

LANDER DE JESUS ALVES

EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE AS
COMUNIDADES DE FUNGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES DA FLORESTA ATLÂNTICA DO EXTREMO
SUL DA BAHIA

Dissertação apresentada como requisito
parcial à obtenção do grau de Mestre,
Programa de Pós-graduação em Ecologia
e Biomonitoramento, Instituto de Biologia,
Universidade Federal da Bahia.
Orientadora: Prof^a.Dr^a. Rosilaine Carrenho

SALVADOR
BAHIA – BRASIL
2004

LANDER DE JESUS ALVES

EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE
COMUNIDADES DE FUNGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES DA FLORESTA ATLÂNTICA DO EXTREMO
SUL DA BAHIA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia.
Orientadora: Prof^a.Dr^a. Rosilaine Carrenho

SALVADOR
BAHIA – BRASIL
2004

Dedico este trabalho aos meus pais
Landulfo Alves e Joseíza Araújo,
como um pequeno gesto em
retribuição à dedicação irrestrita que
sempre tiveram e têm para comigo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho não é resultado apenas de horas em frente ao microscópio, angústia de ter que me ausentar do meu lar e das pessoas que gosto, unhas roídas e noites perdidas em frente ao computador backup após backup. Não! Este é o resultado de um grande mutirão. Uma corrente de esforços onde a maioria dos elos nem sabe que contribuiu, ou mesmo como contribuiu para que me fosse possível chegar até aqui.

Sem a pretensão de mencionar todos aqueles que, de alguma forma me ajudaram nesta vereda, não abrirei mão de oferecer os meus sinceros agradecimentos:

A minha orientadora Dra. Rosilaine Carrenho por todo o apoio, confiança, dedicação, paciência, esforço...;

A minha esposa (futura) Denise pela dedicação e companheirismo;

Ao meu amigo Fábio Barbosa pela convivência saudável;

A Universidade Estadual de Maringá – DBI, funcionários e amigos pela receptividade, amizade e apoio;

A Dra. Cássia Mônica Sakuragui pelo apoio e confiança;

Ao Dr. Pedro Luiz Bernado da Rocha pela inestimável ajuda para viabilização deste projeto;

Ao Dr. Juarez Jorge Santos, pelas inestimáveis contribuições para minha formação;

Ao Dr. Osvaldo Manuel Santos pelos anos de aprendizado e contribuição para minha formação profissional e pessoal;

As Dras. Adriana Gugliota, Carmem Pires Zottarelli e Iracema Schoenlein-Crusius da Seção de Micologia, do Instituto de Botânica de São Paulo, pela paciência e disponibilização da estrutura dos laboratórios;

Ao Laviet, nas pessoas da Dra. Josanidia Santana, Alessandra Argolo, Maria Betânia e Gilson Correia pela inestimável ajuda desde a análise das amostras até as dicas sobre estatística;

Ao Dr. Dirceu Martins e Dr. Sérgio Luis Costa Ferreira pela disponibilização da estrutura do Instituto de Química;

Ao LAMIC, em especial ao Dr. Luiz Fernando Pascholati Gusmão pela utilização da estrutura do laboratório;

A Veracel Celulose S. A. pelo apoio;

Aos meus colegas de curso pela convivência;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Povo Brasileiro, por financiar minha bolsa sem mesmo saber o que vem a ser um Fungo Micorrízico Arbuscular.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	10
<u>2.1 Micorrizas</u>	13
<u>2.2 Micorriza Arbuscular</u>	14
<u>2.2.1 Considerações gerais</u>	14
<u>2.2.2 Ecologia dos FMA</u>	16
<u>2.3 Floresta Atlântica</u>	19
<u>2.4 Fragmentação</u>	19
<u>3. MATERIAL E MÉTODOS</u>	22
<u>3.1 Caracterização da área</u>	22
<u>3.2 Delineamento experimental</u>	25
<u>3.3 Coleta de solo</u>	25
<u>3.4 Análise dos parâmetros físicos e químicos do solo</u>	29
<u>3.5 Extração dos esporos</u>	29
<u>3.6 Montagem das lâminas e identificação das espécies</u>	30
<u>3.7 Quantificação dos esporos</u>	31
<u>3.9 Análise dos dados</u>	31
<u>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	35
<u>4.1 Parâmetros químicos e físicos do solo</u>	35
<u>4.2 Número de esporos de FMA</u>	35
<u>4.3 Espécies de FMA</u>	39
<u>4.4 Estudo comparativo entre as estações amostradas</u>	45
<u>5. CONCLUSÕES</u>	55
<u>6. LITERATURA CITADA</u>	56
<u>ANEXOS</u>	68

