possui desenvolvimento primário de acordo com a classificação do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA ( 5/1994).

A área 1 possui latitude 17°27'50.59" e longitude 40°08'42.04" e a área 2 têm latitude 17°27'54.85" e longitude 48°08'46.89" e as duas áreas estão situadas na Zona 2 de acordo com o Sistema de Localização da Empresa, ambas as áreas estão localizadas ao lado de uma Área de Preservação Permanente (APP).

Ressalta-se também que foi realizada a pesquisa também em Mata Nativa, considerada como Controle ou Testemunha (TEST) para efeito de comparação entre as duas áreas em processo de reflorestamento. A área TEST localiza-se nas proximidades das áreas 1 e 2, possui cerca de sete hectares, com latitude 17°28'08.60" e longitude 40°09'06.77", possui o mesmo tipo de solo das áreas citadas acima.

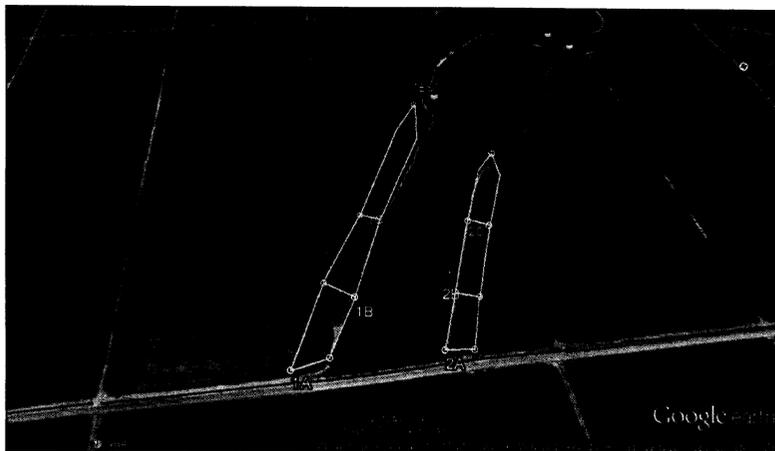
### Determinação das subáreas e das amostras

Foram estudadas em duas áreas em processo de reflorestamento denominadas de 1 e 2, onde ambas foram divididas em três subáreas (figura 1). Sendo alocadas dentro de cada área, três subáreas denominadas de 1 - 1A, 1B, 1C; 2 - 2A, 2B e 2C levando em consideração suas características edáficas, topográficas e tamanho, assim como para a área TEST.

Dentro de cada subárea e a área TEST retirou-se o número de 15 amostras simples para formar uma amostra composta (FREIRE, 1997).

**Figura 1:** Croqui das áreas em estudo

Fonte: Google earth



### Coleta das amostras

A amostragem do solo foi realizada conforme Freire (1997), para cada ponto de coleta da amostra simples foram retidas duas amostras, uma da profundidade de 0-5 cm para a análise de fungos e outra na profundidade de 5-20 cm para a análise de bactérias (FONTANA, 2010).

O modo de coleta, os pontos de coletas, os cuidados para evitar contaminação e a quantidade de solo que foram coletados seguiu de acordo com Freire (1997) e Fontana (2010).

As amostras compostas foram armazenadas em ambiente isotérmico e transportadas para o Laboratório de Fertilidade e Química do Solo da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), onde foram secas ao ar, destoradas, e passadas em peneira de 2 milímetros de diâmetro para as análises microbiológicas e determinação de pH (FONTANA, 2010).

### Análise de potencial Hidrogeniônico (pH)

A determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH) do solo em água utilizou-se a metodologia descrita por Silva (2009). Onde consiste na medição eletroquímica da concentração efetiva de íons  $H^+$  na solução do solo, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo/água na proporção de 1: 2,5 respectivamente. Para medir o pH em água foi utilizado o phgâmetro da marca Quimis, modelo K-400 A.

### Meio de cultura utilizados

O meio de cultura para isolamento de fungos de crescimento rápido utilizado foi o Ágar Sabouraud (ASD) e para fungos de crescimento

lento o Meio Martin (OSAKI, 2008). O meio de cultura utilizado para o isolamento de bactérias de crescimento rápido foi o Ágar Padrão para Contagem (APC) e para bactérias de crescimento lento foi utilizados o Meio Ágar R2A. Foi utilizada a técnica de plaqueamento *spread plate* em placas de Petri esterilizadas tanto para fungos e bactérias.

