

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INÓCULO MICORRÍZICO E SUA
IMPORTÂNCIA NA REVEGETAÇÃO DE TALUDES DE CORTE**

Marco Túlio de Faria

Itajubá (MG)

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS
HÍDRICOS

Marco Túlio de Faria

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INÓCULO MICORRÍZICO E SUA
IMPORTÂNCIA NA REVEGETAÇÃO DE TALUDES DE CORTE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Linha de pesquisa: Diagnóstico, monitoramento e gestão ambiental

Orientador: Prof. Dr. Rogério Melloni

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Eliane G.P. Melloni

Itajubá (MG)

2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá
Bibliotecária Jacqueline Rodrigues de Oliveira Balducci- CRB_ 6/1698

F224a

Faria, Marco Túlio de.

Avaliação do Potencial de Inóculo Micorrízico e sua
Importância na Revegetação de Taludes de Corte. / Marco
Túlio de Faria. – Itajubá, (MG) : [s.n.], 2013.
62 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Melloni.

Co-Orientadora: Prof. Dr^a. Eliane G. P. Melloni

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

I. Micorrizas. 2. Recuperação do solo. 3. Revegetação. I.
Melloni, Rogério, orient. II. Melloni, Eliane G. P., co-orient.
III. Universidade Federal de Itajubá. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS
HÍDRICOS

Marco Túlio de Faria

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INÓCULO MICORRÍZICO E SUA
IMPORTÂNCIA NA REVEGETAÇÃO DE TALUDES DE CORTE**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 13 de dezembro de 2013, conferindo ao autor o título de Mestre em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rogério Melloni (Orientador)

Profa. Dra. Eliane G. P. Melloni (Co-orientadora)

Profa. Dra. Maria Inês N. Alvarenga

Prof. Dr. Emerson Dias Gonçalves

Itajubá (MG)

2013

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar do meu lado.

Aos meus pais e irmã, Álvaro José de Faria, Valéria Caetano Faria e Mariana Luiza de Faria, que sempre e independente da situação a qual me encontrei neste caminho estiveram ao meu lado.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Dr. Rogério Melloni pela orientação, paciência, incentivo, amizade e até mesmo cobranças nas horas oportunas, confiança e demonstração sem igual de como deve se portar um profissional.

À professora Dra. Eliane Melloni pela co-orientação e incentivo.

Aos demais membros da banca de defesa da dissertação, Profa. Maria Inês Nogueira Alvarenga (Unifei) e Prof. Emerson Dias Gonçalves (pesquisador da Epamig).

Ao técnico de laboratório de microbiologia, Paulo Sérgio Marques, não só pelos momentos de aprendizado e troca de conhecimento, mas pelos risos e momentos sem igual que abrandavam um pouco o peso do cansaço.

À Marina Bayeux Delvecchio, que mesmo nos momentos mais tensos e difíceis, me manteve tranquilo com carinho, respeito, compreensão e amor.

E aos meus mais que amigos (as) e companheiros desde o mais longínquo tempo: Bruno Zica, Guilherme Rodrigues Ribeiro, Jean Carlo, Lorena Rodrigues, Luciana Rosa, Luiz Paulo Zica, Matheus Augustus, Natanael Zica, Rafael Faria de Souza, Rebeca Meloni, Tainã Gariglio Dias e Cecília Simões.

E a todos os demais que colaboraram de uma forma ou de outra não só com este trabalho, mas também para o meu crescimento como pessoa e profissional.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”.

(Carl Sagan)

RESUMO

FARIA, M.T. **Avaliação do potencial de inóculo micorrízico e sua importância na revegetação de taludes de corte.** 2013. 62 p. Dissertação Mestrado (Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá.

A recuperação de áreas de taludes é um trabalho normalmente complexo, pois o impacto gerado com o corte do solo em profundidade dificulta o crescimento de espécies vegetais no sentido do topo para a base. Entretanto, observa-se que, mesmo com limitações física e química da qualidade do solo, tem sido observado o crescimento e ou sobrevivência de algumas espécies vegetais. Sugere-se que esse crescimento vegetal em áreas consideradas de extrema limitação ocorra em função do estabelecimento de simbiose com fungos micorrízicos arbusculares. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial micorrízico (ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares) no solo e raízes de plantas sobre taludes de corte nos horizontes A e B, de um trecho da rodovia MG 383. Para isso, amostras de solo dos horizontes A e B de seis taludes foram avaliadas. Os resultados confirmaram o potencial micorrízico dos taludes estudados, com comprimento de micélio extrarradicular total variando de 21 a 61 m g⁻¹ de solo, densidade de esporos variando de 108 a 1193 50 g⁻¹ de solo e porcentagem de colonização em plantas dos taludes de 61,95 a 73,9 %. O índice de diversidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares foi de 1,17, com ocorrência das espécies *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora mellea* e *Paraglomus brasilianum*. Observou-se uma relação forte e inversa entre fertilidade do solo e ocorrência de propágulos e formação de micorriza, evidenciando que a micorrização é importante no processo de revegetação de taludes de corte.

Palavras - chave: Micorrizas. Recuperação do solo. Revegetação.

ABSTRACT

FARIA, M.T. **Evaluation of the mycorrhizal potential inoculum and its importance in revegetation of slopes.** 2012. 62 p. Thesis of Master (Environment and Water Resources). Federal University of Itajubá. Itajubá.

The recuperation of slope areas is usually a complex work because of the impact generated by cutting deep into the soil that hampers the growth of plant species from top to bottom. However, even with limited physical and chemical quality of soil, it is evident the growth and survival of some plant species. It is suggested that this plant growth, in extreme limitation areas, occurs through symbiotic associations between plant and microorganisms like mycorrhizal fungi. The objective of this study was to evaluate the mycorrhizal potential (occurrence and diversity of mycorrhizal fungi) in soil and plant roots on cut slopes, in A and B horizons, at a stretch of highway MG 383. For this, soil samples from A and B horizons from six slopes were evaluated. The results confirmed the potential of mycorrhizal slopes studied, with the total length of extraradical mycelium ranging from 21 to 61 m g⁻¹ soil, spore density ranging from 108 to 1193 50 g⁻¹ soil and plant colonization percentage in the slopes from 61.95 to 73.9 %. The diversity index of spores of mycorrhizal fungi was 1.17, with occurrence of the species *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora mellea* and *Paraglomus brasilianum*. There was a strong inverse relationship between soil fertility and occurrence of propagules and mycorrhiza formation, indicating that mycorrhizal inoculation is important in the process of cutting slope revegetation.

Keywords: Mycorrhizae. Soil recovery. Revegetation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da rodovia MG 383, trecho interligando Itajubá a Maria da Fé, em Minas Gerais/BR.	24
Figura 2 – Fotos dos Taludes amostrados: 1 – Talude 1; 2 – Talude 2; 3 – Talude 3; 4 – Talude 4; 5 – Talude 5; 6 – Talude 6.....	26
Figura 3 – Croqui do experimento, localizado no sul de MG, mostrando os locais da amostragem nos taludes.....	27
Figura 4 – Quantificação de micélio total: A – medida de massa do solo; B – lavagem em peneira; C – preparação das amostras; D – análise em microscópio.....	29
Figura 5 – Extração de esporos: A – amostra de 50 mL de solo; B – Lavagem do solo em água de torneira; C – Material adquirido disposto em tubo de centrífuga; D – Centrifugações; E – Placa circuncêntrica e lupa; F – Contagem e separação.	30
Figura 6 – Clareamento e coloração de raízes: A – Cozimento em banho-maria a 90 °C em KOH 10%; B – Clarificação com H ₂ O ₂ a 3%; C – coloração com solução de glicerol acidificada contendo azul de tripan; D – Armazenamento em frascos identificados.....	31
Figura 7 – Análise da porcentagem de colonização: A – Contagem de interseções das raízes colonizadas e não colonizadas na placa quadriculada; B – Placa quadriculada com raízes.....	31
Figura 8 – Análise de intensidade de colonização radicular: A – Análise dos segmentos de raízes no microscópio; B – Confeção das lâminas; C – Lâminas confeccionadas possuindo 10 segmentos cada.	31
Figura 9 – Dendrograma de dissimilaridade das variáveis químicas e de textura das amostras de solo, nos diferentes horizontes dos taludes estudados. Legenda: TAL. = Talude.	35
Figura 10 – Exemplares de esporos de fungos micorrízicos arbusculares coletados nas amostras de solo dos taludes estudados. Espécies: A – <i>Acaulospora scrobiculata</i> ; B – <i>Acaulospora mellea</i> ; C – <i>Paraglomus brasilianum</i>	40
Figura 11 – Porcentagem de cada espécie de fungo micorrízico arbuscular encontrada nos taludes 1 e 2, em seus horizontes A e B, separadamente. <i>Paraglomus brasilianum</i> (em verde), <i>Acaulospora mellea</i> (em azul) e <i>Acaulospora scrobiculata</i> (em vermelho).	40
Figura 12 – Porcentagem de cada espécie de fungo micorrízico arbuscular encontrada nos taludes 3 e 4, em seus horizontes A e B, separadamente. <i>Paraglomus brasilianum</i> (em verde), <i>Acaulospora mellea</i> (em azul) e <i>Acaulospora scrobiculata</i> (em vermelho).	41

Figura 13 – Porcentagem de cada espécie de fungo micorrízico arbuscular encontrada nos taludes 5 e 6, em seus horizontes A e B, separadamente. <i>Paraglomus brasilianum</i> (em verde), <i>Acaulospora mellea</i> (em azul) e <i>Acaulospora scrobiculata</i> (em vermelho).....	41
Figura 14 – Colonização micorrízica em taludes da região de Itajubá e Maria da Fé, Minas Gerais.....	44
Figura 15 – Intensidade de colonização radicular, em porcentagem, em amostras de raízes obtidas nos diferentes taludes.....	44
Figura 16 – Dendograma de dissimilaridade das variáveis químicas, de textura e microbiológicas das amostras de solo, nos diferentes horizontes dos taludes estudados.....	45
Figura 17 – Componentes principais (1 x 2 superior e 2 x 3 inferior) das médias das variáveis químicas, de textura e microbiológicas obtidas nas amostras de solo dos horizontes A e B, dos seis taludes de estudo. Atributos químicos: pH, MO (matéria orgânica), SB (soma de bases), V (saturação por bases), m (saturação por alumínio), CTCe (CTC efetiva), CTC7 (CTC a pH 7), teores de Al, P, Ca, K, Mg, P, P-Rem (P remanescente). Atributos microbiológicos: PCOL (porcentagem de colonização), INTCOL (intensidade de colonização), NESP (número de esporos), MET (micélio extrarradicular total), DIVER (diversidade de esporos).....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição dos locais amostrados.....	25
Quadro 2 – Caracterização física dos Taludes 1, 2, 3, 4, 5 e 6.	34
Quadro 3 – Média, desvio padrão, variância e amplitude dos valores de micélio extrarradicular total.....	36
Quadro 4 – Dados estatísticos de cada horizonte dos taludes analisados, indicando a média, variância, desvio padrão e amplitude de número de esporos e diversidade de Shannon-Weaver (H').	38
Quadro 5 – Dados estatísticos de cada horizonte dos taludes analisados, indicando a média, variância, desvio padrão e amplitude de porcentagem e intensidade de colonização micorrízica.	43
Quadro 6 – Autovetores extraídos dos componentes principais (CP). Legenda: MET (micélio extrarradicular total), PCOL (porcentagem de colonização), DIVERS (diversidade de esporos), INTCOL (intensidade de colonização) NESP (número de esporos).....	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 Degradação / Recuperação de áreas.....	14
3.2 Aspectos gerais de taludes.....	16
3.3 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs).....	17
3.3.1 FMAs e reabilitação de áreas degradadas.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1 Área de estudo.....	24
4.2 Amostragens do solo.....	27
4.3 Análises microbiológicas.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1 Análise textural e caracterização química das amostras de solo.....	32
5.2 Caracterização microbiológica.....	36
a) Micélio extrarradicular total (MET).....	36
b) Densidade e diversidade de esporos de FMAs.....	37
c) Porcentagem e Intensidade de Colonização Radicular.....	42
6. CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXOS.....	60

1. INTRODUÇÃO

Um talude compreende-se de qualquer superfície de fronteira entre o ar e a rocha, vertical ou inclinada, ou o corpo de uma obra de terra, como um aterro ou uma barragem. Podem ser feitos, artificialmente, de duas maneiras, por corte ou aterro. No primeiro, realiza-se a extração de material do local e no segundo, pelo contrário, realiza-se a sua implantação, deposição no local (AZEVEDO; MARQUES; 2006).

Taludes de cortes são construídos em locais de alta declividade, onde há a possibilidade da realização de alguma obra de engenharia que têm o intuito de facilitar a obra ou o seu acesso. Incluem-se nestas modificações a terraplanagem, correção de declividade, obras de drenagem etc. Sendo assim, devem ser analisados diversos fatores para que a construção dos mesmos não implique em problemas posteriores como deslizamento, erosão e instabilidade.

Sendo o solo um ecossistema de alta complexidade no que tange aspectos químicos, físicos e biológicos, os solos brasileiros ainda possuem alto nível de intemperização, acarretando concentrações elevadas de alumínio e ácidos e que, conseqüentemente, dificultam o crescimento vegetal, essencial na recuperação de áreas degradadas. Assim, apenas os aspectos químicos e físicos não são suficientes para uma eficiência no processo de reestruturação do equilíbrio no ambiente, merecendo atenção o aspecto biológico, enfatizando-se os microrganismos.

Entretanto, observam-se, claramente, limitações físicas e químicas ao desenvolvimento vegetal, evidentes em taludes e, mesmo assim, evidencia-se o crescimento e ou sobrevivência de algumas espécies de plantas, o que sugere que a resistência aos efeitos destas limitações esteja ligada às associações simbióticas entre plantas-microrganismos.

Na determinação da qualidade do solo, os microrganismos podem ser considerados excelentes indicadores, uma vez que são extremamente importantes e sensíveis às variações impostas ao solo. Assim, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são largamente encontrados em grande parte das espécies de vegetais e auxiliam diretamente na recuperação de áreas degradadas, pois interferem positivamente no desenvolvimento da planta (maior área de absorção de nutrientes, absorção de água, resistência a agentes causadores de doença etc.).

Não há estudos relacionados com a associação simbiótica entre FMAs e plantas em áreas de taludes ou revegetação desses ambientes. No entanto, tal avaliação é de extrema importância, uma vez que auxilia o entendimento do sucesso ou não da revegetação e recuperação de solos de taludes.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o potencial de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares em taludes de corte revegetados naturalmente.

2.2 Específicos

- Caracterizar a qualidade química e textura dos solos dos horizontes A e B dos taludes avaliados/escolhidos.
- Determinar propágulos de FMAs, na forma de micélio extrarradicular total, densidade e diversidade de esporos, em horizontes A e B de taludes identificados.
- Quantificar colonização micorrízica em raízes amostradas nos diferentes horizontes do solo.
- Relacionar a qualidade química e textura dos solos dos horizontes A e B com os propágulos e micotrofismo das plantas dos diferentes taludes.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Degradação / Recuperação de áreas

Degradação, de acordo com Siqueira *et al.* (2007), é o apogeu de qualquer modificação causada no meio ambiente, causando perda de funções de ecossistemas e problemas na sua organização.

No que compete à degradação do solo, é de extrema importância salientar que os elementos químicos, físicos e biológicos estão intrinsecamente interligados, e, de igual importância na elaboração e proposição de disposições avaliadoras, recuperadoras e fiscalizadoras da atividade antrópica nesse ambiente (MARTINS *et al.*, 2010).

Em pesquisa realizada em áreas degradadas de voçorocas na cidade de Lavras, Gomide, Silva e Soares (2011) demonstram a importância e a inter-relação dos atributos químicos, físicos e biológicos, sendo os atributos analisados sensíveis e indicados para caracterização da degradação do solo pela erosão hídrica.

Segundo Melloni (2001), a implantação de cobertura vegetal no local a ser recuperado, em conformidade com a estratégia adotada, recuperação ou reabilitação, procura gerar condições edáficas, que permitem a reabilitação dos solos, não se devendo desconsiderar o efeito do tempo de revegetação, que também influencia no processo.

No solo, os atributos microbiológicos são sensíveis às mudanças provocadas na superfície, como a variação da diversidade de vegetação, que podem ser originárias de alterações em seu manejo (DORAN; ZEISS, 2000; VAN BRUGGEN; SEMENOV, 2000), devido a sua capacidade de estar em contínua mudança e adaptação ao meio, além de sua diversidade e dinâmica. De acordo com a idade do ecossistema ou tempo de reabilitação, a vegetação e seus efeitos sobre o solo se alteram, portanto estes parâmetros poderão ser bons indicadores da reabilitação (MELLONI, 2001).

Todavia, na análise primária (visual), observa-se vegetação nesses locais e melhorias em atributos visuais, físicos, químicos e biológicos gerados pelas plantas. As gramíneas e leguminosas são excelentes para a recomposição da revegetação em uma área degradada, uma vez que possuem crescimento rápido, agregam o solo, necessitam de menor quantidade de nutrientes, protegem o solo de fatores externos (chuva, vento etc.) e fornecem matéria orgânica que melhoram o ambiente para as sucessões vegetais. Além disso, uma característica evidente nessas espécies é o caráter micotrófico. As vantagens desse caráter é fator decisivo em áreas submetidas à grande estresse (EINLOFT *et al.*, 1999; SANTOS *et al.*, 2001).