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<u>Figura 1: mapa de situação da área de estudo. A região em verde indica a área do município de Santa Cruz Cabrália.</u>	23
<u>Figura 2: Climatograma representativo para o município de Santa Cruz Cabrália.</u> ...	24
<u>Figura 3. Mapa de localização das estações de estudo, evidenciando as diversas formações vegetais encontradas na região.</u>	26
<u>Figura 4. Visão parcial das estações de floresta contínua estudadas: (A) floresta 1; (B) floresta 2; (C) floresta 3; (D) floresta 4.</u>	27
<u>Figura 5. Visão parcial dos fragmentos florestais estudados: (A) fragmento 1; (B) fragmento 2; (C) fragmento 3; (D) fragmento 4.</u>	28
<u>Figura 6. Diagrama representativo da unidade amostral utilizada. As linhas representam a trajetória percorrida e os pontos, os locais de coleta.</u>	28
<u>Figura 7 Números médios de esporos nas estações amostradas.</u>	37
<u>Figura 8. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento do número de esporos em função das estações amostradas.</u>	39
<u>Figura 9. Número de espécies de FMA encontrado neste e em outros estudos realizados em Florestas Tropicais.</u>	42
<u>Figura 10. Número total de esporos de FMA nos diferentes gêneros.</u>	44
<u>Figura 11. Valores médios, máximos, mínimos e desvios máximo e mínimo da média do número de espécies das estações amostradas.</u>	49
<u>Figura 12. Distribuição das espécies de FMA nas diversas estações.</u>	54
<u>Tabela 1. Valores médios das variáveis do solo mensuradas nas diferentes estações amostradas.</u>	36
<u>Tabela 2. Valores r de correlação Spearman entre o número de esporos (NE) e as variáveis do solo.</u>	39
<u>Tabela 3. Ocorrência dos táxons de FMA nas diferentes estações amostradas.</u>	43
<u>Tabela 4. Índices de constância verificados para as espécies de FMA.</u>	46
<u>Tabela 5. Número total de esporos (NT), freqüência relativa (FR) e abundância relativa (AR) dos táxons de FMA na floresta contínua.</u>	47
<u>Tabela 6. Número total de esporos (NT), freqüência relativa (FR) e abundância relativa (AR) dos táxons de FMA nos fragmentos florestais.</u>	48
<u>Tabela 7. Matriz de similaridade entre as estações amostradas.</u>	51
<u>Tabela 8. Espécies de FMA com ocorrências comum ou exclusiva.</u>	52

RESUMO

O processo de fragmentação florestal é um dos principais agentes de desestruturação e destruição dos ambientes naturais. Por desencadear a perda de biodiversidade, a fragmentação pode afetar a produtividade e a estabilidade dos ecossistemas. Os seus efeitos têm sido avaliados para diversos grupos de organismos como, vertebrados, artrópodes e vegetais, sendo que ainda não existem trabalhos que busquem verificar a influência deste processo sobre a biologia dos FMA. Em face desta lacuna do conhecimento, o presente estudo foi desenvolvido a partir da hipótese de que o processo de fragmentação florestal, verificado na região Extremo Sul da Bahia, teria influência sobre a diversidade e a distribuição das abundâncias das comunidades de FMA daquela região. Duas categorias de paisagem foram analisadas: Floresta Contínua de Mata Original (FC) e Fragmento Florestal (FF). Foram utilizadas oito unidades amostrais, sendo quatro dispostas em FC e quatro em FF. Cada unidade amostral correspondeu a um transecto de 96m, onde foram coletadas oito amostras de solo, perfazendo um total de sessenta e quatro amostras simples. Utilizando-se 100g de solo seco, foi procedida a extração dos esporos de FMA, os quais foram montados em lâmina semi-permanente para posterior contagem e identificação. Também foram mensurados os seguintes parâmetros do solo: pH, teor de matéria orgânica, capacidade de retenção de água, condutividade, alumínio trocável, magnésio trocável, potássio trocável e fósforo. Foi recuperado um total de 77.273 esporos e constatados 35 táxons de FMA, sendo *Glomus* o gênero com maior número de espécies (21). O número de esporos e de espécies aqui observado foi muito mais elevado que os observados em outros estudos realizados em ambientes de fitofisionomia semelhante. A comparação entre as categorias de paisagens indica que o grau de perturbação advindo da fragmentação florestal não foi restritivo ou prejudicial para os FMA, uma vez que as comunidades destes organismos foram mais numerosas, ricas e uniformes, do que as comunidades estabelecidas nas áreas da floresta contínua. Deste modo, o comportamento dos FMA, em resposta à fragmentação, corrobora a hipótese do distúrbio intermediário de Connell.