### *Isolamentos de bactérias e fungos cultiváveis presentes no solo*

Após a chegada das amostras no laboratório, depois de serem acondicionadas e peneiradas, foram pesadas 10 g da amostra, em seguida, adicionou-se em um erlenmeyer com Solução Salina (NaCl – 0,85 %) esterilizada com volume de 90 mL (FREIRE, 1997). Da suspensão inicial  $10^{-1}$ , foram preparadas as diluições sucessivas desejadas. Antes da preparação da próxima diluição  $10^{-2}$ , agitou-se vigorosamente por cinco minutos o frasco da suspensão inicial. Ao fim desse tempo, sem deixar o solo se depositar, procedeu-se à transferência 1 mL com a micropipeta de 1.000 microlitros da suspensão e colocou em tubo de ensaio identificado com o nome da área, subárea, profundidade e diluição com 9 mL Solução Salina (NaCl – 0,85 %), obtendo-se assim a diluição  $10^{-2}$ . Esse procedimento foi feito sucessivamente até a diluição  $10^{-8}$  (SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2004).

Para o isolamento de fungos seguiu os procedimentos utilizados por Neder (1992, p. 105) em seu livro “Manual do Laboratório” modificado, aborda que para o isolamento de fungos adiciona-se com a micropipeta de 100 microlitros 0,1 mL das diluições  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$ . Concomitantemente, em placas de Petri contendo o meio de cultura. Já para isolamento de bactérias foi transferido com a micropipeta de 100 microlitros 0,1 mL das diluições  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  e  $10^{-8}$ , respectivamente, em placa de Petri contendo meio de cultura e levada para a estufa e incubadas a 30° C, e sendo feito a contagem das colônias após três dias e cinco dias, tanto para fungo quanto para bactérias.

### *Análise microbiológica das amostras do solo*

A quantificação das colônias de Bactérias e Fungos foi realizada por meio de Unidade Formadora de Colônias por grama de solo (UFC/gs), calculando-se a média da duplicata por diluição (DIONÍSIO, 1996). Foi realizada também uma descrição sumária das características morfológicas das colônias a fim de permitir a diferenciação dos microrganismos (ABURJAILE et al, 2011). Para bactérias levou-se em conta as características apresentadas nas colônias quanto a sua forma, tamanho, cromogênese, transparência, elevação, superfície e borda, já para fungos levou em consideração, se eram leveduriformes e/ou filamentosos (NE- DER, 1994 e SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2004).

*Análise estatística*

Os resultados obtidos para UFC de microrganismos foram analisados entre as subáreas e área TEST (Mata Nativa) sendo submetidas à análise de variância pelo Teste F levando em consideração a 5% de probabilidade de erro ( $p \geq 0,05$ ), utilizou-se o programa de estatística R para calcular a variância entre as áreas em questão (ABURJAILE et al, 2011). Foram também criadas tabelas para efeito de comparação dos resultados, estas foram geradas por meio do software Microsoft Office Excel 2010 (VARELLA, 2012).

**Resultado e Discussão**

*Quantificação de UFC*

Nos dois grupos avaliados (área 1 e 2), contendo seis subáreas e uma área TEST (Mata Nativa) foram submetidas análise estatística. Notou-se que não houve diferença estatística entre elas para a quantificação de Unidade Formadora de Colônias (UFC) para Fungos e Bactérias entre as subáreas e a área TEST.

Quando analisadas as variações médias de UFC para microrganismos (fungos e bactérias) apresentados na tabela 1 e comparando com o trabalho de Souto et al (2008) realizado na Paraíba em solo de caatinga, obteve-se números médios de UFC que variam de 0,5 a 3,5 UFC/gs tanto para as populações de fungos em geral quanto para as populações de bactérias, observa-se que as variações da tabela 1 para os valores de UFC/gs de fungos e bactérias apresentaram crescimento superior.

**Tabela 1:** Quantificação de microrganismos em UFC/gs e pH do solo em três áreas amostrais durante os períodos de três e cinco dias de crescimento. Média de três diluições com duas repetições cada.