Melloni (2001) afirma que a revegetação é a principal prática para se recompor o solo, a cobertura vegetal e a diversidade da flora, expressam a organização e estrutura biológica, funcionando como indicadores do grau de reabilitação do local. Moreira (2004) salienta que a recuperação de um ecossistema degradado, depende do uso de espécies próximas às da condição original do local, além das práticas de manejo feitas.

A recuperação do solo também pode ser realizada por lançamento de sementes, segundo estudo de Rodrigues *et al.* (2010). Em análise de áreas de restinga, o processo apresenta um grande potencial de manutenção e renovação de espécies a serem estabelecidas no local, mantém o fluxo gênico, garantindo a perpetuação da floresta.

Sarcinelli *et al.* (2004) afirmam que a *Acacia holosericea*, é uma leguminosa arbórea que tem sido bem utilizada em recuperações de áreas degradadas, pois a presença dos sintomas de deficiência nutricional possibilitam a identificação e correção das deficiências apresentadas em plantas localizadas em solos degradados.

Também de acordo com Melloni (2001), em áreas de mineração de bauxita degradadas, em estágio de recuperação, outras formas empregadas atualmente afim de se realizar a revegetação e reabilitação dos solos, são a utilização de bracatinga e gramíneas (capim-gordura, azevém e braquiária), que têm aumentado a densidade e a diversidade de microrganismos.

No tratamento empregando técnicas de bioengenharia em taludes marginais de rios, Holanda *et al.* (2010) observaram que as espécies *Tapirira guianensis* (pau-pombo) e *Cassia grandis* (canafistula) não foram eficientes na recuperação. Pela competição de espécies, a *Brachiaria decumbens* afetou negativamente o crescimento das mudas, enquanto a *Schinus terebenthifolius* Raddi (Aroeira) apresentou resultados melhores nas variáveis analisadas sem a aplicação da bioengenharia. Em compensação, o mulungu (*Erythrina velutina*), no tratamento com biotêxtil, apresentou resultados satisfatórios de altura e diâmetro da copa, sendo tolerante à competição entre as espécies. Sylvia *et al.* (1993), em estudos ao leste dos Estados Unidos, afirmam que FMAs são eficazes no crescimento de plantas, por proporcionarem várias condições edáficas e de acolhimento.

Durigan *et al.* (1998), visando a aceleração do processo de recuperação da cobertura arbustivo-arbórea em área de cerrado previamente utilizada como pastagem de *Brachiaria decumbens*, testaram os efeitos de seis tratamentos. O uso de herbicida, que controlou as gramíneas sem afetar as espécies naturais, apresentou resultados superiores à testemunha, sendo estas os resultados opostos para os tratamentos de revolvimento de solo. E os resultados mais baixos foram para o tratamento com calagem, que alterou a química do solo.

Scabora, Maltoni e Cassiolato (2011), analisando a influência de FMAs na recuperação de áreas de obras de barragens, “áreas de empréstimos”, no cerrado, afirmam que as espécies *Acacia polyphylla* D.C. (monjoleiro), *Magonia pubescens* St. Hil. (tingui), *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (jatobá-de-cerrado) e *Schinus terebinthifolia* Raddi (aroeira-pimenteira) apresentaram as maiores porcentagens de colonização e podem ser indicadas para projetos de revegetação em áreas degradadas de cerrado. As plantas de ambas as áreas analisadas, solo de pastagem e subsolo exposto, indicaram altas porcentagens de colonização micorrízica e o solo baixo número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares.

Na recuperação ambiental às margens de cursos d’água, é aconselhável a utilização de espécies que apresentem desenvolvimento rápido, boa cobertura (para enriquecimento orgânico do solo) e que tenham boa fixação da muda (para a resistência às cheias e movimentos de massa nos taludes marginais) (HOLANDA *et al.*, 2010).

Almeida e Sánchez (2005) afirmam que o aspecto visual, a densidade de plantas, sua altura média, o número de espécies arbóreas e a mortalidade de mudas são indicadores eficazes do efeito da revegetação em áreas mineradas, pois satisfazem o estado da área revegetada, os procedimentos de sua análise são de baixo custo e demandam pouco tempo, além de não necessitarem de conhecimento especializado para sua execução.

Outro fator a ser levado em consideração em programas de recuperação de áreas degradadas, são as espécies invasoras exóticas. Portanto, devem ser controladas, para que possibilitem o estabelecimento das espécies implantadas na recuperação (MARTINS; LEITE; HARIDASAN, 2004).

3.2 Aspectos gerais de taludes

Os taludes podem ser de dois tipos, naturais ou artificiais. Um talude natural é aquele que foi formado pela natureza, devido à ação de intemperismos (chuva, sol, vento etc.) ou pela ação geológica. Os taludes artificiais são aqueles construídos pelo homem, dada a necessidade de melhorar a declividade de encostas, da realização de uma obra de engenharia ou outros motivos. Encontram-se taludes artificiais em minas a céu aberto, barragens de reservatório de água, ao lado de estradas, em escavações de valas para assentamento de tubos de água e em base de edificações.

Em seu processo de desenvolvimento, a atividade humana promove inúmeros impactos ambientais e, inserido neste contexto, está a construção de taludes no intuito de

facilitar sua adaptação ao meio ambiente. Considerando a importância dos impactos ambientais de taludes e dos agravos provenientes de medidas inadequadas de uso e conservação do solo dos mesmos, levando a ocorrências de áreas degradadas, faz-se necessário o estudo intensivo de medidas recuperadoras eficientes.

Nagalli, Fiori e Nagalli (2011), em estudo sobre a utilização de escâner a laser na análise de taludes, afirmam que a instabilidade dos taludes se dá, geralmente, pela conjugação de fatores, que colaboram para o colapso estrutural, envolvendo aspectos extrínsecos (terremotos, sobrecargas, gradientes, térmicos, etc.) e intrínsecos (características geométricas dos maciços, localização e distribuição de descontinuidades, passagem de fluidos, entre outros), pode-se incluir nos fatores que contribuem para a desestabilização e, assim, degradação dos taludes, a erosão e o intemperismo sofrido pela encosta.

A ação da água da chuva e dos ventos (principais agentes no Brasil) tem papel importante na acentuação de processos erosivos (lixiviação, carreamento de partículas, perda de solo, perda de matéria orgânica), uma vez que os taludes possuem, normalmente, vários horizontes expostos. Dessa forma, possuem características físicas e químicas diferentes e, portanto, crescimento vegetal desigual entre um e outro (EINLOFT *et al.*, 2009). Estes processos, sem os devidos cuidados, podem intensificar-se a ponto de se tornarem irremediáveis ou de remediação onerosa, além de inúmeros problemas socioambientais.

De acordo com Oliveira (2006), a técnica para reforço e estabilização de taludes por grampeamento do solo, tornou-se comum no país, porém, uma forma de manter o solo estável é a recuperação de sua cobertura vegetal.

3.3 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs)

Moreira e Siqueira (2006) enfatizam que vários estudos têm demonstrado que a associação mutualística entre raízes e fungos é considerada benéfica, em sua grande maioria. As simbioses formadas entre FMAs do solo e as raízes de espécies vegetais vasculares são chamadas de micorrizas arbusculares, que são um exemplo desta associação favorável aos envolvidos, auxiliando diretamente no crescimento e adaptação das plantas às adversidades, destacando-se os ambientes em condições de estresse (MELLONI; SIQUEIRA; MOREIRA, 2003; RUIZ; DAVEY, 2003; SIQUEIRA *et al.*, 2007; SOARES; CARNEIRO, 2010).

As interações entre estes microrganismos e o meio não são somente consequência de atividade fisiológica de apenas uma variação microbiana, abrangendo fungos e bactérias. A rizosfera é um exemplo da intermitência de interações com os mais variados tipos, tamanhos e

espécies microbianas, podendo ser positivas ou negativas entre as populações (SIQUEIRA; LAMBAIS; STÜRMER, 2002).

Cordeiro *et al.* (2005) e Nakatani *et al.* (2008) ressaltam que as raízes dos vegetais podem impulsionar o desenvolvimento microbiano e que determinadas plantas tem maior potencial que outras em estimular esse aumento populacional de microrganismos, dadas suas características físicas (tipo de raiz) e ou químicas (quantidade de exsudados).

Alguns fatores que influenciam a diversidade, ocorrência e eficiência da simbiose dos FMAs são as condições ambientais, como a temperatura (McGONIGLE; MILLER, 1999) e a umidade (OLIVEIRA-FILHO; CARVALHO, 1993), além da relação genótipo-hospedeiro (MELLONI; SIQUEIRA; MOREIRA, 2003), as quais podem atuar nos propágulos fúngicos.

Além das condições do ambiente, alguns fatores da planta também influenciam a micorrização, como idade, nutrição, presença de compostos fungistáticos, desfolha, pastejo e poda. Outras condições que afetam a colonização das raízes e a produção de esporos de FMAs são a utilização de fertilizantes, intensidade de luz e defoliação, pois reduzem o suprimento de carbono pela diminuição da fotossíntese (CAVALCANTE; GOTO; MAIA, 2009).

A redução de propágulos de FMAs no solo pode ocorrer em virtude da ausência de cobertura vegetal, devido à ausência de exsudatos radiculares no solo. (BÉCARD; PICHÉ, 1989; BÉCARD; DOUDS; PFEFFER, 1992). Vários pesquisadores constataram a redução do número de propágulos (KABIR *et al.*, 1998; CUENCA; ANDRADE; ESCALANTE, 1998; YANO *et al.*, 1998), além da diversidade reduzida (DOUDS *et al.*, 1995), o que diminui a quantidade de propágulos no solo e acarreta na seleção de espécies e minimização da possibilidade de se formar micorrizas nessas condições.

Franco *et al.* (1996), em estudo realizado com leguminosas derivadas de áreas florestais, afirmam que, entre várias vantagens dos fungos micorrízicos, a melhor capacidade de uso da água e de absorção de nutrientes do solo são as que mereceram mais ênfase. As leguminosas, por seu crescimento acelerado, menor necessidade de nutrientes e, ainda por se tratarem de porte arbustivo com alto poder de enraizamento, possuem a característica de maior capacidade de associação com fungos micorrízicos. Macedo *et al.* (2008), em estudo realizado analisando a dinâmica de nutrientes após recuperação de áreas degradadas, atentam que o seu uso é eficiente, auxiliando a ciclagem de nutrientes dos locais estudados.

Em estudos sazonais, Oliveira e Oliveira (2005) afirmam que a temporada chuvosa apresentou uma correlação positiva com o número de esporos e a colonização de FMA. E que a esporulação e a colonização de FMA dependem das espécies das plantas, da precipitação regional e da umidade e da química do solo nas condições da Amazônia Central, a área do

estudo. Miranda, Silva e Saggin Junior (2010) corroboram a ideia de que as colonizações são maiores na estação chuvosa. Porém, em estudo com cafeeiros, Bonfim *et al.* (2010) afirmam que houve maior esporulação em época seca.

Em estudos com solos minerados, os efeitos da simbiose são de grande importância para a vegetação, pois há a maximização do uso de nutrientes do solo e incrementação da fixação biológica de N₂ em leguminosas (FRANCO; FARIA, 1997).

A relação simbiótica entre os microrganismos e as plantas incrementa a utilização de nutrientes, o que possibilita que as últimas tenham vantagem no processo de sucessão, assim como a alteração em sua estrutura e desenvolvimento (FRANCIS; READ, 1994; SIQUEIRA *et al.*, 1998; VAN DER HEIJDEN *et al.*, 1998).

Na análise do efeito da concentração de fósforo sobre a diversidade, esporulação e colonização de FMAs nativos de florestas de *Araucaria angustifolia*, Moreira, Baretta e Cardoso (2012) identificaram 11 espécies de fungos e observaram que não ocorreu efeito significativo da dose de P sobre o número de esporos e a colonização radicular. Porém, a análise de correspondência realizada demonstrou o efeito sobre a esporulação de cada espécie, relacionando cada uma a certa concentração de P.

Silva *et al.* (2007) perceberam que espécies do gênero *Acaulospora* toleram uma faixa de pH ampla e *Entrophospora infrequens* prefere solos ácidos e *Glomus mosseae* de solos neutros a pouco alcalinos. De acordo com a similaridade, concluíram que a comunidade de fungos sofre grande influência do hospedeiro e das condições do solo, pelas diferenças qualitativas que a comunidade apresentou quando relacionadas às plantas hospedeiras e a diferentes locais de coletas. Em relação à vegetação analisada, FMAs são bem distribuídos nas áreas de sabiá e leucena, devido ao número de esporos, o percentual de colonização das raízes e a diversidade apresentadas (SILVA *et al.*, 2007).

Em outra pesquisa, Silva *et al.* (2012) objetivaram avaliar a influência da revegetação com *Eucalyptus camaldulensis* e *Acacia mangium* na composição e diversidade de FMAs, em uma área degradada pela extração de argila. A abundância de FMAs foi maior na área degradada com vegetação espontânea quando comparada aos plantios, em contrapartida, apresentando baixa diversidade de espécies. As áreas de eucalipto em monocultivo mostraram menor índice de diversidade de FMAs em relação às áreas de eucalipto consorciadas com a acácia.

3.3.1 FMAs e reabilitação de áreas degradadas

Scabora, Maltoni e Cassiolato (2010) afirmam, em estudo no cerrado brasileiro, o potencial que os FMAs têm em revegetação para a área e também o enriquecimento de áreas degradadas. Campos, Andrade e Cassiolato (2010) também analisaram a área de pastagem, que apresentou alto potencial inóculo, indicado pela alta porcentagem de colonização das raízes por FMA.

Espécies arbóreas também podem ser utilizadas para a recuperação de áreas degradadas e tendem a formar maior quantidade de associação micorrízica uma vez que as necessidades da planta são maiores. Em estudo realizado em Lavras, Pouyú-Rojas, Siqueira e Santos (2006), utilizando 16 espécies vegetais e 8 de fungos micorrízicos, obtiveram como resultado uma variabilidade na colonização baseada em compatibilidade fungo-hospedeiro, indicando seletividade e níveis de eficiência nas combinações diferentes, sendo as espécies *Luehea grandiflora* (açoita-cavalo), *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Cassia spectabilis* (cássia-carnaval) e *S. granuloso-leprosum* (gravitinga) as mais adequadas no auxílio na recuperação de áreas degradadas.

No Brasil, o fungo que forma micorriza do tipo arbuscular, envolve aqueles pertencentes à ordem Glomeromycota e a grande maioria das plantas (KIRIACHEK *et al.* 2009; SOARES; CARNEIRO, 2010). Cerca de 80 % das espécies vegetais formam micorrizas arbusculares (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A manutenção, incentivo ou introdução de grupos de microrganismos formadores dessa associação em áreas degradadas permitem maior capacidade e velocidade na recuperação da diversidade e atividade biológica do solo (STÜRMER; SIQUEIRA, 2006), o que enfatiza a importância desses organismos na recuperação destes locais. Outras áreas têm sido estudadas entre elas, as de mineração. Nesse sentido, Caproni *et al.* (2003); Melloni, Siqueira e Moreira (2003), Santos, Siqueira e Moreira (2008) e Siqueira *et al.* (2007) demonstraram a importância das micorrizas na revegetação e recuperação do solo pós-mineração, atividade considerada fortemente impactante. De acordo com Carneiro *et al.* (2008), a atividade e presença de microrganismos no solo, por exercerem funções-chave, podem indicar o real estado de reabilitação, em áreas mineradas.

Na simbiose mutualística entre os FMAs e as plantas, os fungos são os responsáveis pela maior capacidade de absorção e de transferir nutrientes minerais para a planta, do solo, o que aumenta a sua capacidade de sobrevivência em condições adversas de fertilidade do solo, agregação do solo, e competição entre plantas (SIQUEIRA, 1996). Ainda de acordo com Siqueira *et al.* (1994), não há especificidade em sua maioria, na relação hospedeiro-planta mas sim, em condições edáficas específicas.

Esta simbiose é tão comum que mesmo em solos contaminados com metais pesados pode-se observar atividade dos FMAs. Em áreas com esse tipo de contaminação, Klauberg-Filho, Siqueira e Moreira (2002) demonstraram a capacidade desta associação servir como bioindicador da qualidade ambiental, uma vez que foram sensíveis aos níveis de metais pesados, através de sua densidade e diversidade. Siqueira, Pouyú e Moreira (1999) avaliaram o efeito dos metais pesados e a dificuldade de recuperação de áreas contaminadas por estes, dessa vez avaliando a inoculação de FMAs em espécies arbóreas pós-transplântio das mudas e obtiveram como resultado que a inoculação trouxe vantagens, acelerando o crescimento e aumentando a capacidade absorptiva das plantas. Ainda, Paula, Soares e Siqueira (2006) ressaltaram a presença de grupos de microrganismos resistentes a resíduos tóxicos de petróleo em área de *landfarming* com 15 anos, verificando a presença de micorrizas em plantas já existentes ou inseridas, tendo resposta positiva no crescimento de alfafa, braquiária e sorgo.