ABSTRACT

The process of forest fragmentation is one of the main desestructurant agents and of destruction of the natural ecosystems. For diminishing the biodiversity, fragmentation can affect negatively the productivity and the stability of the ecosystems, being their effects been appraised for several groups of organisms as vertebrates, artropods and plants. However, works that look for to verify the influence of this process on the biology of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are inexistent. In face of this gap of the knowledge, the present study was developed starting from the hypothesis that the process of forest fragmentation, in South Extreme of Bahia, would have influence on the diversity and the distribution of the AMF communities. Two landscape categories were analyzed: Continuous forest of Original Forest (CF) and Forest Fragment (FF). Eight sampling units were used, being four disposed in CF and four in FF. Each sampling unit corresponded to a 96m transect where eight soil samples were collected, in a total of sixty-four simple samples. Being used 100g of dry soil, the extraction of the spores of AMF was proceeded, which were mounted in permanent slide for subsequent counting and identification. Also the following parameters of the soil were measured: pH, organic matter level, capacity of retention of water, conductivity, exchangeable aluminum, exchangeable magnesium, exchangeable potassium and phosphorus. A total of 77,273 spores were recovered and 35 taxa of AMF were verified, being *Glomus*, the genus with higher number of species. The number of spores and of species observed were much higher than those observed in other studies of similar ecosystems. The comparison between the categories of landscapes indicates that the degree of disturbance of the forest fragmentation was not restrictive or harmful for AMF, since the communities of these organisms were more numerous, richer and more uniform, that the communities in the areas of the continuous forest. This way, the behavior of AMF, in response to the fragmentation, corroborates the hypothesis of the intermediate disturbance of Connell.

1. INTRODUÇÃO

Juntamente com o agravamento do processo de degradação ambiental e esgotamento dos recursos naturais disponíveis no planeta, tem se notado substancial crescimento da preocupação com os danos ambientais causados pela máquina do desenvolvimento financeiro e tecnológico humano. Embora fique claro que as medidas tomadas até o momento, com fins de minorar o impacto ambiental e seus efeitos, ainda estejam aquém do necessário, importantes avanços são percebidos, como a realização de fóruns mundiais de discussão da questão ambiental (RIO92 e RIO+10), implantação de tecnologias limpas, programas de zero emissões (<http://www.zeri.org>) e maior investimento em estudos de conservação ambiental.

A avaliação da biodiversidade é uma das principais armas no estudo da conservação ambiental. Embora organismos unicelulares como bactérias e protozoários abranjam mais da metade da biomassa existente no planeta (ALBERTS *et al.*, 1997), as abordagens e pesquisas em conservação dificilmente consideram os microorganismos. Invertebrados, aves, mamíferos e vegetação parecem ser tidos como pontos prioritários neste tipo de estudo, com vasto número de referências bibliográficas a descrever sua importância e atuação no cenário ambiental (e.g. CULLEN Jr. *et al.*, 2003; PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

HELGASON *et al.* (1998), ao discutirem o efeito da agricultura sobre a diversidade biológica, afirmam que é necessário considerar a microbiota em qualquer estudo desta natureza. Um exemplo contundente da falta de atenção com que são tratados os microorganismos reside no fato de que a associação micorrízica, seguramente uma das mais difundidas e importantes relações simbióticas do planeta, além de pouco compreendida chega a ser desconhecida por muitos pesquisadores ligados às Ciências Biológicas e Ambientais.

A importância dos fungos micorrízicos, principalmente dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA), na diversidade, produtividade, sustentabilidade e estabilidade dos ecossistemas é discutida e confirmada por vários autores (JANOS, 1980;

FRANCIS & READ, 1994; FRANCIS & READ, 1995; Van Der HEIJDEN *et al.*, 1998; Van Der HEIJDEN, 2004). Os FMA favorecem o crescimento das plantas em solos pouco férteis, tornando-as mais resistentes a estresses como escassez de água, altas temperaturas e ataque de fitopatógenos (MIRANDA, 1981; NEWMAN, 1988), além de contribuírem para a agregação e estabilização dos solos, por estimular o crescimento das raízes e a liberação de exsudatos, os quais unem os micro e os macroagregados, e por ligar as partículas do solo através do crescimento das suas redes de hifas (TISDAL, 1994).

Alterações ambientais, como introdução de plantas exóticas, podem causar grandes mudanças na composição da microbiota do solo, interferindo tanto na estrutura quanto na função desta (KOURTEV *et al.*, 2002). Distúrbios naturais ou aqueles oriundos da ação antrópica são fontes de mudanças estruturais importantes para o ecossistema. ABBOTT & GAZEY (1994) verificaram que determinadas alterações nas propriedades do solo modificam os padrões de abundância de determinado fungo, em detrimento de outros, durante o processo de formação da micorriza.