As abreviações na tabela significam: UFC – Unidade Formadora de Colônias.

UFC/gs – Unidade Formadora de Colônias por grama de solo; FUNG. – Fungos.

BACT. – Bactérias.

Fonte: Dados primários da pesquisa

ÁREAS	SUBÁREAS	pH		UFC			
		0-5 cm	5-20 cm	3 DIAS		5 DIAS	
				FUNG. (0-5 cm)	BACT. (5-20 cm)	FUNG. (0-5 cm)	BACT. (5-20 cm)
1	1A	6,35	6,25	3,32.10 <sup>5</sup>	1,7 .10 <sup>8</sup>	3,5 .10 <sup>5</sup>	2,1 .10 <sup>7</sup>
	1B	5,85	5,40	2,83.10 <sup>5</sup>	1,8 .10 <sup>8</sup>	3,95.10 <sup>5</sup>	9,7 .10 <sup>7</sup>
	1C	5,31	5,21	3,4.10 <sup>6</sup>	4,6 .10 <sup>9</sup>	2,6.10 <sup>6</sup>	4,6 .10 <sup>9</sup>
2	2A	6,00	6,20	6,62.10 <sup>5</sup>	2 .10 <sup>8</sup>	6,6.10 <sup>5</sup>	8,8 .10 <sup>7</sup>
	2B	5,00	5,30	1 .10 <sup>6</sup>	5,45 .10 <sup>7</sup>	2 .10 <sup>6</sup>	5,45 .10 <sup>7</sup>
	2C	5,50	5,70	6,2.10 <sup>5</sup>	2,6 .10 <sup>8</sup>	4,3.10 <sup>6</sup>	3,3 .10 <sup>8</sup>
3	TEST.	5,17	5,00	6 .10 <sup>5</sup>	1,4 .10 <sup>9</sup>	6,9.10 <sup>5</sup>	1,6 .10 <sup>9</sup>

A alta variação de número de médias de UFC foi observada por Melonni et al (2001) tanto para fungos quanto para bactérias, obteve-se uma valor médio de UFC por solo seco entre a para bactérias e para fungos. O autor ainda constatou que há uma tendência generalizada da

comunidade microbiana ser maior no ecossistema de mata em relação ao de campo. Essa generalização pode se justificar devido à diversidade florística e pela cobertura vegetal promovendo assim um maior acúmulo de matéria orgânica, e logo uma maior quantidade de nutrientes para o desenvolvimento da comunidade microbiana (FACCI, 2008).

Analisando as variações dos resultados apresentados na tabela 1 e equiparando esses com o trabalho realizado por Osaki (2008) em três blocos situados na Floresta Ombrófila Mista, pertencente ao bioma de Mata Atlântica, observou-se as variações médias de UFC (4,0. a 4,5. estimativa) para fungos as variações médias de UFC apresentadas no presente trabalho ainda são superiores. Entretanto, realizando a mesma análise para UFC de Bactérias (3,0. a 2,5. estimativa) apesar de existir uma considerável diferença nas variações médias do número de UFC, alguns valores das variações em seu trabalho perpassam com alguns encontrados na tabela 1. O que pode-se deduzir que há alguma similaridade na dinâmica de quantificação de UFC em solo de Mata Atlântica.

O que pode-se perceber na dinâmica de população apresentada pela quantificação de UFC de microrganismos na tabela 1, equiparando o ambiente de mata, com outros biomas (Caatinga e Campo). Observa-se a presença de grande abundância de microrganismos no solo de reflorestamento de Mata Atlântica, se comparado a outros biomas.

Analisando a tabela 1 a subárea que apresentou maior variação média de UFC para fungos durante o período de crescimento em até três dias, a subárea que obteve maior valor médio de UFC para fungos foi a 1C. Considerando que a subárea 1C faz parte da área que está mais desenvolvida pode-se dizer que a alta densidade de fungos pode auxiliar na maior disponibilidade de matéria orgânica decomposta e de maneira indireta fornecer estabilidade nutricional para as plantas, uma vez que o produto da decomposição da matéria orgânica é o húmus, este contribui com uma série de benefícios tanto para as plantas quanto para o equilíbrio da microbiota do solo, funciona também como a chave da ciclagem mineral nos ecossistemas terrestres (FREIRE, 1997).