Read, Kouchecki e Hodgson (1976), em estudo no centro-leste da Inglaterra em que analisaram a ocorrência da infecção de fungos micorrízicos em áreas de pastagem e florestas, afirmaram que os níveis de infecção se apresentaram elevados o ano todo, sendo que os mais altos ocorreram em situações de estresse de nutrientes.

A comprovação da importância de FMAs na recuperação de áreas degradadas também é evidente em ambiente controlado, conforme observado por Martins, Miranda e Miranda (1999). Esses autores avaliaram a densidade e diversidade de FMAs nativos em áreas degradadas de cerrado, tendo como resultado aumento considerável de matéria seca e crescimento acelerado da *Aristida setifolia* Kunth induzidos por FMAs.

A colonização radicular e esporulação são variáveis de espécie para espécie, e há fatores limitantes como, por exemplo, a quantidade de fósforo, e a característica da própria planta em ser ou não micotrófica. Em estudo realizado com *Araucaria augustifolia*, Moreira-Souza e Cardoso (2002), ressaltam a característica micotrófica da planta e o teor de fósforo como agentes de influência direta na colonização do vegetal por micorrizas e que plantas micorrizadas demonstraram menores quantidades de nitrogênio e potássio (N e K), e maior de P que aquelas sem micorrizas.

Alguns pesquisadores (FRANCIS; READ, 1994; SIQUEIRA *et al.*, 1998) observaram que na evolução de ecossistemas degradados, há o surgimento de plantas mais ou menos micotróficas, oposto ao que Reeves *et al.* (1979) afirmaram, que seria crescente a formação de micorrizas ao longo da sucessão, mostrando que não se pode concluir sobre a presença de micorrizas na evolução do processo recuperatório.

Os microrganismos podem capacitar as plantas hospedeiras para sobreviverem em condições desfavoráveis, pois incorporam nitrogênio (FRANCO; FARIA, 1997) e melhoram a utilização de nutrientes e água (ABBOTT; ROBSON, 1991), contribuindo para que o ecossistema se torne estável (FRANCO; FARIA, 1997).

Pelo fato da infecção micorrízica aumentar a absorção de nutrientes pelas plantas, ela é de grande interesse para as pastagens de regiões tropicais, que tem solos com baixos teores de fósforo e alta capacidade de imobilização das suas formas (SOUTO; PAULA; FRANCO, 1992).

Miranda, Silva e Saggin Junior (2010), em estudo analisando a presença de FMAs em amendoim forrageiro, afirmam que esta espécie serve como hospedeira e que seu cultivo pode incrementar a presença desses microrganismos, melhorando biologicamente a qualidade do solo.

Porém, deve-se analisar a espécie a ser implantada na reabilitação, pois estratégias utilizando plantio adensado de eucalipto proporcionaram baixo número de populações e propágulos de FMAs (MEHROTRA, 1998).

A densidade, diversidade de esporos e colonização micorrízica são atributos necessários para avaliar a ocorrência dos FMAs e, principalmente, a intensidade de uso do solo (MELLONI *et al.*, 2011). No intuito de se conseguir um ambiente equilibrado e sustentável, o uso de quaisquer técnicas que sejam benéficas ao meio ambiente é extremamente importante. As micorrizas arbusculares, avaliadas por diferentes atributos, apresentam excelentes características que auxiliam na melhora da qualidade ambiental (SILVEIRA; FREITAS, 2007), porém, para sua plena utilização são necessárias maiores pesquisas acerca dos microrganismos envolvidos e também melhores técnicas para favorecer o processo de micorrização.

Para a estabilização de encostas, naturais ou artificiais, podem ser aplicadas técnicas da engenharia natural ou bioengenharia de solos, que utilizam a vegetação por si só ou combinada a materiais inertes. Portanto, a vegetação deve apresentar alguns requisitos relacionados a aspectos ecológicos, fitossociológicos e de reprodução (MONTEIRO *et al.*, 2010). Algumas técnicas utilizam plantas em diversas posições em relação a um plano horizontal. E, em estudo no Rio Grande do Sul, Monteiro *et al.* (2010) analisaram três tratamentos, com ângulos diferentes, no plantio de estacas de *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg. Após 90 dias, a espécie, plantada em ângulo de 90°, apresentou valores significativamente maiores do número, a soma do comprimento e a massa seca das raízes e tiveram maiores valores da soma de comprimento e da massa seca dos brotos; exibiu altos

valores de sobrevivência, com os maiores valores tendendo para os ângulos de 10° e 90°; o diâmetro da raiz mais longa teve maior média com o ângulo de 10°; enquanto que o valor médio do comprimento da raiz mais longa por estaca não mostrou diferença estatística, e o diâmetro e o número de brotos não apresentaram diferenças significativas entre os três ângulos de plantio.

A aplicação de FMAs em recuperação de taludes é algo que ainda deve ser avaliada. No Brasil, não há estudos sobre isso e mesmo no exterior, podem ser considerados raros (WILLS, 1978; VOGELSANG, 2010).

De acordo com Cusatis (2001), a revegetação é solução exequível e eficiente na recuperação de áreas de taludes e deve-se sempre levar em consideração os aspectos edafoclimáticos, pois estes influenciam no tipo, velocidade e intensidade da vegetação.

Carneiro *et al.* (2008) também concluíram que a revegetação promove a recuperação de atributos essenciais para o funcionamento adequado do solo. Oliveira-Filho e Carvalho (1993) demonstraram essa influência em seu estudo realizado no norte do litoral da Paraíba, onde os tipos de vegetação são fruto da influência direta dos fatores edafoclimáticos ligados à salinidade e estabilidade do solo, temperatura e umidade etc. Já Miranda e Miranda (2004) recomendaram a utilização de plantas dependentes de FMAs no processo de rotação de cultivos, ou que sejam utilizados após um cultivo com plantas não dependentes da associação, como as culturas anuais de soja, feijão e milho, adubos verdes (como mucuna e crotalaria) e forrageiras, como a braquiária, dado o favorecimento da multiplicação dos fungos micorrízicos nativos do solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A área de estudo envolve taludes de corte, localizados ao longo da rodovia MG 383, entre as cidades de Itajubá e Maria da Fé, região sul de Minas Gerais (Figura 1), caracterizada por topografia montanhosa e com alta declividade. De acordo com Koppen e Geiger, a classificação do clima predominante é o tropical de altitude, com inverno seco e temperatura média anual de $19,5^{\circ}\text{C}$ 1.557 mm ano^{-1} ; possui estações do ano bem definidas, com as temperaturas e precipitação pluvial mais elevadas nos meses de verão, e clima frio e seco nos meses de inverno, com temperaturas abaixo de 10°C (PEEL; FINLAYSON; McMAHON, 2007).

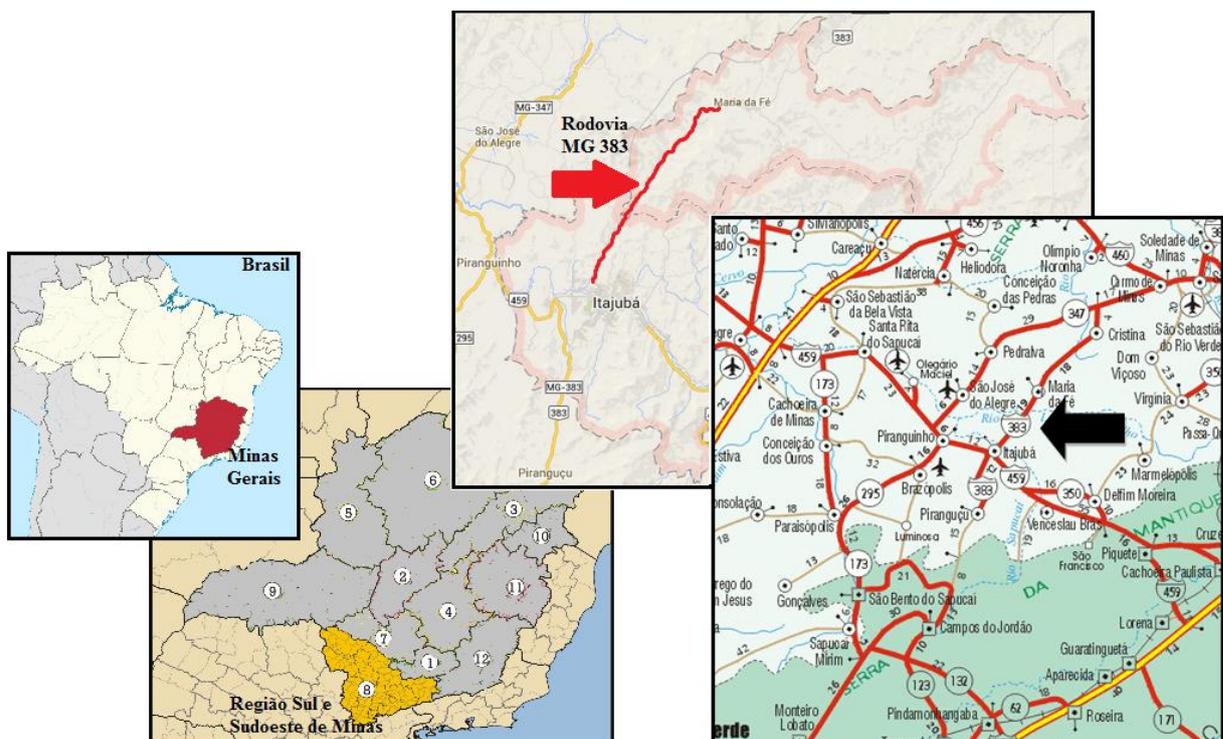


Figura 1 – Localização da rodovia MG 383, trecho interligando Itajubá a Maria da Fé, em Minas Gerais/BR. (Fontes: http://pt.wikipedia.org/wiki/Minas_Gerais; http://www.patosnoticias.com.br/entretenimento/noticia/422-cidade-plebiscito_podera_definir_criacao_do_estado_do_triangulo; <http://maps.google.com/> e <http://guimonte.verde.com.br/mapas/22.htm> – modificados).

Seis (6) taludes foram selecionados dentro de uma área de materiais com duas origens geológicas, de acordo com a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (2008), em função da porcentagem de cobertura vegetal, posição na paisagem e grau de

degradação, sendo devidamente georreferenciados. Breve descrição dos taludes amostrados está indicada no quadro 1, suas imagens exibidas na Figura 2.

A partir do mapa geológico observa-se que o solo da região estudada tem principalmente duas origens. O solo da área mais próxima da cidade de Itajubá faz parte do Complexo Varginha-Guaxupé (taludes 3 e 4), Unidade Ortognáissica Migmatítica Intermediária e o solo da região vizinha à Maria da Fé abrangendo os Ortognaisses Migmatíticos (taludes 1, 2, 5 e 6).

Quadro 1 – Descrição dos locais amostrados

Talude	Coordenadas N/S E/W	Breve Descrição
01	22° 22' 25,46814" 45° 22' 52,96143"	Totalmente coberto por plantas expontâneas diversas, mostrando ser mais antigo em relação aos demais e com maior volume vegetal.
02	22° 22' 25,09048" 45° 22' 53,29102"	Talude totalmente coberto por plantas expontâneas, com domínio de braquiária e capim gordura.
03	22° 22' 31,73035" 45° 22' 18,82050"	Semelhante ao talude 2, totalmente coberto por plantas expontâneas, com domínio de braquiária e capim gordura.
04	22° 22' 31,35269" 45° 23' 18,64197"	Talude muito degradado, com baixa porcentagem de cobertura vegetal e domínio de braquiária.
05	22° 22' 10,01862" 45° 24' 32,11304"	Talude degradado, com baixa porcentagem de cobertura vegetal e domínio de braquiária.
06	22° 22' 10,23148" 45° 24' 31,90704"	Talude totalmente coberto por braquiária e capim gordura.



Figura 2 - Fotos dos Taludes amostrados: 1 – Talude 1; 2 – Talude 2; 3 – Talude 3; 4 – Talude 4; 5 – Talude 5; 6 – Talude 6.

Os taludes foram organizados em pares, sendo o talude 1 com o 2, o 3 com o 4 e o 5 com o 6, cada um se localizando em posição oposta entre si na rodovia MG 383. Escolhidos dessa maneira pela facilidade de coleta, e ainda por pertencerem ao mesmo material de origem.

4.2 Amostragens do solo

Após a definição dos taludes, as amostragens de solo foram realizadas nos horizontes A e B. Para isso, cada talude foi subdividido em três seções verticais, e cada uma em seus horizontes A e B (Figura 3), com retirada de três amostras simples por horizonte (falsas repetições), totalizando um número de 18 amostras compostas por talude.

As amostras de solo e raízes foram retiradas por meio de enxada manual, devidamente desinfestada com álcool etílico a 70 % e acomodadas em sacos plásticos etiquetados e encaminhados ao Laboratório de Microbiologia da Unifei, onde passaram por peneiramento em malha de 2 mm e análises subsequentes. Porções de raízes foram separadas, lavadas em água corrente e acondicionadas em frascos com álcool 70 % antes das análises microbiológicas.

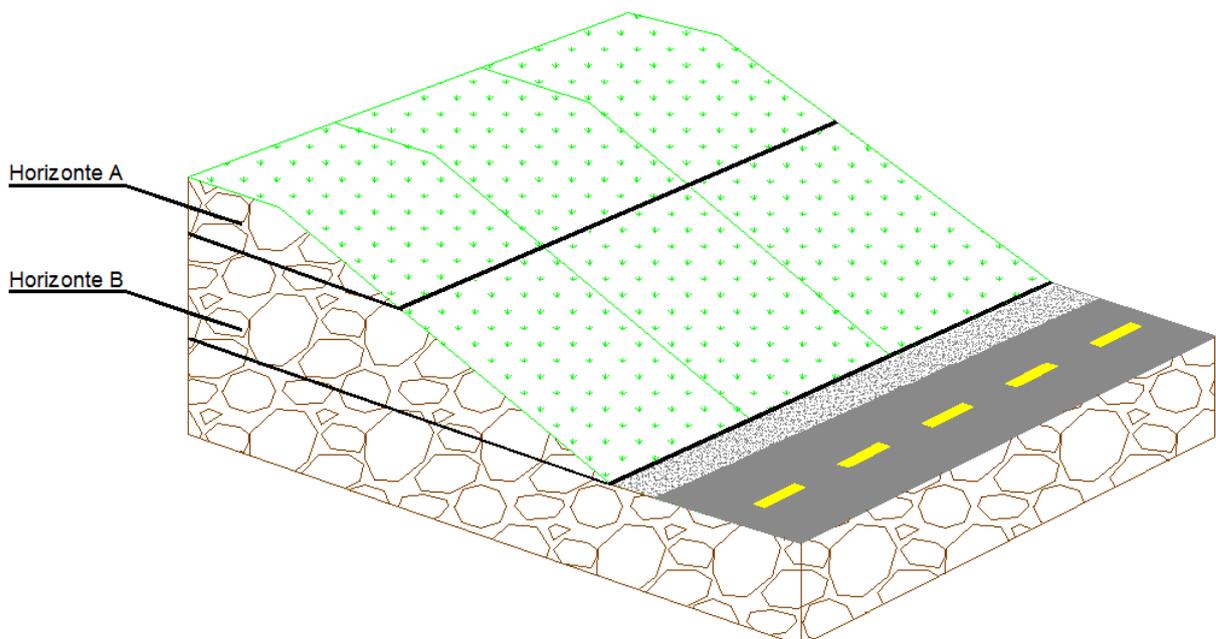


Figura 3 – Croqui do experimento, localizado no sul de MG, mostrando os locais da amostragem nos taludes.

4.3 Análises microbiológicas

As amostras de solo, devidamente peneiradas em malha de 2 mm, foram submetidas às seguintes análises microbiológicas.

a) Comprimento de micélio extrarradicular total de fungos do solo, determinado pelo método descrito em Melloni e Cardoso (1999).

Para preparar as amostras, foram realizados os seguintes passos:

- Foram pesados 10 g de cada amostra de solo (Figura 4A);
- Lavou-se o material separado em água corrente sobre peneiras com malhas de 0,50 e 0,25 mm, formando uma suspensão com volume de 1500 mL (Figura 4B);
- Agitou-se essa suspensão por 30 s em baixa velocidade no liquidificador;
- A suspensão, foi mantida em repouso por 4 minutos, diferente da metodologia original, descrita para 2 minutos;
- Retiraram-se de 500 mL da suspensão sobrenadante;
- A suspensão foi submetida à peneira de malha 0,045 mm;
- O material retido na peneira foi transferido com água destilada para um frasco até o volume de 11 mL;
- Após este processo, a alíquota de 11 mL foi colocada sobre a membrana de celulose devidamente preparada no equipamento de sucção para a retirada de água (Figura 4C);
- Amostra pronta para análise foi encaminhada para observação em microscópio no aumento de 10 vezes (Figura 4D).

Para realizar a avaliação do comprimento de micélio extrarradicular, segundo Melloni e Cardoso (1999), acoplou-se na ocular do microscópio um dispositivo reticulado com área de 100 mm^2 (no aumento de 10 vezes), composto de 10 linhas verticais e 10 horizontais. A área correspondente ao reticulado foi sobreposta a cada campo da membrana, num total de 64 campos (8 x 8), conforme proposto por Cardoso Filho (1994). Com a contabilização do número de interseções entre hifas e linhas horizontais do reticulado em todos os campos demarcados da membrana, o comprimento de micélio extrarradicular total foi obtido pela seguinte equação baseada em Newman (1966):

$$C = \frac{0,21387 \cdot n}{10 - U}$$

Na qual C é o comprimento de micélio extrarradicular, em $m g^{-1}$ de substrato seco; n é o número de interseções de hifas com as linhas horizontais do reticulado; U é a quantidade de água presente em 10 g de substrato úmido, em gramas.

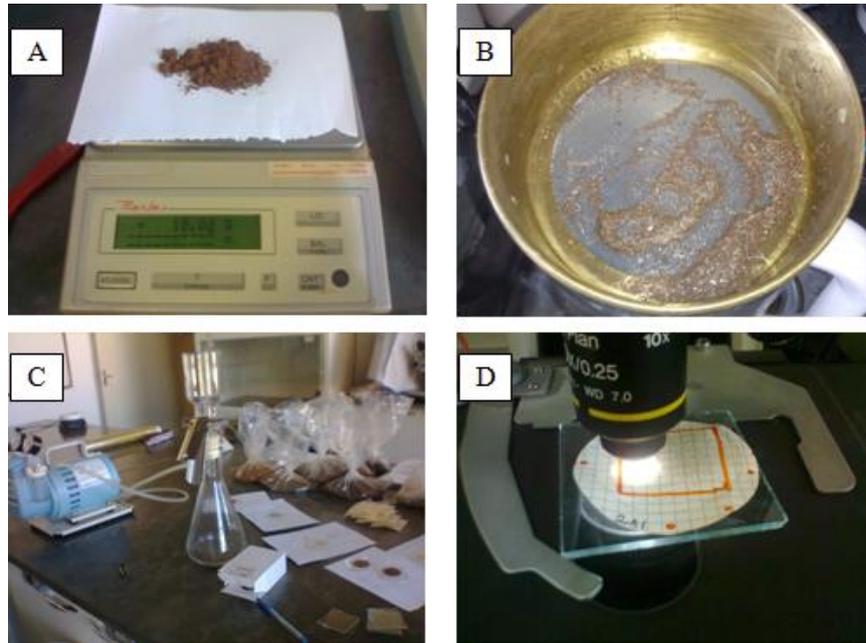


Figura 4 - Quantificação de micélio total: A – medida de massa do solo; B – lavagem em peneira; C – preparação das amostras; D – análise em microscópio.

b) Densidade e diversidade de esporos de FMAs (Figura 5), por meio do método do peneiramento úmido descrito por Gerdemann e Nicolson (1963). Para isso, se amostrou um volume de 50 mL de solo e foram realizadas cinco lavagens com água de torneira em peneiras de 0,500 e 0,045 mm. O material retido nessa última peneira foi transferido para tubo da centrífuga e centrifugado a 3000 rpm por três minutos. O sobrenadante foi descartado, acrescentando-se, posteriormente solução de sacarose 70 % e, após mistura, nova centrifugação a 2000 rpm por dois minutos (este último processo repetido duas vezes). O sobrenadante foi, então, peneirado em malha 0,045 mm e o retido transferido para placa concêntrica para contagem do número total de esporos e separação por morfotipo. Para classificação dos esporos, utilizou-se lupa microscópica e microscópio comum Nikon, com montagem de lâminas em PVLG (polivinil álcool-lactoglicerol) ou PVLG/reagente de Melzer (4:1, v:v), e descrições morfológicas do manual do INVAM (MORTON; BENTIVENGA; WHELLER, 1993), com cálculo do índice de diversidade de Shannon-Weaver (H').

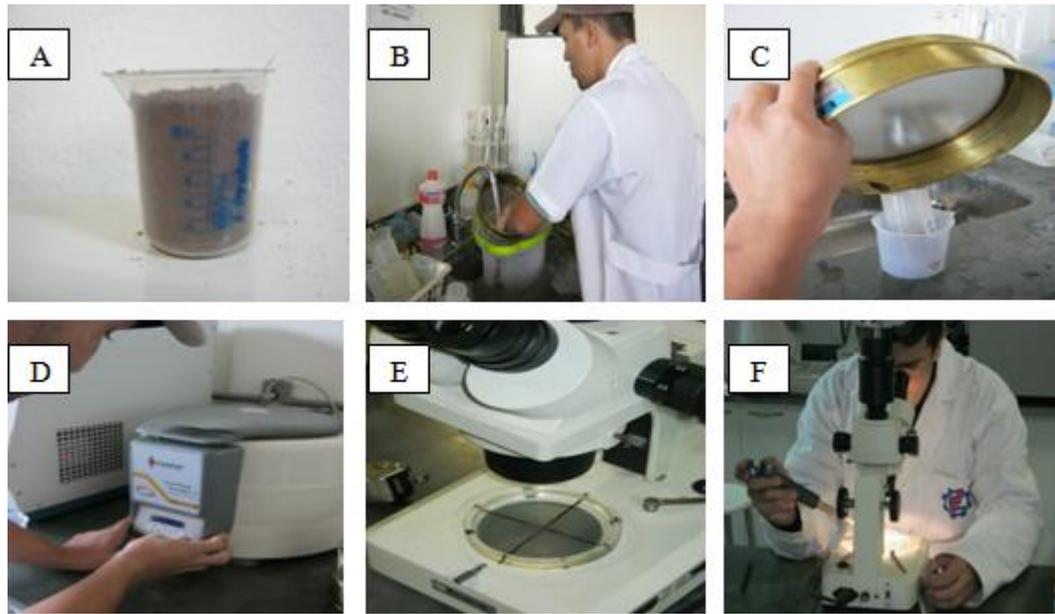


Figura 5 – Extração de esporos: A – amostra de 50 mL de solo; B – Lavagem do solo em água de torneira; C – Material adquirido disposto em tubo de centrífuga; D – Centrifugações; E – Placa circuncêntrica e lupa; F – Contagem e separação.

c) Colonização micorrízica, dividida em duas metodologias: porcentagem e intensidade de colonização micorrízica. Separadas as raízes das amostras de solo, estas foram lavadas em água corrente e preservadas em álcool 70 %. Posteriormente, as mesmas foram submetidas ao processo de clareamento e coloração. Inicialmente utilizou-se o método descrito por Philips e Haymann (1970), com modificações. Houve a lavagem das raízes em água de torneira e após, o processo de clareamento, que consiste em mergulhar as raízes em solução de 10% de KOH em banho-maria a 90 °C por 40 min que, após isso, foram enxaguadas em água e, posteriormente clarificadas com H₂O₂ a 05%, finalizando com lavagens sucessivas em água de torneira (Figuras 6A e 6B). Para a coloração, mergulharam-se as raízes em solução de 1% de HCl por 05 minutos, retirando-se o excesso de HCl sem ocorrer lavagem das mesmas (para uma coloração adequada) e, assim, inseriu-se em solução acidificada de glicerol contendo azul de Tripano a 90°C por uma hora, descartando-se, após isso, a solução (Figura 6C) e reservando as raízes (Figura 6D). Dessa forma estimou-se a porcentagem de colonização por meio do método de inserção em placa quadriculada, conforme Giovanetti e Mosse (1980), em lupa microscópica (Figura 7). Com as raízes devidamente coradas, determinou-se a intensidade de colonização radicular (Figura 8) por meio da avaliação de dez segmentos de raízes dispostos em lâmina (por amostra), anotando-se

a porcentagem da ocupação da área radicular pelas estruturas fúngicas, conforme descrito em Bethlenfalvay *et al.* (1981).

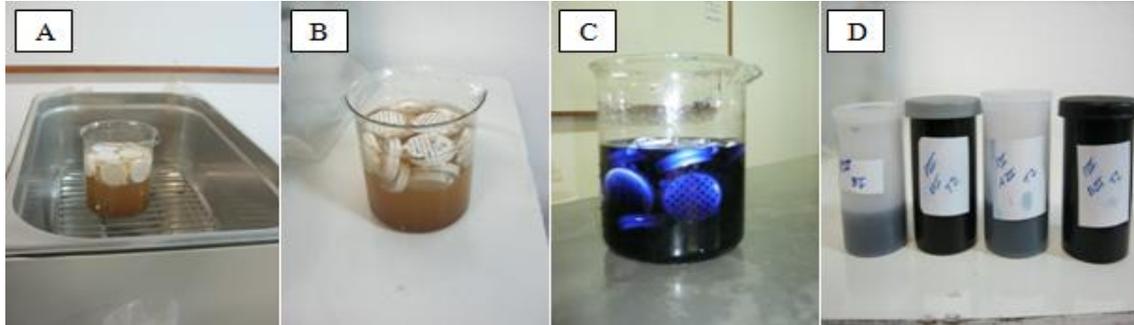


Figura 6 – Clareamento e coloração de raízes: A – Cozimento em banho-maria a 90 °C em KOH 10%; B – Clarificação com H₂O₂ a 3%; C – coloração com solução de glicerol acidificada contendo azul de tripan; D – Armazenamento em frascos identificados.



Figura 7 – Análise da porcentagem de colonização: A – Contagem de interseções das raízes colonizadas e não colonizadas na placa quadriculada; B – Placa quadriculada com raízes.



Figura 8 – Análise de intensidade de colonização radicular: A – Análise dos segmentos de raízes no microscópio; B – Confecção das lâminas; C – Lâminas confeccionadas possuindo 10 segmentos cada.

De posse dos valores de cada atributo microbiológico obtido, calcularam-se a variância, média e desvio padrão, por meio do *software* Excel[®]. Para a análise dos componentes principais (PCA) utilizou-se *software* PC-ORD 3.12 (McCUNE; MEFFORD, 1997), enquanto a análise de agrupamento com as médias de cada variável estudada foi feita pelo *software* STATISTICA (CALADO; MONTGOMERY, 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise textural e caracterização química das amostras de solo

Resultados da análise dos teores de argila, areia e silte, e a classificação textural das amostras de solo podem ser vistos no quadro 2. Verifica-se domínio do Argissolo em relação ao Latossolo e da classe textural Franco Argilo Arenoso, exceto para os taludes 3 e 5, onde observou-se classe Argila como dominante. A variação das classes de solos pode ser resultado do material de origem diferente, adicionado quando da construção da rodovia (situação comumente encontrada, segundo Streck *et al.*, 2008 e Vaz, 1996), ou compreender uma mancha de solo. No entanto, certamente, para confirmação dos tipos de solos, seria necessário o estudo *in loco*, e aplicação de metodologia de classificação, conforme proposto por Santos *et al.* (2013), Curi *et al.* (1993) e Cavararo (2007).

Já a caracterização química, foi feita por meio das análises de: pH em água relação 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ analisados por titulometria (EMBRAPA, 1997); P e K extraídos pelo método Mehlich 1 e analisados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente, e a matéria orgânica foi determinada por colorimetria (EMBRAPA, 1997). A caracterização química e física das amostras de solo foi realizada em caráter complementar à caracterização microbiológica, ênfase do presente estudo. Os resultados da caracterização química encontram-se no Anexo A para os taludes 1, 2 e 3, e no Anexo B para para os taludes 4, 5 e 6.

Não houve diferença relevante nas médias dos valores encontrados nos taludes 2 a 6. Os maiores valores de P, H+Al, K, MO e pH foram encontrados no talude 1, confirmando o que já havia sido observado visivelmente (quadro 1), que é o talude em estágio mais avançado de revegetação.

Avaliando o impacto da substituição de florestas de araucária por pastagens ou plantios de eucalipto, Melloni *et al.* (2008) com amostras desses solos, realizaram análises químicas, físicas e microbianas. Os ensaios químicos, para o solo de pastagem, expuseram um pH de 5,6, e níveis de K, P, Al de 168,0; 43,4; 0,2 cmol_c dm⁻³, respectivamente, e 49 g kg⁻¹ de matéria orgânica. O pH encontrado nas diferentes amostras de solo estão dentro da faixa encontrada no presente estudo e o teor de matéria orgânica foi bem próximo, porém os níveis de K, P e Al foram muito maiores.

Lima (2012) realizou o levantamento dos perfis de solos em catenas na sub-bacia hidrográfica do ribeirão José Pereira, sendo que a maioria das áreas é coberta por pastagens,

com solos classificados em Cambissolos, Argissolos e Gleissolos, Latossolos. As análises químicas desse estudo indicaram que o pH variou de 4,6 a 6,9, os níveis de K e Al, foram de 0,01 a 1,11 e 0,0 a 1,9 cmol dm^{-3} , o P ficou entre 0,6 e 6,9 mg dm^{-3} e a matéria orgânica do solo de 0 a 82 g kg^{-1} . Os valores de pH e P foram semelhantes aos do presente estudo, porém os níveis de K, Al e matéria orgânica foram mais elevados nos solos estudados pela autora supracitada.

Observando os valores do fósforo remanescente (P-rem) encontrados, pode-se classificar a disponibilidade P do solo, segundo Freire *et al.* (2006). Para os taludes 1, 2 e 3, segundo dados de Freire *et al.* (2006) os teores de P no solo são classificados como “muito bom”, pois seus níveis de P-rem variaram de 10 a 30 enquanto os dados de fósforo disponível (P) foram maiores que 17,5. Porém, nos taludes restantes são classificados como “muito baixo”, pois seus valores foram muito variados (de 4 a 39 mg/L) e os níveis de P se concentraram em valores menores que 3 (FREIRE *et al.*, 2006).

Quadro 2 - Caracterização física dos Taludes 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Identificação da Amostra			Argila	Areia	Silte	Classe Textural (Embrapa, 1997)
Talude	Ponto	Horizonte				
T 1	P I	A	332	451	217	Franco Argilo Arenoso
	P II		303	547	150	Franco Argilo Arenoso
	P II		299	466	235	Franco Argilo Arenoso
	P I	B	308	483	209	Franco Argilo Arenoso
	P II		336	496	168	Franco Argilo Arenoso
	P III		314	490	196	Franco Argilo Arenoso
T 2	P I	A	328	566	106	Franco Argilo Arenoso
	P II		344	528	128	Franco Argilo Arenoso
	P II		349	477	174	Franco Argilo Arenoso
	P I	B	285	563	152	Franco Argilo Arenoso
	P II		316	475	209	Franco Argilo Arenoso
	P III		332	486	182	Franco Argilo Arenoso
T 3	P I	A	453	410	137	Argila
	P II		367	481	152	Argilo Arenoso
	P II		431	445	124	Argila/Argilo arenoso
	P I	B	579	237	184	Argila
	P II		439	363	198	Argila
	P III		414	380	206	Argila
T 4	P I	A	286	624	90	Franco Argilo Arenoso
	P II		315	603	82	Franco Argilo Arenoso
	P II		294	633	73	Franco Argilo Arenoso
	P I	B	294	627	79	Franco Argilo Arenoso
	P II		292	614	94	Franco Argilo Arenoso
	P III		301	615	84	Franco Argilo Arenoso
T 5	P I	A	516	220	264	Argila
	P II		482	280	238	Argila
	P II		410	301	289	Argila
	P I	B	541	255	204	Argila
	P II		501	273	226	Argila
	P III		474	289	237	Argila
T 6	P I	A	347	581	72	Franco Argilo Arenoso
	P II		321	611	68	Franco Argilo Arenoso
	P II		319	627	54	Franco Argilo Arenoso
	P I	B	338	579	83	Franco Argilo Arenoso
	P II		319	607	74	Franco Argilo Arenoso
	P III		300	639	61	Franco Argilo Arenoso

Com as médias das variáveis químicas e da textura fez-se análise de agrupamento, cujo resultado encontra-se na figura 9. A 65 % de similaridade (ou 35 % de dissimilaridade)

três grandes grupos foram formados: (1A), (1B-2B-5A), (2A-4A-4B-6A-6B-3A-3B-5B). Tal resultado mostra alta semelhança química e textural dos solos dos taludes 2, 3, 4 e 6, independentemente dos horizontes A e B, e das classes texturais dos solos propostas no quadro 2.

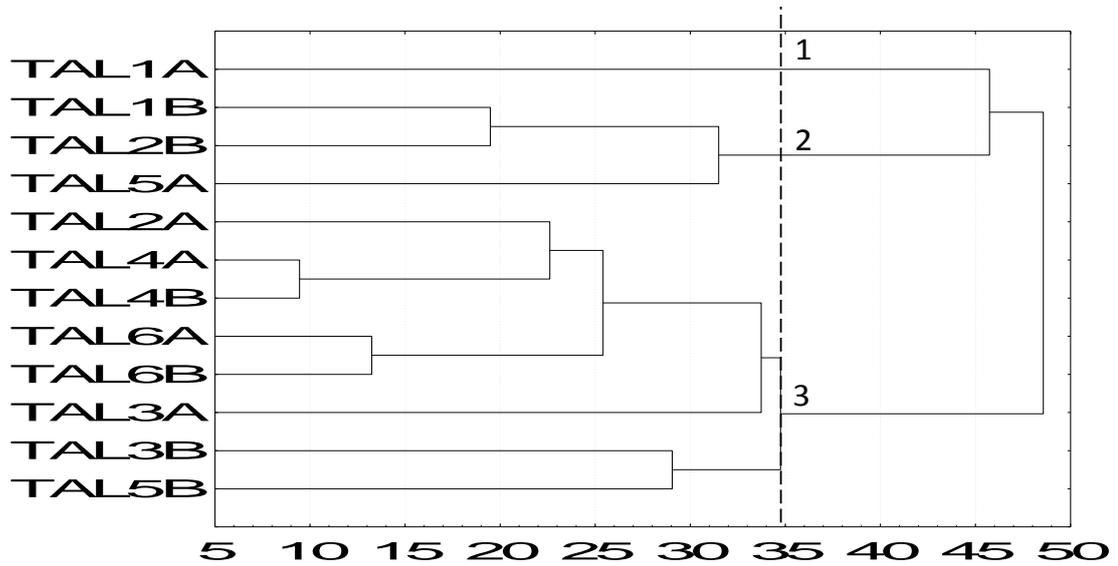


Figura 9 - Dendrograma de dissimilaridade das variáveis químicas e de textura das amostras de solo, nos diferentes horizontes dos taludes estudados. Legenda: TAL. = Talude.