Segundo Silva Filho e Oliveira (2004), a grande quantidade de população de microrganismos (fungos e bactérias) pode ser um indicativo de existência de ampla disponibilidade de nutrientes e/ou do desenvolvimento de intensa atividade microbiana. Isso é confirmado por Osaki (2008) onde foi possível observar em seus resultados que os materiais depositados na serapilheira favorecem o desenvolvimento de fungos que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica de forma a utilizar os nutrientes para sua própria manutenção. Segundo Baath e Arnebrant (1994), a comunidade de microrganismos que estão envolvidos na decomposição da matéria orgânica em ecossistemas florestais é influenciada pela quantidade e qualidade da entrada de serapilheira.

Assim, pode-se dizer que apesar de não ter trabalhado com o quantitativo e qualitativo para a composição da serapilheira, para a matéria orgânica e sua relação com os fungos, as evidências apontam que as grandes variações das médias para UFC de fungos possa estar relacionado com quantidade, qualidade e decomposição da serapilheira e de matéria orgânica.

Analisando ainda a tabela 1 a subárea que apresentou maior variação média de UFC de bactérias durante o período de crescimento em até três dias a subárea que obteve maior valor médio de UFC de bactérias foi a 1C. Sugere-se que a alta densidade das bactérias na subárea seja devido a grande abundância da serapilheira, dos fungos e indiretamente o teor de matéria orgânica, já que ela está relacionada com atividade microbiológica, tendo assim, uma relação de dependência com a microbiota decompositora em condições favoráveis de temperatura e umidade (PREVIAT et al., 2012). Segundo Siqueira e Franco (1988), a biomassa microbiana representa o componente lábil da matéria orgânica do solo, tornando-se importante reservatório de nutrientes minerais potencialmente disponíveis para as planta.

É durante o processo de humificação e mineralização que significativas quantidades de substância são sintetizadas e utilizadas para originar células microbianas. Assim que os microrganismos morrem competindo com outros indivíduos da microbiota do solo, essas substâncias serão recicladas até um determinado momento em que a matéria orgânica original transforma-se em moléculas simples de minerais. Dessa forma, o alto suprimento de microrganismos reflete no aumento da diversidade e quantidade de microbiológica do solo (KIEHL, 1985).

#### Quantificação de UFC e sua relação com pH do sol

Analisando a quantidade de UFC de microrganismos em relação ao pH com as mesmas profundidades analisadas para UFC de Fungos (profundidade do solo de 0-5 cm) ver tabela 1. Observa-se que as subáreas que apresentaram maior pH (números próximos da neutralidade) foram a 1A com pH de 6,35, logo após a subárea 2A (pH= 6,00). Em contrapartida as subáreas que apresentaram menor valor de pH números próximos da acidez) foram a subárea 2B possuindo o pH de 5,00, seguida pela subárea Test com pH de 5,17.

Considerando as áreas que apresentaram menores valores de quantidade de UFC/g durante os períodos de 3 dias e 5 dias e comparando com o valor do pH do solo com a mesma profundidade analisada, observa-se que o pH da subárea 1A está próximo a neutralidade (pH= 6,35), bem como a subárea 1B que está com discreta acidez (pH=5,85). O que explica a baixa quantidade de UFC/g para fungos, já que estes crescem em maior número em ambientes ácidos onde sofrem menor competição e são encontrados com variações  $10^4$  a  $10^6$  de UFC/g de solo (SANTOS, 2006). Neste sentido, os fungos, de maneira geral possuem

capacidade de apresentar maior crescimento em pH mais ácido, por serem mais resistentes e não encontrarem competição nesses locais (GHIZELINI, 2005).

Para análise do pH do solo com a mesma profundidade analisada para UFC/g de bactérias (profundidade do solo de 5-20 cm), observa-se que as subáreas que apresentaram um valor de pH próximo a alcalinidade foi a 1A com pH de 6,25, acompanhada da subárea 2A (pH= 6,20). Entretanto, as subáreas que apresentaram menor valor de pH foram as subáreas TEST possuindo pH de 5,00 e seguida pela subárea 1C com pH de 5,21. Os valores próximos à alcalinidade apresentados pelas subáreas 1A e 2A podem ser associados ao fato de ambas estarem expostas a aplicação direta da vinhaça utilizada pela empresa como fertilizante. Pois de acordo Silva et al (2012) muitos trabalhos têm mostrado que ao adicionar a vinhaça no solo, este produto pode modificar por um tempo alguns atributos químicos e biológicos do solo tais como seu pH, o carbono orgânico e a acidez trocável, além de ser uma excelente fonte de carbono para microrganismos do solo (PRATA et al., 2001).