5.2 Caracterização microbiológica

a) Micélio extrarradicular total (MET)

Os resultados da estatística descritiva, contendo média, desvio padrão, variância e amplitude nas diferentes amostras de solo encontram-se no quadro 3. Os valores médios dos comprimentos de MET variaram de 17 a 61 m g⁻¹ de amostras de solo dos taludes, e as amplitudes foram maiores nos taludes 3 e 4 (de 32 a 61 m g⁻¹ de solo), e menores nos taludes 5 e 6 (de 21 a 28 m g⁻¹ de solo).

Quadro 3 - Média, desvio padrão, variância e amplitude dos valores de micélio extrarradicular total.

Talude / Horizonte	Média (m g ⁻¹)	Desvio padrão	Variância	Amplitude
Talude 1 A	32,530	11,841	140,213	20 – 49
Talude 1 B	34,185	15,412	237,533	18 – 56
Talude 2 A	27,719	4,833	23,357	21 – 34
Talude 2 B	28,158	5,236	27,421	17 – 34
Talude 3 A	44,903	7,950	63,197	33 – 61
Talude 3 B	40,770	6,583	43,337	32 – 55
Talude 4 A	45,631	4,165	19,520	40 – 54
Talude 4 B	44,644	4,686	24,699	38 – 54
Talude 5 A	24,783	1,728	3,358	21 – 27
Talude 5 B	22,710	1,048	1,237	21 – 24
Talude 6 A	26,660	1,923	4,160	22 – 28
Talude 6 B	25,202	2,195	5,419	21 – 28

Melloni *et al.* (dados não publicados), estudando os efeitos do sistema agroflorestral cafeeiro-araucária na microbiota do solo, observaram comprimentos médios do MET de FMAs, 5,63; 3,63 e 0,90 m g⁻¹, respectivamente para as áreas de cultivo com sombreamentos mediano, intenso e a sol pleno, valores esses inferiores aos encontrados neste trabalho, principalmente aquele sob sol pleno, mesmo com cobertura de gramíneas diversas.

Avaliando as modificações que diferentes usos da terra (pastagem, mata de eucalipto, mata com araucária, plantio de cenoura e plantio de abóbora) podem acarretar nos atributos químicos e físicos e microbiológicos de um latossolo vermelho-amarelo, Vieira (2010) obteve como comprimento de MET para pastagem com braquiária, o valor de 1,6 m g⁻¹ de solo.

Ao avaliar o efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na entrelinha do cafeeiro sobre a ocorrência e diversidade de FMAs, os valores de MET encontrados variaram, dentre os diversos métodos de controle de plantas daninhas, de 3,9 a 6,5 m g^{-1} na linha de cafeeiro e de 1,3 a 5,5 na entrelinha (SILVE, 2011).

Em Castro e Conde (2012), estudando a estrutura funcional, a diversidade e a população de sete grupos de microrganismos em diferentes usos do solo (floresta, cultivo de cana de açúcar, de café e pastagem), os valores de micélio total variaram de 7,61 a 8,54 m g^{-1} no pasto, resultados que foram menores em relação aos observados no presente trabalho com taludes.

Analisando o potencial de inóculo de FMAs em amostras de solo da Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos, Melloni *et al.* (2011) avaliaram solos de três áreas internas da Reserva, com diferentes declividades, e uma área externa sob pastagem, em duas épocas do ano, no verão e no inverno. Os resultados para MET, no inverno, foram de 7,97; 8,41; 8,02 e 3,25 m g^{-1} , para as amostras de áreas plana, média, inclinada e externa, respectivamente. As análises durante o verão resultaram em 4,66; 4,35; 2,98 e 3,25 m g^{-1} para essas áreas. Os autores observaram então, que as áreas de dentro da Reserva Serra dos Toledos promoveram os maiores valores para MET quando comparados à da área de pastagem, independente da época do ano.

Assim, os elevados valores de comprimento de MET encontrados no presente estudo indicam que as áreas de talude estão sob forte influência dos FMAs, com conexão entre as plantas por meio de malha micelial abundante. Sendo assim, pode-se inferir que o MET tem auxiliado em processos intrínsecos ao desenvolvimento das plantas e no sucesso da revegetação, interferindo positivamente em melhorias na qualidade física do solo, aumento da área de absorção de nutrientes e de água, resistência a estresses diversos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; OLIVEIRA-FILHO; CARVALHO, 1993; SOARES; CARNEIRO, 2010).

b) Densidade e diversidade de esporos de FMAs

Os resultados de densidade e diversidade de esporos de FMAs em amostras de solo dos horizontes A e B, nos diferentes taludes, encontram-se no quadro 4.

A maior amplitude para densidade de esporos foi obtida no talude 2 (427 –1193 esporos 50 mL^{-1}), seguindo-se as dos taludes 3 e 4 (112-458 esporos 50 mL^{-1}). Os menores valores, foram observados para os taludes 1, 5 e 6. Portanto, no geral, os valores variaram de 108 a 1193 esporos 50 mL^{-1} de solo, nos taludes 1 a 2, respectivamente.

Quadro 4 – Dados estatísticos de cada horizonte dos taludes analisados, indicando a média, variância, desvio padrão e amplitude de número de esporos e diversidade de Shannon-Weaver (H').

	Média		Variância		Desvio Padrão		Amplitude		Média		Variância		Desvio Padrão		Amplitude	
	Talude 01								Talude 2							
Horizonte	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Nº esporos (por 50 mL)	275,7	305	96,4	80,5	9,8	8,98	108 – 387	216 – 433	815,22	795	160,97	235,88	12,69	15,36	541 – 1017	427 – 1193
Diversidade (H')	1,1	1,03	0,1	0,12	0,32	0,35	0,89 – 1,22	0,82 – 1,18	1,17	1,17	0,06	0,08	0,24	0,28	1,08 – 1,25	1,06 – 1,31
	Talude 03								Talude 04							
Horizonte	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Nº esporos (por 50 mL)	247,89	223,67	117,09	104,77	10,82	10,24	117 – 449	112 – 436	353,78	282,56	117,9	97,1	10,86	9,85	184 – 496	158 – 458
Diversidade (H')	1,08	1,08	0,15	0,06	0,39	0,25	0,90 – 1,35	0,94 – 1,15	1,08	1,12	0,05	0,03	0,23	0,17	0,99 – 1,15	1,09 – 1,17
	Talude 05								Talude 06							
Horizonte	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Nº esporos (por 50 mL)	432,22	516,56	84,33	99,64	9,18	9,98	332 – 584	375 – 644	329,22	336,56	57,8	54,54	7,6	7,38	229 – 384	216 – 389
Diversidade (H')	1,07	1,05	0,08	0,06	0,28	0,24	0,98 – 1,19	0,93 – 1,12	1,01	1,03	0,04	0,08	0,21	0,27	0,95 – 1,08	0,9 – 1,18

Analisando a densidade de esporos de FMAs na rizosfera de milho e soja cultivados em diferentes tipos de plantios, Angelini *et al.* (2012) encontraram de 301 a 608 esporos nas culturas de milho e de 239 a 269 esporos na de soja, variando de acordo com a cobertura vegetal (braquiária, milheto, crotalária, convencional, pousio), para 50 g de solo. Foram observadas 18 espécies de FMAs, sendo os principais gêneros *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora* e *Glomus*, e as espécies *Acaulospora foveata* e *Scutellospora reticulata* só encontradas na área de cerrado.

Guglieri-Caporal *et al.* (2011) estudaram a revegetação natural de uma voçoroca em área de pastagem, isolada do gado e encontraram 23 famílias, 49 gêneros e 71 espécies de FMAs. A revegetação natural da região está ocorrendo e sendo facilitada pela ausência do gado. A grande quantidade de espécies de diferentes famílias, métodos de dispersão e de hábitos, formas de vida e crescimento, produção de flores e frutos pelo ano todo e presença de leguminosas, importantes na recuperação de áreas degradadas (GUGLIERI-CAPORAL *et al.*, 2011).

Souza e Stürmer (2007) caracterizaram as comunidades de FMAs em área de pastagem e de floresta fluvial a ser recuperada. Foram encontradas 10 espécies, sendo a mais abundante a *Acaulospora cf. mellea* Spain & Schenck, com 73 esporos por 50 mL de solo. O potencial de inóculo encontrado foi de 5,6 % para a mata ciliar e 15,7 % para a pastagem. Nesta região, as culturas com braquiária e sorgo produziram 33,5 e 21 esporos/50 mL⁻¹ de solo, respectivamente. Comparado aos dados do presente estudo, no qual, visivelmente, a maioria das plantas pioneiras é de braquiária, a quantidade de esporos por 50 mL de solo foi muito superior àquela obtida pelos autores supracitados.

No presente trabalho foram identificados esporos das espécies *Acaulospora mellea*, *Acaulospora scrobiculata* e *Paraglomus brasilianum*. Na Figura 10 podem ser visualizados exemplos desses esporos. A baixa variedade de espécies, inicialmente consideradas três, sugere aparente seleção natural dos FMAs mais competitivos nos solos dos taludes, ou daqueles mais adaptados às condições edafoclimáticas. No entanto, recomenda-se que novos estudos sejam conduzidos, após multiplicação dos esporos em condições controladas de casa de vegetação, de forma que os esporos estejam em melhores condições de serem analisados e identificados. Essa metodologia tem sido recomendada quando há tempo suficiente, de forma a fazer identificação de esporos não somente em amostras de solo obtidas diretamente em campo, mas após a multiplicação em vasos-armadilha (BARTZ *et al.*, 2008).

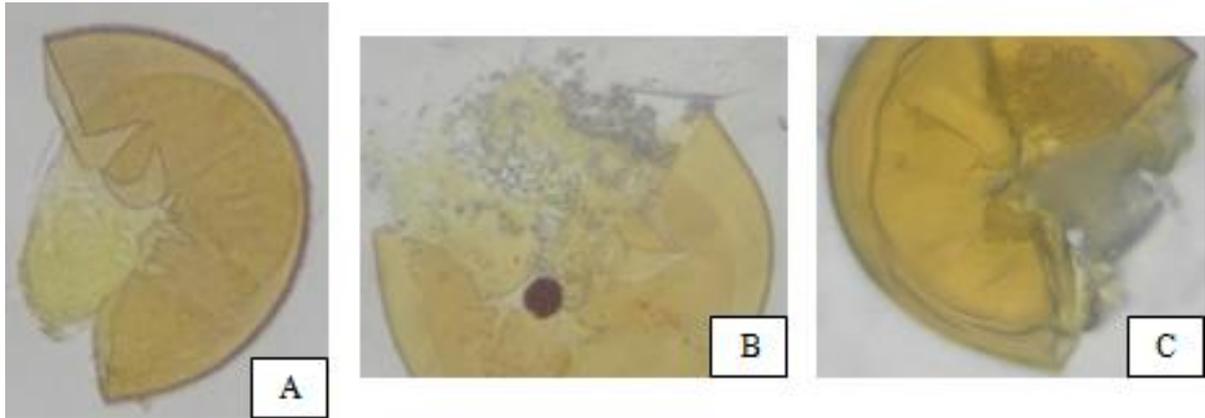


Figura 10 - Exemplos de esporos de fungos micorrízicos arbusculares coletados nas amostras de solo dos taludes estudados. Espécies: A – *Acaulospora scrobiculata*; B – *Acaulospora mellea*; C – *Paraglomus brasilianum*.

As porcentagens de cada espécie de FMA, obtida de amostras de solo dos diferentes horizontes e taludes, são exibidas nas figuras 11, 12 e 13. Foi encontrada menor densidade de esporos de *Paraglomus brasilianum* (em verde) em todos os taludes, em ambos os horizontes de amostragem, enquanto que *Acaulospora mellea* (em azul) e *Acaulospora scrobiculata* (em vermelho) representaram mais de 70 % do total obtido em todas as amostras.

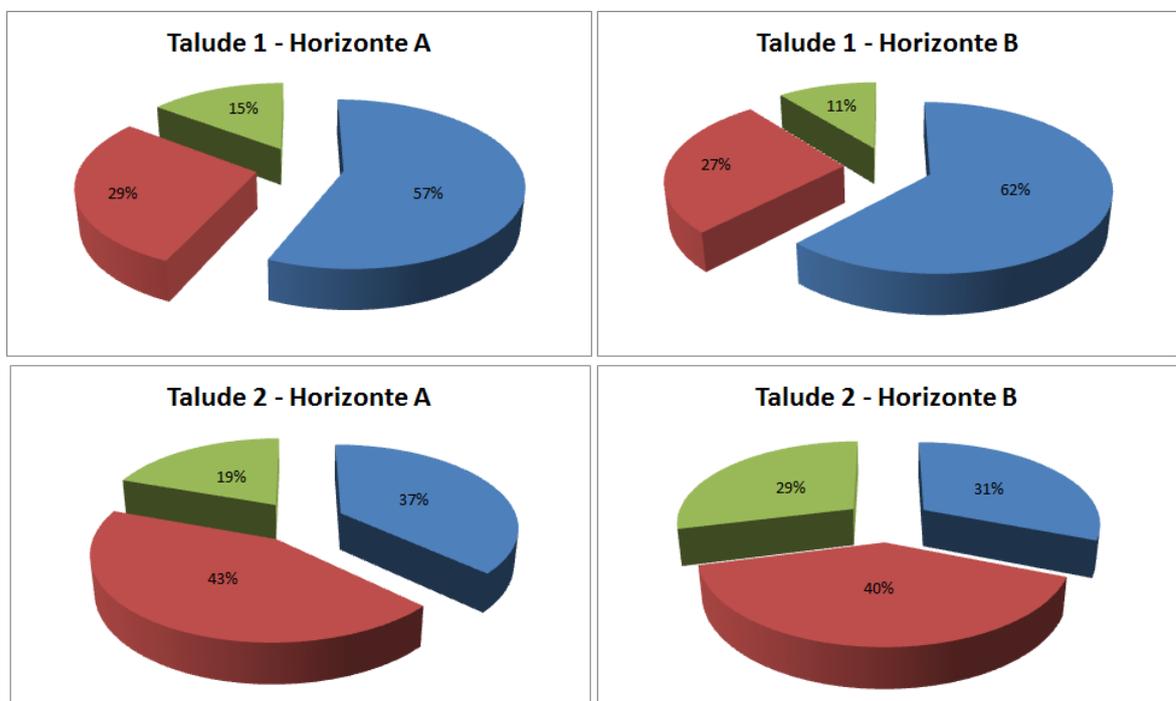


Figura 11 - Porcentagem de cada espécie de fungo micorrízico arbuscular encontrada nos taludes 1 e 2, em seus horizontes A e B, separadamente. *Paraglomus brasilianum* (em verde), *Acaulospora mellea* (em azul) e *Acaulospora scrobiculata* (em vermelho).

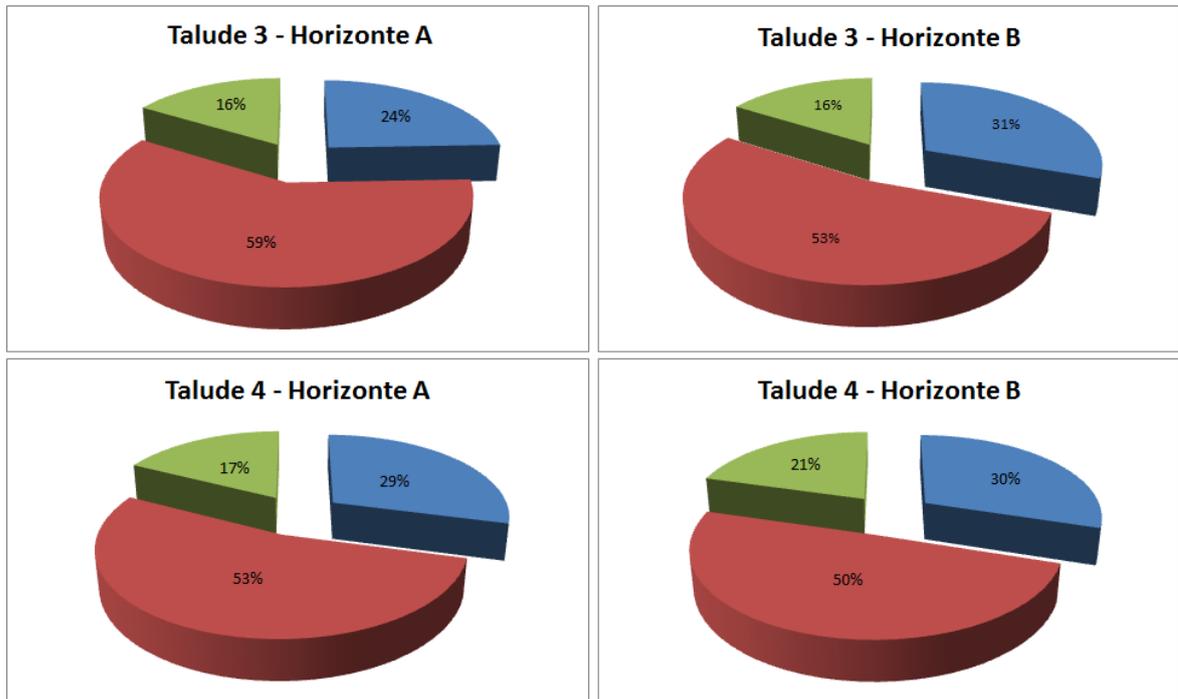


Figura 12 – Porcentagem de cada espécie de fungo micorrízico arbuscular encontrada nos taludes 3 e 4, em seus horizontes A e B, separadamente. *Paraglomus brasilianum* (em verde), *Acaulospora mellea* (em azul) e *Acaulospora scrobiculata* (em vermelho).

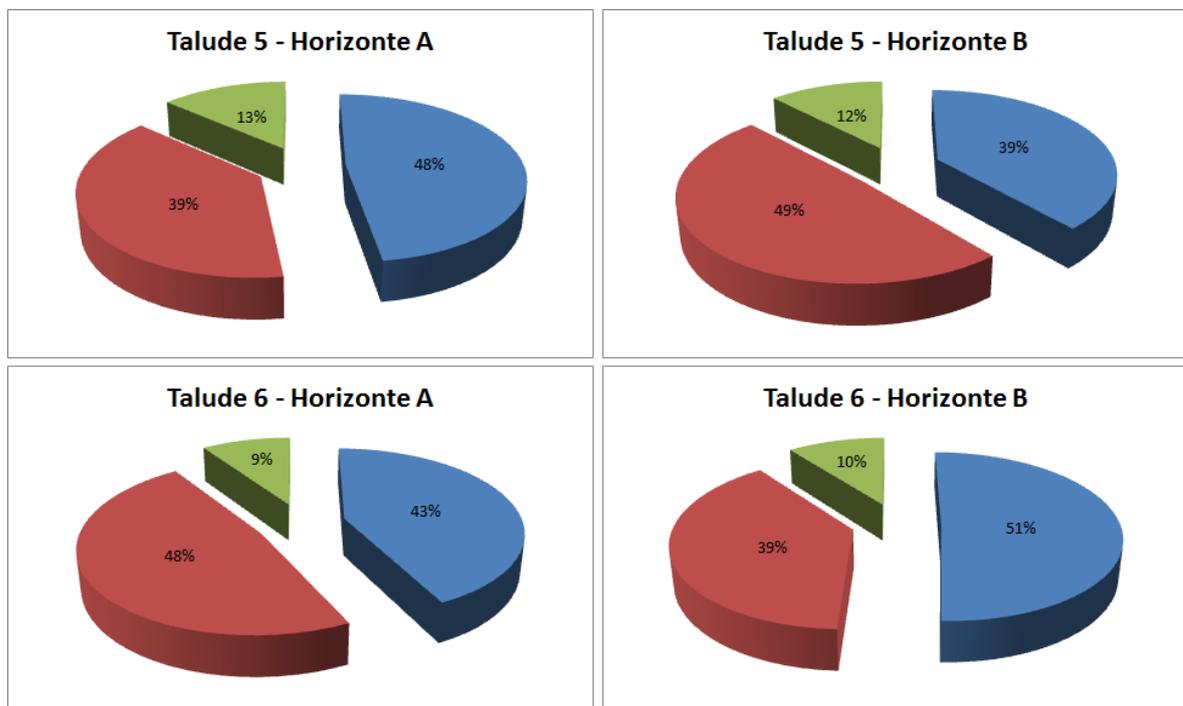


Figura 13 – Porcentagem de cada espécie de fungo micorrízico arbuscular encontrada nos taludes 5 e 6, em seus horizontes A e B, separadamente. *Paraglomus brasilianum* (em verde), *Acaulospora mellea* (em azul) e *Acaulospora scrobiculata* (em vermelho).

Exceto para o talude 1, e alguns horizontes dos taludes 5 (horizonte A) e 6 (horizonte B), nos demais houve muita semelhança entre o domínio de espécies nos dois horizontes, na

ordem decrescente para *A. scrobiculata*, *A. mellea* e *P. brasilianum*. A semelhança de distribuição nos horizontes A e B mostra que os fungos estão distribuídos de forma regular nos taludes, em virtude das plantas, independentemente dos horizontes. Para os taludes 5 e 6, ao contrário, houve uma diferença de domínio nos horizontes, alternando entre as espécies de *Acaulospora*, mas sempre o *P. brasilianum* em menor densidade.

Outra observação que merece ser evidenciada é o fato dos taludes estarem localizados um de frente ao outro, respeitando as identificações 1-2, 3-4 e 5-6 (Figura 2). Dessa forma, independentemente do posicionamento dos taludes na paisagem, com relação às espécies de FMAs, não houve diferença na sua distribuição.

A partir da quantidade de esporos de cada morfotipo encontrado, foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para cada ponto amostrado, conforme se observa no quadro 4. Analisando os resultados encontrados, nota-se que os índices não apresentaram variação considerável em relação às amostras dos horizontes dos mesmos taludes e entre os taludes em si, com valores médios entre 1,01 e 1,17. Tal resultado pode estar relacionado ao fato de somente três espécies terem sido identificadas. Reforça-se a necessidade de se estudar os esporos em condições controladas antes da separação e identificação dos esporos, conforme já recomendado anteriormente (BARTZ *et al.*, 2008).

c) **Porcentagem e Intensidade de Colonização Radicular**

No quadro 5 são exibidos os dados estatísticos obtidos das amostras de raízes de cada horizonte e talude, sobre a porcentagem e a intensidade de colonização micorrízica.

A colonização micorrízica observada nas raízes de plantas dos taludes estudados indicou a presença de esporos, hifas intra e intercelulares e vesículas, conforme representada na figura 14. Já a figura 15 indica a escala de porcentagem da intensidade de colonização radicular definida em condições de laboratório para o seu cálculo.

Todas as amostras de raízes analisadas apresentaram colonização intrarradicular por FMAs. Os valores de colonização foram semelhantes entre as amostras de raízes dos taludes e entre os horizontes, situando-se entre 61,95 % (talude 6) e 73,90 % (talude 2). Tal resultado evidencia o alto grau de micotrofismo das plantas presentes nos taludes, com respostas positivas no crescimento e na revegetação dessas áreas.

Quadro 5 - Dados estatísticos de cada horizonte dos taludes analisados, indicando a média, variância, desvio padrão e amplitude de porcentagem e intensidade de colonização micorrízica.

	Média		Variância		Desvio Padrão		Amplitude		Média		Variância		Desvio Padrão		Amplitude	
	Talude 01								Talude 2							
Horizonte	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
% de Colonização micorrízica	69,8	53	8,3	10,3	2,88	3,21	63 – 88	37 – 74	72,11	71,9	8,33	9,06	2,88	3	59 – 84	57 – 83
Intensidade de Colonização micorrízica (%)	68,9	53,9	11, 12	11,93	3,33	3,45	50 – 85	35 – 80	73,9	73,9	6,01	7,41	2,45	2,72	65 – 85	60 – 80
	Talude 03								Talude 04							
Horizonte	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
% de Colonização micorrízica	64,41	72	9,94	8,8	3,15	2,97	43 – 74	60 – 86	63,41	66,13	7,34	11,94	2,71	3,46	55 – 76	45 – 82
Intensidade de Colonização micorrízica (%)	70,55	74,44	8,82	6,35	2,97	2,52	55 – 80	65 – 85	64,44	68,9	7,26	10,24	2,7	3,2	55 – 75	50 – 80
	Talude 05								Talude 06							
Horizonte	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
% de Colonização micorrízica	65,6	68	11,71	9,63	3,42	3,1	39 – 76	51 – 83	61,94	65,43	7,8	11,9	2,79	3,45	51 – 72	43 – 80
Intensidade de Colonização micorrízica (%)	70	68,89	10,61	10,54	3,26	3,25	45 – 80	50 – 85	63,9	66,7	9,3	10,61	3,05	3,26	50 – 75	45 – 80

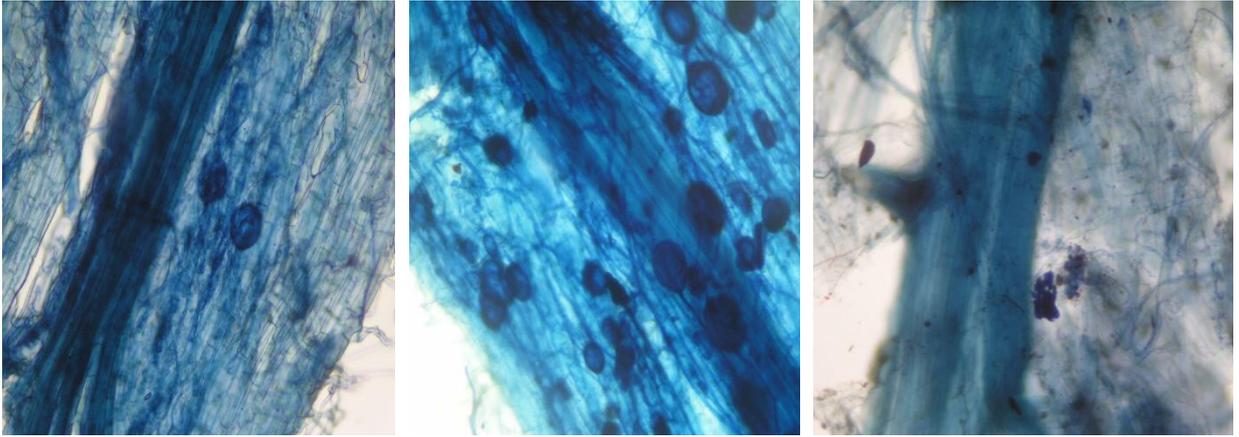


Figura 14 - Colonização micorrízica em taludes da região de Itajubá e Maria da Fé, Minas Gerais.

Cordeiro *et al.* (2005), estudando FMAs em diferentes sistemas de plantio no cerrado brasileiro, observaram menor colonização micorrízica na área de cultivo de soja após a braquiária, em relação ao milho, porém seus números de esporos foram semelhantes. Então, os pesquisadores sugerem que a diferença observada se deve à menor densidade de raízes na cultura da soja e a menor eficiência de realização da fotossíntese pela planta hospedeira. No caso do cerrado, plantas com sistema radicular ramificado e mais eficiente fotossinteticamente, como o milho, promoveram maior colonização radicular.

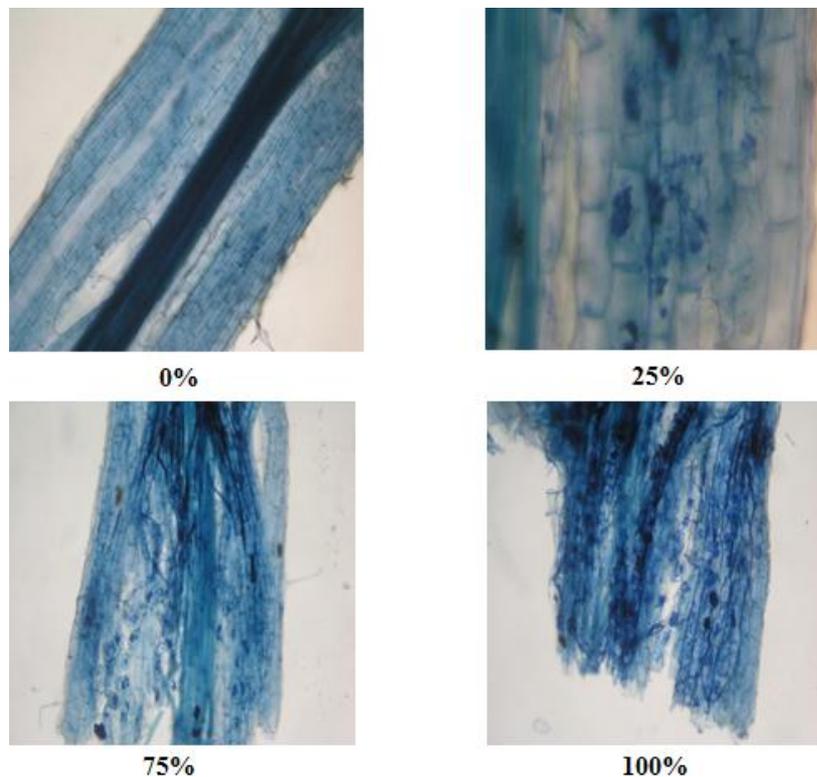


Figura 15 – Intensidade de colonização radicular, em porcentagem, em amostras de raízes obtidas nos diferentes taludes.

Estudando a intensidade da infecção por FMAs em espécies da pastagem e floresta do centro-leste inglês, Read, Koucheiki e Hodgson (1976), observaram também que todas estavam micorrizadas. Membros da família *Graminae* estavam altamente infectados e, nas pastagens, aqueles pertencentes às famílias *Cyperaceae* e *Juncaceae*. Os níveis de infecção foram altos ao longo do ano, sendo os maiores valores encontrados nas situações de estresse de nutrientes e nas encostas de taludes, corroborando os dados obtidos neste estudo.

Quando o solo apresenta reduzidas concentrações de P, como é observado nos taludes, ocorrem altas taxas de colonização micorrízica (CARDOSO *et al.*, 2010). Pode-se dizer que a ocorrência da simbiose micorrízica é uma adaptação e mecanismo natural das plantas para que se adequem às condições de presença reduzida de P, o qual restringe o desenvolvimento das plantas, inclusive das braquiárias quando não micorrizadas (RODRIGUES *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2004).

Com as médias das variáveis químicas, de textura e todas as microbiológicas, fez-se análise de agrupamento, cujo resultado encontra-se na figura 16. A 65 % de similaridade (ou 35 % de dissimilaridade) três grandes grupos foram formados: (1A-1B, 3A-3B, 4A-4B, 6A-6B), (5A-5B) e (2A-2B). Dessa forma, evidenciou-se que os taludes 2 e 5 se comportaram diferentemente dos demais, quando se consideram aspectos microbiológicos. Esse resultado de agrupamento difere daquele apresentado na figura 9 (na qual foram considerados somente os aspectos químicos e texturais) e evidencia que as variáveis microbiológicas alteram o comportamento dos taludes.

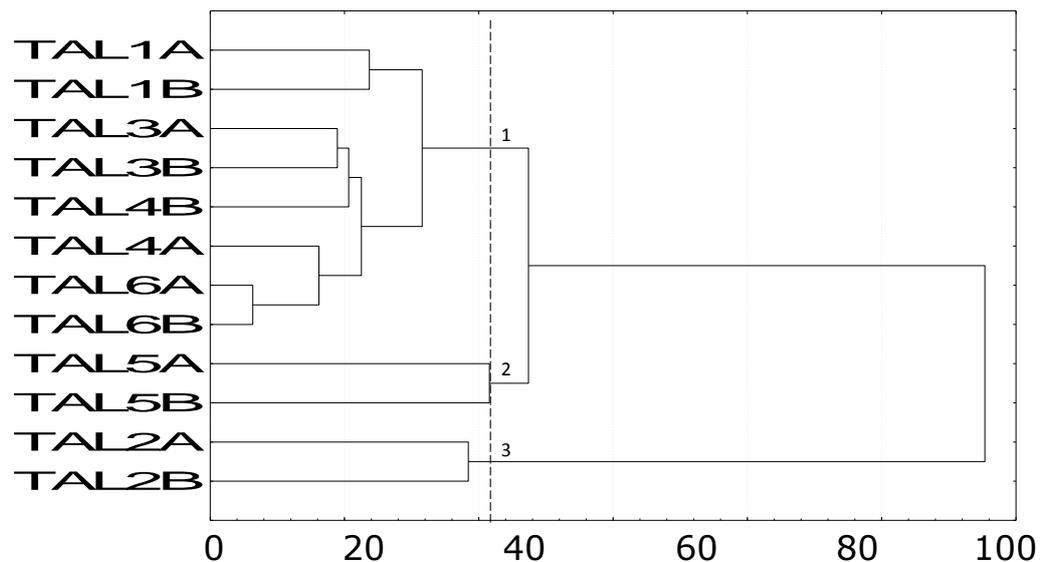


Figura 16 – Dendrograma de dissimilaridade das variáveis químicas, de textura e microbiológicas das amostras de solo, nos diferentes horizontes dos taludes estudados.

Para saber quais variáveis microbiológicas influenciaram as diferenças de comportamento entre os taludes, fez-se análise multivariada com as médias de todas as variáveis, cujo resultado dos autovetores encontram-se no quadro 6. Observando os autovetores obtidos, nota-se que as variáveis químicas tiveram forte relação com o eixo 1 (CP1), a textura com o eixo 3 (CP3) e as microbiológicas com os eixos 2 e 3 (CP2 e CP3) (Quadro 6).