### UFC e morfotipos

Fazendo uma análise confrontando as maiores variações das médias entre a quantidade de UFC e de morfotipos apresentados na tabela 2, percebe-se que as subáreas com desenvolvimento secundário e as subáreas com desenvolvimento primário não apresentaram muitas variações. Porém, o que chama atenção são as razoáveis variações para os valores entre as subáreas 1C e 2A, se analisado os dois fatores associados (quantificação de UFC e Morfotipo). Já que uma primeira possui um estado muito elevado de desenvolvimento se comparado à segunda.

**Tabela 2:** Quantificação de microrganismos por UFC/gs e morfotipos apresentados durante o período de três dias de crescimento relacionados às três áreas amostrais. Média de três diluições com duas repetições cada.

As abreviações na tabela significam: UFC/gs – Unidade Formadora de Colônias por grama de solo; FUNG. – Fungos; BACT. – Bactérias.

Fonte: Dados primários da pesquisa

ÁREAS	SUBÁREAS	UFC		MORFOTIPOS	
		FUNGOS	BACTÉRIAS	FUNGOS	BACTÉRIAS
1	1A	3,32 .10 <sup>5</sup>	1,7 .10 <sup>8</sup>	6	3
	1B	2,83 .10 <sup>5</sup>	1,8 .10 <sup>8</sup>	7	2
	1C	3,4 .10 <sup>6</sup>	4,6 .10 <sup>9</sup>	9	7
	2A	6,62 .10 <sup>5</sup>	2 .10 <sup>8</sup>	9	2
2	2B	1 .10 <sup>6</sup>	5,45 .10 <sup>7</sup>	8	3
	2C	6,2 .10 <sup>5</sup>	2,6 .10 <sup>8</sup>	8	4
	TEST.	6 .10 <sup>5</sup>	1,4 .10 <sup>9</sup>	8	10

As razoáveis variações entre os dois fatores associados (quantificação de UFC e o Morfotipo) entre as subáreas 1C e 2A, pode-se justificar pelo fato da segunda subárea em questão está sendo exposta a apli-

cação direta da vinhaça (utilizada pela empresa como fertilizante) o que não estava acontecendo com primeira subárea. Pois, segundo Glória e Orlando Filho (2013) a vinhaça deve ser vista, também, como agente do aumento da população e atividade microbiana no solo. A matéria orgânica contida na vinhaça ao ser incorporada ao solo é colonizada por fungos, que a transforma em húmus, neutralizando a acidez do meio propiciando a proliferação bacteriana (SILVA et al., 2012).

Ao ser adicionado a vinhaça como fertilizante ao solo, ela auxilia no desenvolvimento dos microrganismos que atuam na mineralização, imobilizam o nitrogênio e sua nitrificação, desnitrificação e fixação biológica, bem como de microrganismos participantes dos ciclos biogeoquímicos de outros elementos. Assim, acredita-se que ao adicionar a vinhaça podem-se melhorar as condições físicas do solo e promover maior mobilização de nutrientes, devido à maior solubilidade proporcionada pelo resíduo líquido (SILVA et al., 2012).

Outro fator que possa justificar as razoáveis variações apresentadas entre as subáreas 1C e 2A, para os valores de quantificação de UFC e Morfotipo se analisado os dois fatores associados é que as duas subáreas (1C e 2A) possuem o mesmo tipo de solo - Argissolo Amarelo, pois é característico desse solo, possuir uma grande fração de argila, essa característica segundo Sessitsch et al, (2001) pode proporcionar as maiores diversidades microbianas e menor na fração de areia. Isso foi comprovado em seu trabalho, onde foi constatado que nas frações silte e argila, houve o predomínio de bactérias da divisão *Holophaga* e *Prosthecobacter*, enquanto na fração areia ocorreu o predomínio de *Aproteobacteria*. Da mesma forma, análises comparativas da qualidade de solos de Cerrado submetidos a sistemas distintos de manejo (plantio direto e convencional) resultaram em correlações significativas entre aspectos da agregação do solo e estrutura das comunidades de bactérias (COUTINHO et al., 2003).