Quadro 6 - Autovetores extraídos dos componentes principais (CP). Legenda: MET (micélio extrarradicular total), PCOL (porcentagem de colonização), DIVERS (diversidade de esporos), INTCOL (intensidade de colonização) NESP (número de esporos).

Variáveis	CP1	CP2	CP3
Microbiológicos			
MET	-0,0946	0,0972	<u>0,2544</u>
PCOL	-0,0005	<u>-0,3048</u>	<u>0,2387</u>
DIVER	-0,0009	<u>-0,2686</u>	<u>0,3675</u>
INTCOL	-0,0549	<u>-0,3362</u>	0,1919
NESP	-0,0281	<u>-0,2440</u>	0,0890
Químicos			
pH	<u>0,2706</u>	0,1123	-0,0195
K	<u>0,3180</u>	-0,0100	-0,0370
P	<u>0,2623</u>	-0,1597	<u>0,2068</u>
Ca	<u>0,3175</u>	-0,0364	0,1342
Mg	<u>0,2266</u>	0,1599	0,0044
Al	<u>-0,2803</u>	-0,1114	0,0574
H+Al	-0,1429	<u>-0,3312</u>	0,0247
SB	<u>0,3271</u>	0,0138	0,1011
T	<u>0,3098</u>	-0,0153	0,1368
T2	0,0770	<u>-0,3436</u>	0,0973
V	<u>0,3174</u>	0,1270	0,0438
M	<u>-0,3090</u>	-0,0563	0,1285
M.O.	0,1949	<u>-0,3018</u>	0,1036
P-Rem	-0,0947	<u>0,2698</u>	<u>0,2593</u>
Físicos			
Argila	-0,0366	<u>-0,2249</u>	<u>-0,4456</u>
Areia	-0,0718	<u>0,2491</u>	<u>0,4343</u>
Silte	0,1855	<u>-0,2268</u>	<u>-0,3319</u>

Os autovetores apresentados correspondem às três principais componentes e podem ser considerados como uma medida da relativa importância de cada variável em relação às componentes principais, sendo os sinais, positivos ou negativos, indicações de relações diretamente e inversamente proporcionais, respectivamente. No caso em questão, os

coeficientes dos atributos ou seus pesos acima de 0,2000, independentemente se positivos ou negativos, foram destacados.

Os componentes principais 1, 2 e 3 compuseram 77,2 % da variância total dos dados, sendo o CP1 com 39,9 %, o CP2 com 25,4 % e o CP3 com 11,9 %, sendo, portanto, somente esses apresentados na figura 17.

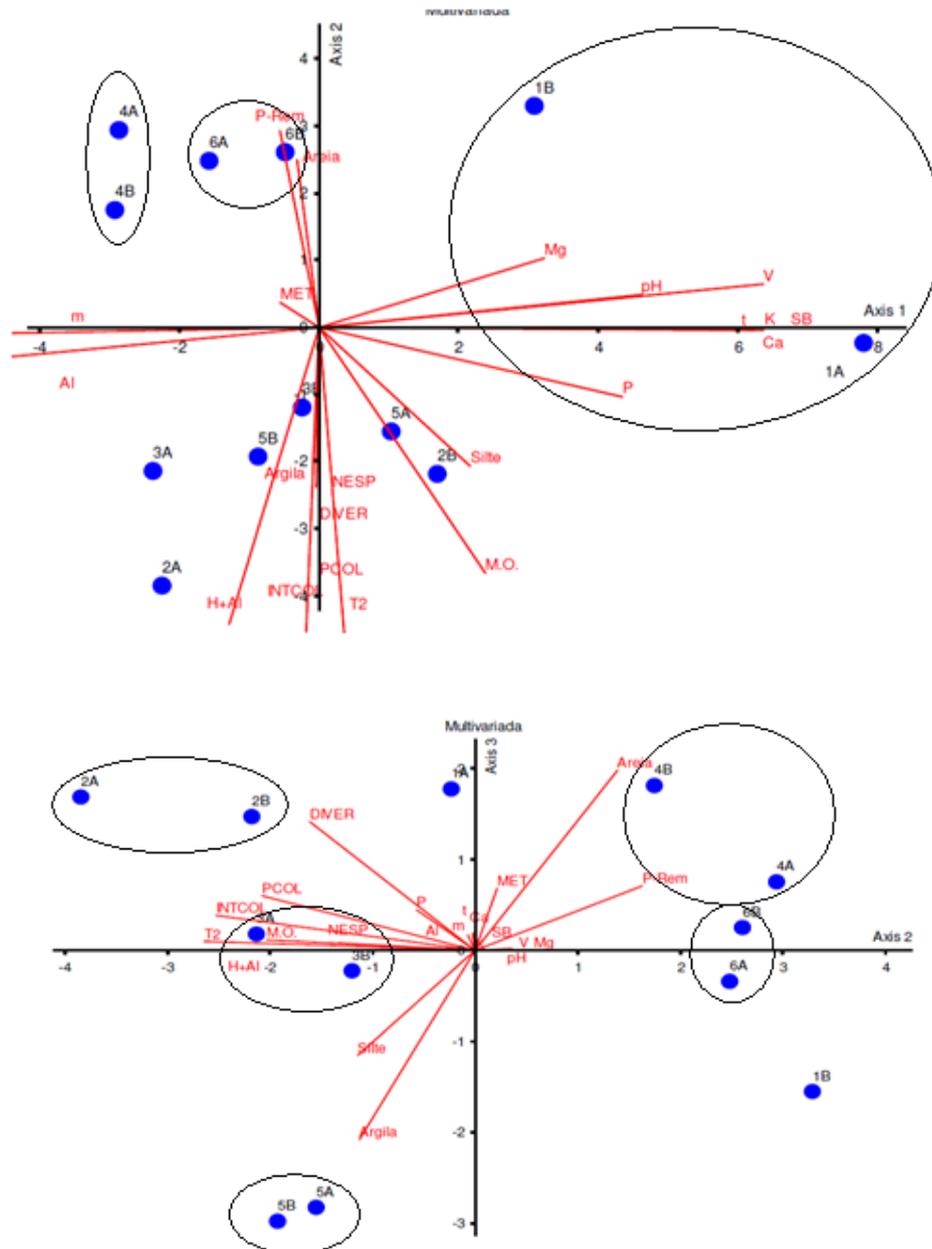


Figura 17 - Componentes principais (1 x 2 superior e 2 x 3 inferior) das médias das variáveis químicas, de textura e microbiológicas obtidas nas amostras de solo dos horizontes A e B, dos seis taludes de estudo. Atributos químicos: pH, MO (matéria orgânica), SB (soma de bases), V (saturação por bases), m (saturação por alumínio), CTCe (CTC efetiva), CTC7 (CTC a pH 7), teores de Al, P, Ca, K, Mg, P, P-Rem (P remanescente). Atributos microbiológicos: PCOL (porcentagem de colonização), INTCOL (intensidade de colonização), NESP (número de esporos), MET (micélio extrarradicular total), DIVER (diversidade de esporos)

Confirma-se que as amostras dos solos do talude 1 (horizontes A e B) apresentaram melhor fertilidade química e forte relação com o CPI, mas com relação inversa às variáveis microbiológicas. Nesse sentido, os taludes 2, 3, 4, 5 e 6 apresentaram maior relação com variáveis químicas que indicam menor fertilidade (Al, H+Al, m) e, paralelamente, com as variáveis microbiológicas (intensidade e porcentagem de colonização, número e diversidade de esporos), com destaque para os taludes 2 e 5, comprovando os resultados do agrupamento observados na figura 16.

No entanto, com relação ao MET, houve forte relação com as amostras de solo dos taludes 4 e 6, e também com o teor de areia. Nesse sentido, solos mais arenosos apresentaram maior relação com o comprimento de MET, possivelmente por proporcionarem maior facilidade de crescimento nessas condições, maior disponibilidade de ar (os fungos são aeróbios) e ou maior estímulo vegetal para que houvesse esse comportamento, já que os solos, além de arenosos, apresentaram também limitações químicas diversas.

6. CONCLUSÕES

A análise textural revelou domínio da classe textural Franco Argilo Arenoso, com exceção dos taludes 3 e 5, nos quais a classe Argila foi dominante. Na caracterização química, maior fertilidade foi encontrada no talude 1, que está em uma etapa mais avançada de revegetação, sem diferença relevante entre os taludes 2 a 6.

Na determinação do micélio extrarradicular total, as maiores amplitudes foram observadas no par de taludes 3-4 e menores no par 5-6, sendo que os valores médios variaram de 17 a 61 mg⁻¹ de solo. A maior amplitude da densidade de esporos foi encontrada no talude 2, seguida pelos taludes 3 e 4. Os valores inferiores foram dos taludes 1, 5 e 6, respectivamente, com valores variando de 108 a 1193 esporos 50 mL⁻¹ de solo.

As análises de agrupamento e multivariada confirmaram a forte relação entre menor fertilidade química (variáveis químicas) e maior formação de propágulos de fungos micorrízicos arbusculares, com o talude 1 apresentando melhor fertilidade e menor formação de propágulos e de micorriza. Paralelamente, os demais taludes apresentaram maior homogeneidade química e textural, com forte relação com a formação de propágulos e micotrofismo.

A colonização micorrízica foi quantificada entre 61,95 % e 73,90 %, presente em todas amostras de raízes e indicando a presença de esporos, hifas intra e intercelulares e vesículas. Ocorreram três espécies de fungos micorrízicos em todos taludes: *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora mellea* e *Paraglomus brasilianum*, sendo a última, com menor densidade e as demais representando mais de 70 % nas amostras, a ordem decrescente de domínio foi *A. scrobiculata* e *A. mellea* em seguida. A diversidade de Shannon-Weaver exibiu valores médios entre 1,01 e 1,17.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, L.K.; ROBSON, A.D. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.35, p.121-150, 1991.
- ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ L. E. Revegetação de Áreas de Mineração: Critérios de Monitoramento e Avaliação do Desempenho. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.1, p.47-54, 2005.
- ANGELINI, G. A. R.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; TORRES, J. L. R.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Colonização micorrízica, densidade de esporos e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob plantio direto e convencional. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 115-130, 2012.
- AZEVEDO, I. C. D.; MARQUES, E. A. G. **Introdução à mecânica das rochas**. Viçosa: UFV, 2006. 363p.
- BARTZ, M. L. C.; CARRENHO, R.; GOMES-DA-COSTA, S. M.; COLOZZI FILHO, A.; TORMENA, C. A. Comparação entre as técnicas de amostragem direta em campo e cultura-armadilha para mensuração da diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares. **Hoehnea**, [online]. v.35, n.1, p.159-164, 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062008000100010&script=sci_abstract&tlng=pt >. Acesso em: 18 set. 2013.
- BÉCARD, G.; DOUDS, D.D.; PFEFFER, P.E. Extensive in vitro hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the presence of CO₂ and flavonols. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.58, n.3, p.821-825, Mar. 1992.
- BÉCARD, G.; PICHÉ, Y. Fungal growth stimulation by CO₂ and root exudates in vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.55, n.9, p.2320-2325, Sept. 1989.
- BETHLENFALVAY, G.J.; PACOVSKY, R.S.; BROWN, M.S. Measurement of mycorrhizal infection in soybeans. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, p.871-875, 1981.
- BONFIM, J. A.; MATSUMOTO, S. N.; LIMA, J. M.; CÉSAR, F. R. C. F.; SANTOS, M. A. F. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. **Bragantia**. Campinas, v.69, n.1, p.201-206, 2010.
- CALADO, V.; MONTGOMERY, D. C. **Planejamento de experimentos usando o *Statistica***. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais Ltda., 2003. 260 p.
- CAMPOS, D. T. S.; ANDRADE, J. A. C.; CASSIOLATO, A. M. R. Crescimento e micorrização de genótipos de milho em casa de vegetação. **Bragantia**. Campinas, v.69, n.3, p.555-562, 2010.

- CAPRONI, A. L.; FRANCO, A. A.; BERBARA, R. L. L.; TRUFEM, S. B.; GRANHA, J. R. D. O.; MONTEIRO, A. B. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após a mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n. 12, p. 1409-1418, 2003.
- CARDOSO, E. J. B. N.; CARDOSO, I. M.; NOGUEIRA, M. A.; BARETTA, C. R. D. M.; PAULA, A. M. Micorrizas arbusculares na aquisição de nutrientes pelas plantas. In: SIQUEIRA, J.O.; SOUZA, F. A. de; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. p. 153-214.
- CARDOSO FILHO, J.A. **Quantificação do micélio extramatricial de *Glomus etunicatum* e da sua atividade, em simbiose com milho**. 1994. 121p. (Dissertação de Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1994.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.621-632, 2008.
- CASTRO, L. A. F.; CONDE, M. R. G. Caracterización de las endomicorrizas y siete grupos de microorganismos em agrosistemas del piedemonte amazónico, Colombia. **Acta biológica colombiana**. v.17, n.2, p.351-364, 2012.
- CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, Recife. vols 5 e 6, p. 108-208. 2009.
- CAVARARO, R. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ed. 316p. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- CORDEIRO, M. A. S.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; JUNIOR, O. J. S. Colonização e densidade de esporos de fungos micorrízicos em dois solos do cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Jataí, v. 35, p. 147-153, 2005.
- COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; OLIVEIRA, J. R. C. **Limitações de fertilidade do solo para o crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés**. EMBRAPA, Porto Velho, 2004.
- CUENCA, G.; ANDRADE, Z.; ESCALANTE, G. Diversity of glomalean spores from natural, disturbed and revegetated communities growing on nutrient-poor tropical soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.30, n.6, p.711-719, June 1998.
- CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de Ciência do Solo**. Campinas: SBCS, 1993. 89p.
- CUSATIS, A. C. **Diagnóstico de taludes rodoviários revegetados naturalmente na região de Viçosa, MG**, 2001. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

- DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.15, n.1, p.3-11, Jan. 2000.
- DOUDS, D. D.; GALVEZ, L.; JANKE, R. R.; WAGONER, P. Effect of tillage and farming system upon populations and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.52, n.2/3, p.111-118, Feb. 1995.
- DURIGAN, G; CONTIERI, W. A.; FRANCO, G. A. D. C.; GARRIDO, M. A. O. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. **Acta botânica brasílica**, Feira de Santana. v. 12, n. 3, p. 421-429, 1998.
- EINLOFT, R.; RUIZ, H. A.; GRIFFITH, J. J.; PEREIRA, P. R. G.; ABRAHÃO, W. A. P. Crescimento de gramíneas e leguminosas em substrato rico em manganês proveniente de área de empréstimo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.2, p. 203-212, 1999.
- EINLOFT, R.; RUIZ, H. A.; GRIFFITH, J. J.; SCHAEFER, C. E. G. R.; COSTA, L. M. Índice de priorização para avaliar a contenção vegetativa em talude rodoviário de saprólito de gnaíse, na zona da mata de Minas Gerais. **Bragantia**, Campinas v. 68, p. 205-214, 2009.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.
- FRANCIS, R.F.; READ, D.J. The contributions of mycorrhizal fungi on the determination of plant community structure. **Plant and Soil**, The Hague, v.159, n.1, p.11-25, Feb. 1994.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. **Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas - PA**. Seropédica, EMBRAPA-CNPAB, 1996. 71p. (Documentos 27).
- FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. de. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.29, n.5/6, p.897-903, May/June 1997.
- FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M. **Cultivo do Milho**. EMBRAPA [online]. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/feranalise.htm>. Acesso em: 09 nov. 2013.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizas endogamus species extracted from soil by wet sieving and decating. **British of Mycological Society Transactions**, Cambridge, v. 46, p. 235-244, 1963.
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytology**, Oxford, v. 84, p. 489-500, 1980.
- GOMIDE, P. H. O.; SILVA, M. L. N.; SOARES, C. R. F. S. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v. 35, p. 567-577, 2011.

GUGLIERI-CAPORAL, A.; CAPORAL, F. J. M.; POTT, A.; VINCI-CARLOS, H. C.; MORALES, C. A. S. Revegetação espontânea de voçoroca na região de Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo. v. 38, n. 2, p. 289-306, 2011.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P. da; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N. de; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento Inicial de Espécies Florestais na Recomposição da Mata Ciliar em Taludes Submetidos à Técnica da Bioengenharia de Solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, jan.-mar. 2010.

ITAJUBÁ. **Secretaria Municipal de Educação**. Atlas escolar, histórico e geográfico do Município de Itajubá. Itajubá, 2002. (Administração 2001-2004).

KABIR, Z.; O'HALLORAN, I.P.; WIDDEN, P.; HAMEL, C. Vertical distribution of arbuscular mycorrhizal fungi under corn (*Zea mays* L.) in no-till and conventional tillage systems. **Mycorrhiza**, Berlin, v.8, n.1, p.53-55, July 1998.

KIRIACHEK, S. G.; AZEVEDO, L. C. B.; PERES, L. E. P.; LAMBAIS, M. R. Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1-16, 2009.

KLAUBERG-FILHO, O.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Fungos micorrízicos arbusculares em solos de área poluída com metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 125-134, 2002.

LIMA, O. **Distribuição de Solos em Catenas e Mapeamento Pedológico de sub-bacia hidrográfica piloto na região de Itajubá-MG**. 2012. 139p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá. 2012.

MACEDO, M. O.; RESENDE, A. S.; GARCIA, P. C.; BODDEY, R. M. JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen-fixing trees. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, p. 1516-1524, 2008.