## Conclusão

A partir da análise minuciosa de todos os resultados pode-se perceber que não existe um padrão quantitativo de UFC para fungos e bactérias no solo que esteja possibilitando o desenvolvimento da comunidade florística em processo de reflorestamento. E que uma atual concepção de qualidade do solo deve ser convergente com as particularidades inerente e intrínseco a cada ecossistema. Deve levar em conta, por exemplo, os diversos fatores que influenciam no equilíbrio e na saúde da microbiota do solo. Principalmente aqueles que estão envolvidos na quantificação e sua relação com outros fatores associados.

Faz-se necessário considerar também características que são peculiares a cada ecossistema, por exemplo, no bioma de Mata Atlântica

há grande abundância tanto quantitativa quanto à sua diversidade, se comparada a outros biomas, como ocorreu na área de reflorestamento. Observou-se também que a quantificação de UFC está intrinsecamente relacionada ao número de morfotipos apresentados.

Vale ressaltar que apesar da quantificação de UFC e sua correlação isolada ou associada a outros fatores, tais como os morfotipos apresentados, bem como sua relação com o pH não permitirem a identificação de grupos, ou indivíduos que estejam intrinsecamente ligados ao maior desenvolvimento, ou ao crescimento lento da comunidade florística no sistema de reflorestamento devido a algumas limitações em relação a microbiota ambiental, assim, mesmo não sabendo quem são estes microrganismos, este estudo produziu conhecimentos sobre dinâmica de comportamento morfo-quantitativo muito significativos.

## Referências

- ABURJAILE, S. B.; SILVA, M. P. da ; BATISTA, E. A. F. S.; BARBOSA, L. P. J. de L.; BARBOSA, F.H. F. Pesquisa e caracterização da diversidade microbológica do solo, na região de São José do Buriti – MG, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa (Cerrado) por plantações de Eucalipto. *Ciência Equatorial*. v.1, n. 2, 2011, p. 70-80.
- ANDREOLA F.; FERNANDES, S. A. P. A Microbiota do Solo na Agricultura Orgânica e no Manejo das Culturas. In: SILVEIRA, A. P. D. D; FREITAS, S. D. S. *Microbiota do solo e qualidade ambiental*. Campinas (SP), 2007. p. 21 – 33. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/microbiota.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/microbiota.pdf)>.
- ARAÚJO, R. *Avaliação da qualidade do solo em áreas sob diferentes usos*. 2004. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- BAATH, E; ARNEBRANT, K. Growth rate and response of bacterial communities to pH in limed and ash treated forest soils. *Soil Biology & Biochemistry*, n. 8, p. 995-1001. 1994.
- BOAS, A; GARCIA, F.O. Balance y manejo de nutrientes en rotaciones agrícolas. In: *Publicación Técnica A. APRESID*.2007. p. 59-68.
- BRADY, N. *The nature and properties of soils*. 8.ed. London: Macmillan Publishing, 1983. 647p.
- BRASIL, CÓDIGO FLORESTAL. *Lei 12.651, de 25 de Maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acessado em Agosto de 2013.
- CANGUSSU, I. P. *A Função Ambiental das Reservas Legais*. Disponível em: ><http://www.agrisustentavel.com/artigos/reserva.html>>. Acesso em: Agosto de 2013.

- CAPECHE, C. L.; MACEDO, J.R.de; MELO, A. da S.; ANJOS, L. H. C.dos. *Parâmetros Técnicos Relacionados ao Manejo e Conservação do Solo, Água e Vegetação Perguntas e Respostas*. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 2004.
- CAPRA, F. *A teia da Vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*; Tradução Newton Roberval Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 2006. p-256.
- CHAER, G. M. *Modelo para determinação de índice de qualidade do solo baseado em indicadores físicos, químicos e microbiológicos*. 2001. 89 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2001.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 5, de 4 de maio de 1994*. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado da Bahia.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Importância da Fauna de Solo para a Ciclagem de Nutrientes. In: AQUINO, A. M., ASSIS, R. L. (Ed.). *Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para a agricultura sustentável*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 18-29, 2005.
- COSTA, O. V. *Estoque de carbono e indicadores da qualidade do solo de tabuleiro sob pastagem no Sul da Bahia*. 2004. 64 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG, 2005.
- COUTINHO, H. L. da C.; OLIVEIRA., V. M. de; MANFIO, G. P.; ROSADO, A. S. Evaluating the microbial diversity of soil samples: methodological innovations. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 71, n. 3, p. 491-503, 1999.
- DIONÍSIO, J. A.. *Atividades microbianas em diferentes sistemas de cultivo de Eucalyptus grandis*. Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.
- DORAN, J. W; PARKIN, D. *Quantitative indicators os soil quality*. Soil Science Society of America Proceedings, 1994. p.3-21
- FACCI, Luisa Ditzel. *Variáveis microbiológicas como indicadoras da qualidade do solo sob diferentes usos*. Campinas. 2008. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). IAC Instituto Agrônômico.
- FONTANA, N. N. *Avaliação de três diferentes meios de cultura para a quantificação de microrganismos do solo em sistema de plantio direto e convencional*. 2010. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Faculdade Dinâmica das Cataratas (UDC). Foz do Iguaçu – PR, 2010
- FREIRE, F. *Solos fundamentos e fertilidade*. Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de agronomia, Área de solos. Pernambuco, 1997.
- GARASSINI, L.A. *Microbiologia Agraria*. Universidade Central de

Venezuela, Faculdade de Agronomia, Maracay, 1967.

GARCIA, C.; HERNADES, T. *Biological and biochemical indicators in derelict soils subject to erosian*. Soil Biology and Biochemistry, v. 29, n. 2, p. 171-177, 1997.

GHIZELINI, A, M. *Sucessão de fungos em acículas de Pinus Taeda em decomposição*. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

GLÓRIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. *Aplicação de vinhaça como fertilizante*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n7/a07v36n7.pdf>> Acesso em: outubro de 2013.

GRANT, W.D; LONG, P.E. *Microbiologia Ambiental*. Zaragoza. Editora Acribia. 1989.

INEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente. *Mapas com tipos de Solo na Bahia*. [http://programas.inema.ba.gov.br/sigbiota/iesb/Sig/PROBIO\\_HTML/Solos/mapa\\_de\\_solos.htm](http://programas.inema.ba.gov.br/sigbiota/iesb/Sig/PROBIO_HTML/Solos/mapa_de_solos.htm). 2013

JAHNEL, M.C.; CARDOSO, E.J.B.N.; DIAS, C.T.S. *Determinação do número mais provável de microrganismos do solo pelo método de plaqueamento por gotas*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23, p. 553-559, 1999.

JENNY, H. *Factors of Soil Formation – A System of quantitative Pedology*. New York: Dover publications, 1994, 281p.

KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

MATOS, P.N. *Fauna do Solo, Fungos Micorrízicos Arbusculares e Bactérias Diazotróficas em Áreas de Mineração de Bauxita no Noroeste do Pará Revegetadas com Dendê*. 2009. 58 f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

MELLONI, R. Quantificação Microbiana da Qualidade do Solo. In: SILVEIRA, A. P. D. D; FREITAS, S. D. S. *Microbiota do solo e qualidade ambiental*. Campinas (SP), 2007. p. 193 – 210. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/microbiota.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/microbiota.pdf)>. Acesso em 20 de setembro, 2012.

MELLONI, R.; PEREIRA, E.G.; TRANNIN, I.C.B.; SANTOS, D. R. DOS; MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Características biológicas de solos sob Mata Ciliar e Campo Cerrado no Sul de Minas Gerais*. Revista de Ciências Agrotecnica, v. 25, n. 1, 2001, p.7-13.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. *Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais*. Recife – PE, 2005. 398 p. Disponível em: <<http://www.pgfitopat.ufrpe.br/publicacoes/samilivro3.pdf>>. Acesso em 20 de setembro, 2012.

NEDER, R. N. *Microbiologia: manual de laboratório*. São Paulo: Nobel, 1992, p.138.