MARTINS, C. M.; GALINDO, I. C. L.; SOUZA, E. R.; POROCA, H. A. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 1883-1890, 2010.

MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 5, p.739-747, 2004.

MARTINS, C. R.; MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida Setifolia* Kunth em áreas degradadas do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.4, p.665-674, 1999.

McCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD for windows: multivariate analysis of ecological data – version 3.12**. Glenden Beach, Oregon: MJM Software Design, 1997.

- McGONIGLE, T. P.; MILLER, M. H. Winter survival of extraradical hyphae and spores of arbuscular mycorrhizal fungi in the field. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.12, n.1, p.41-50, Apr. 1999.
- MEHROTRA, V. S. Arbuscular mycorrhizal associations of plants colonizing coal mine spoil in India. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.130, n.2, p.125-133, Mar. 1998.
- MELLONI, R. **Densidade e diversidade de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares em solos de mineração de bauxita**. 2001. 173p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2001.
- MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N.; Quantificação de micélio extrarradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas. I. Método empregado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [online], v. 23, n; 1, p. 53-58, 1999. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218280008> >. Acesso em: 10 jul. 2013.
- MELLONI, R.; GUIDA, E. C.; ANDRADE, M. R.; MELLONI, E. G. P. Fungos micorrízicos arbusculares em solos da reserva biológica municipal serra dos Toledos, Itajubá/MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4; p. 799-809, 2011.
- MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2461-70, nov./dez. 2008.
- MELLONI, R.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Fungos micorrízicos arbusculares em solos de área de mineração de bauxita em reabilitação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n. 2, p. 267-276, 2003.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Dependência micorrízica de diferentes culturas anuais, adubos verdes e pastagens em solos de Cerrado**. EMBRAPA, Planaltina. 2004. (Comunicado técnico).
- MIRANDA, E. M. de; SILVA, E. M. R. da; SAGGIN JUNIOR, O. J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**. Acre, v.40, n.1, p.13-22, 2010.
- MONTEIRO, J. S.; LEITE, M. B.; WINK, C.; DURLO, M. A. Influência do Ângulo de Plantio Sobre a Brotação e o Enraizamento de Estacas de *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 523-532 jul.-set., 2010.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.
- MOREIRA, M.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Doses de Fósforo determinam a prevalência de Fungos Micorrízicos Arbusculares em *Araucaria angustifolia*. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 813-820, out.-dez. 2012.

- MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG.** 2004. 155p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2004.
- MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E. J. B. N. Dependência micorrízica de *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. sob doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 905-912, 2002.
- MORTON, J. B.; BENTIVENGA, S. P.; WHEELER, W. W. Germoplasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. **Mycotaxon**, New York, v.48, p.491-528, 1993.
- NAGALLI, A.; FIORI, A.P.; NAGALLI, B. Método para aplicação de escâner a laser terrestre ao estudo da estabilidade de taludes em rocha. **Revista brasileira de Geociências**, Curitiba, v.41, n.1, p. 56-67, 2011.
- NAKATANI, A. S.; SIQUEIRA, J. O.; SOARES, R. F. S.; LAMBAIS, M. R. Comunidades microbianas, atividade enzimática e fungos micorrízicos em solo rizosférico de landfarming de resíduos petroquímicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v. 32, p. 1501-1512, 2008.
- NEWMAN, E.I. A method for estimating the total length of root in a sample. **Journal of Applied Ecology**, Durham, NC. v.3, p.139-145, 1966.
- OLIVEIRA, A. N. de; OLIVEIRA, L. A. de. Seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi in plants of *Theobroma grandiflorum* schum and *Paullinia cupana* mart. of an agroforestry system in central Amazonia, Amazonas state, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.36, p.262-270, 2005.
- OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia Aplicada** - 3ª edição - Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.
- OLIVEIRA, V. S. **Análise de Estabilidade Bi e Tridimensional de Talude Estabilizado em Solo Grampeado.** 2006. 170p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica**, Lavras, v. 16, p. 115-130, 1993.
- PAULA, A. M.; SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O. Biomassa, atividade microbiana e fungos micorrízicos em solo de “landfarming” de resíduos petroquímicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 448-455, 2006.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Australia, v.11, p.1633-1644, 2007.

PHILIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v. 55, p. 158-161, 1970.

POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; SANTOS, J. G. D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v. 30, p.413-424, 2006.

READ, D.J.; KOUCHEKI, H.K.; HODGSON, J. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in natural vegetation systems. **New Phytologist**, Sheffield, v.77, p.641-653, 1976.

REEVES, F.B.; WAGNER, D.; MOORMAN, T.; KIEL, J. The role of endomycorrhizae in revegetation practices in the semi-arid wastes. **American Journal of Botany**, Davis, v.66, n.1, p.6-13, Jan. 1979.

RODRIGUES, C. A. G.; GREGO, C. R.; VALLADARES, G. S.; TORRESAN, F. E.; QUARTAROLI, C. F. Fertilidade do solo de pastagens com *Brachiaria* sob diferentes níveis de degradação em Guararapes (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG: CBCS, 2011. 4 p.

RODRIGUES, M.A.; PAOLI, A.A.S.; BARBOSA, J.M.; JUNIOR, N.A.S. Avaliação da chuva de sementes em áreas de restinga em diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.815-824, 2010.

RUIZ, P. O.; DAVEY, C.B. Efectos del manejo de suelos de laderas em hongos formadores de micorrizas arbusculares y em bacterias fijadoras de nitrógeno en ultisoles sujetos a erosión pluvial en la amazonia peruana. **Ecología Aplicada**, Lima, Peru. v.2, p.87-92, 2003.

SANTOS, A. C.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S.; ANDRADE, A. P.; CAVALCANTE V. R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Pernambuco, v. 25, p.1063-1071, 2001.

SANTOS, H. G; ALMEIDA, J. A.; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS, J. F.; ANJOS, L. H. C. dos; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. de. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3 ed. 353p. Brasília: EMBRAPA, 2013.

SANTOS, J. G. D.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos de áreas de mineração de bauxita no crescimento inicial de espécies nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 141-150, 2008.

SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO JR, E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.173-181, 2004.

SCABORA, M. H.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Associação Micorrízica em Espécies Arbóreas, Atividade Microbiana e Fertilidade do Solo em Áreas Degradadas de Cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 289-301, 2011.

SCABORA, M. H.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Crescimento, fosfatase ácida e micorrização de espécies arbóreas, em solo de cerrado degradado. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.445-451, 2010.

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL – Ministério de Minas e Energia – CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Mapa geológico Folha Itajubá SF.23-Y-B-III. 2008 Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/itajuba.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2013.

SILVA, C. F.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; SILVA, E. M. R. da, PEREIRA, M. G.; FEITAS, M. S. M.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; MARTINS, M. A. Fungos Micorrízicos Arbusculares e proteína do solo relacionada à glomalina em área degradada por extração de argila e revegetada com eucalipto e acácia. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.22, n. 4, p. 749-761, 2012.

SILVA, L. X. da; FIGUEIREDO, M. V. B.; SILVA, G. A. da; GOTO, B. T.; OLIVEIRA, J. P.; BURITY, H. A. Fungos Micorrízicos Arbusculares em áreas de plantio de Leucena e Sábua no estado de Pernambuco. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p.427-435, 2007.

SILVE, E. M. **Ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em um sistema cafeeiro submetido a diferentes métodos de controle de plantas daninhas**. 2011. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá. 2011.

SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônomo. 2007. Disponível em: <<http://www.cisguanabara.unicamp.br/redeagroecologia/arquivos/biblagroecologia/microbiotadosolo.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2013.

SIQUEIRA, J. O. **Avanços em Fundamentos e Aplicação de Micorrizas**. Departamento de Ciências do Solo e Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras 290p. 1996.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de J.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. **Microorganismos e processos biológicos do solo: Perspectiva ambiental**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 142p.

SIQUEIRA, J. O.; LAMBAIS, M. R.; STÜRMER, S. L. Fungos micorrízicos arbusculares: características, associação simbiótica e aplicação na agricultura. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Lavras, v. 25, p. 12-21, 2002.

SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C.; ROSADO, S. C. S.; DAVIDE, A. C.; CURI, N. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native Woody species as related to successional groups in Southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.107, n.1/3, p.241-252, Aug. 1998.

- SIQUEIRA, J.O.; POUYÚ, E.; MOREIRA, F. M. S. Micorrizas arbusculares no crescimento pós-transplântio de mudas de árvores em solo com excesso de metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 569-580, 1999.
- SIQUEIRA, J.O.; SOARES, C.R.F.S.; SANTOS, J.G.D.; SCHNEIDER, J.; CARNEIRO, M.A.C. Micorrizas e a degradação do solo: caracterização, efeitos e ação recuperadora. In CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REIHVERT, J. M., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 5, p. 219 - 306.
- SOARES, C. R. F. S.; CARNEIRO, M. A. C. Micorrizas arbusculares na recuperação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J.O.; SOUZA, F. A. de.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M., eds. **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. UFLA, Lavras. p. 153-214. 2010.
- SOUTO, S. M.; PAULA, M. A.; FRANCO, A. A. **Micorrizas vesicular-arbusculares em plantas forrageiras – Aspectos agrônômicos e interações microbiológicas**. Seropédica: EMBRAPA, 1992.
- SOUZA, D. J.; STÜRMER, S. L. Caracterização de comunidades de FMAs em áreas de mata ciliar e pastagem. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre. v.5, n.2, p.795-797, 2007.
- SOUZA, V. C.; SILVA, R. A. da; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v.10, n.3, p.612-618, 2006.
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 222 p.
- STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazilian ecosystems. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L., eds. **Soil biodiversity na Amazonian and other Brazilian ecosystems**. Wallingford, CABI-Publishing. p. 206-236, 2006.
- SYLVIA, D.M.; WILSON, D.O.; GRAHAM, J.H.; MADDOX, J.J.; MILLNER, P.; MORTON, J.B.; SKIPPER, H.D.; WRIGHT, S.F.; JARSTFER, A.G. Evaluation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in diverse plants and soils. **Soil Biology Biochemistry**. Gainesville, FL. v.25, n.6, p.705-713, 1993.
- VAN BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.15, n.1, p.13-24, Jan. 2000.
- VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A.; SANDERS, I. R. Different arbuscular mycorrhizal fungal species are potential determinants of plant community structure. **Ecology**, Washington, v.79, n.6, p.2082-2091, Sept. 1998.
- VAZ, L. F. - Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rochas em regiões tropicais. In: **Rev. Solos e Rochas**, v.19, n. 2, p. 117-136, ABMS/ABGE, São Paulo, SP, 1996.

VIEIRA, L. L. **Influência de atributos físicos, químicos e microbiológicos na agregação de solos sob diferentes sistemas de uso, em Maria da Fé, MG.** 2010. 77p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá. 2010.

VOGELSANG, K. M.; BEVER, J. D. The use of native plants and mycorrhizal fungi for slope stabilization and topsoil management. **Indiana University**, Bloomington. 2010.

WILLS, B. J. Mycorrhiza development in trees for revegetation of eroded mountain slopes. **University of Canterbury**, Canterbury. 334p. 1978.

YANO, K.; YAMAUCHI, A.; IJIMA, M.; KONO, Y. Arbuscular mycorrhizal formation in undisturbed soil counteracts compacted soil stress for pigeon pea. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.10, n.1/2, p.95-102, Oct. 1998.

ANEXOS

Anexo A - Resultados das análises químicas dos Taludes 1, 2 e 3.

Identificação da Amostra			pH	K	P	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem
Talude	Ponto	Horizonte		---mg/dm ³ ---			---cmol/dm ³ ---						---%---		dag/kg	mg/L
T 1	P I	A	6,3	190,00	6,16	4,10	0,90	0,00	2,59	5,49	5,49	8,08	67,91	0,00	3,70	12,93
	P II		6,2	148,00	13,64	5,80	1,10	0,00	2,32	7,28	7,28	9,60	75,83	0,00	3,99	18,32
	P II		5,6	140,00	6,85	2,30	1,50	0,10	4,52	4,16	4,26	8,68	47,91	2,35	4,45	15,94
	P I	B	5,8	112,00	5,47	1,20	0,80	0,20	3,24	2,29	2,49	5,53	41,36	8,03	2,23	19,58
	P II		6,2	122,00	4,48	2,90	0,70	0,00	2,59	3,91	3,91	6,50	60,20	0,00	2,74	18,95
	P III		5,9	126,00	4,16	0,60	0,50	0,30	3,62	1,42	1,72	5,04	28,24	17,44	1,64	14,17
T 2	P I	A	5,3	46,00	4,16	1,20	0,30	0,70	7,87	1,62	2,32	9,49	17,05	30,17	3,99	12,93
	P II		4,5	24,00	2,91	0,40	0,10	1,30	9,83	0,56	1,86	10,39	5,40	69,89	2,87	10,63
	P II		4,5	26,00	5,47	0,30	0,10	1,10	8,80	0,47	1,57	9,27	5,03	70,06	3,14	9,56
	P I	B	5,0	118,00	7,57	1,80	0,90	0,10	4,52	3,00	3,10	7,52	39,93	3,23	3,41	13,75
	P II		5,2	146,00	7,94	1,50	0,50	0,10	5,64	2,37	2,47	8,01	29,64	4,05	3,70	11,37
	P III		4,8	80,00	5,47	0,50	0,20	0,70	5,64	0,91	1,61	6,55	13,82	43,48	1,99	13,75
T 3	P I	A	4,9	62,00	4,16	0,40	0,20	1,20	9,83	0,76	1,96	10,59	7,17	61,22	3,14	12,13
	P II		4,8	86,00	4,81	0,40	0,10	1,00	9,83	0,71	1,71	10,54	6,74	58,48	3,56	18,95
	P II		4,9	54,00	2,00	0,50	0,20	1,10	8,80	0,84	1,94	9,64	8,70	56,70	2,87	17,11
	P I	B	4,5	54,00	6,50	1,10	0,30	0,80	6,30	1,54	2,34	7,84	19,62	34,19	1,87	20,88
	P II		4,5	76,00	4,48	0,70	0,30	0,80	5,64	1,19	1,99	6,83	17,49	40,20	2,87	27,34
	P III		4,6	64,00	7,57	1,70	0,70	0,40	4,04	2,56	2,96	6,60	38,85	13,51	1,99	34,07

Anexo B - Resultados das análises químicas dos Taludes 4, 5 e 6.

Identificação da Amostra			pH	K	P	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem
Talude	Ponto	Horizonte		---mg/dm ³ ---			---cmol/dm ³ ---						---%---		dag/kg	mg/L
T 4	P I	A	5,0	36,00	2,00	0,40	0,20	0,60	4,52	0,69	1,29	5,21	13,29	46,51	1,52	15,04
	P II		4,9	28,00	0,84	0,10	0,20	0,60	2,59	0,37	0,97	2,96	12,56	61,86	0,54	29,76
	P II		5,2	46,00	0,84	0,30	0,30	0,50	2,59	0,71	1,22	3,31	21,69	40,98	1,18	28,13
	P I	B	4,9	32,00	2,60	0,30	0,10	0,90	5,64	0,48	1,38	6,12	7,88	65,22	2,36	17,36
	P II		4,7	44,00	1,13	0,40	0,30	0,60	3,24	0,81	1,41	4,05	20,07	42,55	1,64	39,39
	P III		4,8	50,00	1,71	0,30	0,20	0,60	3,62	0,63	1,23	4,25	14,78	48,78	1,99	37,20
T 5	P I	A	5,0	124,00	2,60	0,80	0,60	0,10	4,52	1,72	1,82	6,24	27,53	5,49	2,74	9,56
	P II		4,8	98,00	2,60	0,90	0,60	0,50	5,05	1,75	2,25	6,80	25,75	22,22	3,14	11,75
	P II		4,9	100,00	2,91	0,70	0,40	0,40	5,64	1,36	1,76	7,00	19,38	22,73	3,14	10,26
	P I	B	5,0	54,00	2,30	0,70	0,40	0,40	6,30	1,24	1,64	7,54	16,43	24,39	3,14	7,56
	P II		5,2	60,00	2,00	0,60	0,50	0,70	5,64	1,25	1,95	6,89	18,20	35,90	2,48	7,88
	P III		5,1	42,00	2,00	0,50	0,20	1,10	5,64	0,81	1,91	6,45	12,52	57,59	1,52	4,72
T 6	P I	A	4,7	76,00	1,71	0,30	0,50	0,90	5,05	0,99	1,89	6,04	16,47	47,62	1,52	15,92
	P II		4,7	44,00	1,71	0,30	0,70	0,70	4,04	1,11	1,81	5,15	21,61	38,67	2,48	23,62
	P II		4,8	56,00	2,60	0,30	0,90	0,60	3,24	1,34	1,94	4,58	29,34	30,93	1,29	22,92
	P I	B	4,7	50,00	2,60	0,40	0,50	1,00	4,52	1,03	2,03	5,55	18,53	49,26	2,11	23,62
	P II		4,9	52,00	1,42	0,40	1,30	0,70	3,62	1,83	2,53	5,45	33,64	27,67	1,87	24,34
	P III		5,0	68,00	1,42	0,50	2,00	0,70	3,24	2,67	3,37	5,91	45,25	20,77	1,52	29,76