NOGUEIRA JUNIOR, L. R. *Caracterização de solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos*

com diferentes associações de espécies da Mata Atlântica. 2000. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba - SP, 2001.

OSAKI, F. *Distribuição espacial de microrganismos e fertilidade em solo de dois ecossistemas florestais: Floresta Ombrófila Mista e Povoamento Florestal com Pinus taeda L. em Tijucas do Sul-PR*. Curitiba. 2008. 281 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. (UFP)

PELCZAR, M. J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N. R. *Microbiologia - Conceitos e Aplicações*. 2 ed. São Paulo: Pearsan, 2011. 517 p. 2 v.

PRATA, F. L.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V. L. Degradação e sorção de ametrina em dois solos com aplicação de vinhaça. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, DF, v.36, n. 7, 2001.

PREVIATI, R.; SILVA, J. R. R.; SOUZA, C. R.; JANKE, L. Isolamento e quantificação das populações de bactérias em geral e de Actinomicetos presentes no solo. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia*. UNIPAR, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 155-160, jul./dez. 2012.

REIS, T. C. *Variação da acidez do solo em resposta a adição de materiais orgânicos*. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: ESALQ, p. 65, 1998.

RUIVO, M. L. P.; PEREIRA, S. B.; BUSSETI, E. P. C.; COSTA, R. F.; QUANZ, B.; NAGAISHI, T. Y.; OLIVEIRA, P. J.; MEIR, P.; MALHI, Y.; COSTA, A. C. L. *Propriedades do solo e fluxo de CO<sub>2</sub> em Caxiuanã, Pará: Experimento LBA - ESECAFLOR*. Contribuições à Geologia da Amazônia. v. 3, Belém, SBG - Núcleo Norte, 2002.

SANTOS, L. C. D. *Efeito do cobre na população de bactérias e fungos do solo, associação ectomicorrízica e no desenvolvimento de mudas de eucalipto e canafístula*. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Biodinâmica e Manejo do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria -RS, 2006.

SESSITSCH, A.; WEILHARTER, A.; GERZABEK, M. H.; KIRCHMANN, H.; KANDELER, E. Microbial population structures in soil particle size fractions of along-term fertilizer field experiment. *Applied and Environmental Microbiology*. v. 67, n. 9, p. 4215-4224, 2001.

SILVA FILHO, G. N.; OLIVEIRA, V. L.. *Microbiologia: manual de aulas práticas*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; ABREU JUNIOR, J. D. S. *Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo*. Minas Gerais, p 21-26. 2006. Disponível em: <[http://www.unifenas.br/PESQUISA/revistas/download/ArtigosRev1\\_99/pag21-26.pdf](http://www.unifenas.br/PESQUISA/revistas/download/ArtigosRev1_99/pag21-26.pdf)>. Acessado em: 25/10/2012.

SILVA, A. N.; SILVA, A. P. DA; BATISTA, S. B.; HARDOIM, E. L. Análise quali-quantitativa de bactérias com atividades enzimáticas celulolíticas e

- proteolíticas isoladas de solo adicionado de vinhaça. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. v. 12, n. 1, 2012. ISSN 1519-5228
- SILVA, F. C. da; *Manual de Análise químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2 ed. Distrito Federal: EMBRAPA Informação Tecnológica. 2009.
- SILVA, M. S. C. D. *Indicadores da qualidade do solo em Sistemas Agroflorestais em Paraty, RJ*. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – UFRRJ. Seropédica – RJ. 2006.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. *Biotecnologia do solo. Fundamentos e perspectivas*. Brasília: Ministério da Educação, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1988. 235 p.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P. de; SANTOS, R. V. dos; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob Caatinga no Semi-árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 32, n 32, 2008, p.151-160.
- STABEN, M. L.; BEZDICEK, D. F.; SMITH, J. L.; FAUCI, M. F. Assessment of soil quality in conservation reserve program and wheat-fallow soils. *Soil Science Society of America Journal*, v.61, n.1, p.124-130, Jan./Feb. 1997.
- VARELLA, R. B. *Caracterização da comunidade microbiana do solo de áreas em reabilitação pela atividade carbonífera no município de Treviso, Santa Catarina*. Criciúma. 2012. 57.p. Trabalho Acadêmico (Grau). Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciências E Educação. Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).