A fragmentação florestal é um dos principais agentes de desestruturação e destruição dos ecossistemas florestais naturais. Este processo consiste na retirada de áreas de floresta com a formação de manchas vegetacionais isoladas, resultando na formação de uma paisagem marcada pela descontinuidade. Sabe-se que a fragmentação, além de provocar a perda direta de biodiversidade, através da retirada de organismos, os expõe a diferentes condições ambientais que podem ser prejudiciais para a sua permanência no ambiente, inclusive por favorecer a colonização de espécies invasoras (SCHELHAS & GREENBERG, 1996).

Os efeitos da fragmentação têm sido avaliados para diversos grupos de organismos como vertebrados (McCOY & MUSHINSKY, 1994), artrópodes (SUAREZ *et al.*, 1998) e vegetais (LAURANCE *et al.*, 1998). Entretanto, ainda não existem trabalhos que busquem verificar a influência deste processo sobre a biologia dos FMA.

Em face desta lacuna do conhecimento, o presente estudo foi desenvolvido a partir da hipótese de que o processo de fragmentação florestal, verificado na região Extremo Sul da Bahia, tem influência sobre a diversidade e a distribuição das abundâncias das comunidades de FMA daquela região. Informações acerca do impacto causado pela fragmentação sobre os FMA podem ser de grande valia, principalmente para o estabelecimento de programas eficientes de recuperação de áreas degradadas. Uma vez que reduções na diversidade de FMA podem influenciar negativamente o sucesso de tais programas de recuperação, espera-se que os resultados aqui obtidos possam contribuir tanto para um melhor entendimento dos efeitos gerados pela ação antrópica no ambiente, quanto para o estabelecimento de estratégias eficientes de preservação e recuperação de áreas impactadas. Deste modo, o presente estudo tem por objetivos verificar o comportamento da diversidade e dos padrões de abundância das comunidades de FMA da Floresta Atlântica do Extremo Sul da Bahia, em áreas de floresta contínua e fragmentos de floresta; verificar a influência de parâmetros edáficos sobre o padrão de abundância dos FMA e realizar o levantamento taxonômico da micota de FMA presentes nas áreas de Floresta Atlântica estudadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Micorrizas

O termo micorriza (do Grego mikorhiza - mykes = fungo; rhiza = raiz), usado para denominar a associação simbiótica estabelecida entre raízes de vegetais e certos fungos presentes no solo, foi descrito pelo fitopatologista alemão Frank (1885). Largamente distribuída no planeta, este tipo de associação é, talvez, a mais comum e mais importante interação simbiótica existente no reino Plantae, embora ainda seja pouco compreendida, sobretudo no que diz respeito à relação entre os simbiontes (ALLEN, 1992). A depender do grupo taxonômico do fungo envolvido na associação, do modo de penetração das hifas deste na raiz hospedeira, de alterações morfológicas provocadas por esta penetração, e do grupo taxonômico da planta envolvida no processo, as micorrizas podem ser categorizadas em seis grupos principais, fora o tipo alvo deste estudo (micorriza arbuscular).

Em geral, famílias de plantas arbóreas, como, por exemplo, Betulaceae, Fagaceae, Myrtaceae, Pinaceae e Salicaceae são colonizadas por Basidiomycetes (geralmente membros de Agaricales) e uns poucos Ascomycetes, constituindo as ECTOMICORRIZAS (READ *et al.*, 1992). Neste tipo de associação, desenvolve-se uma estrutura conhecida como rede de Hartig, que nada mais é que um conjunto de hifas entrelaçadas que se desenvolvem entre as células corticais, sem penetração. Também, normalmente há a formação de um manto de tecido fúngico sobre a superfície da raiz, que pode cobrir completamente a zona de absorção (MARTIN & HILBERT, 1991).

Orquídeas, terrestres ou epífitas, formam sementes muito pequenas que necessitam estar colonizadas com fungos micorrízicos para germinar. Membros do gênero *Rhizoctonia* (fase imperfeita de Basidiomycetes semelhantes a representantes de *Coriolus*, *Fomes*, *Marasmius* e *Armillaria*) são responsáveis pela formação das micorrizas (ORQUIDÁCEA) neste grupo de plantas (READ *et al.*, 1992). A colonização consta basicamente de pelotões intracelulares que, diferentemente dos outros tipos micorrízicos, transferem nutrientes orgânicos para a planta hospedeira (ALLEN, 1992).

Diversas espécies da ordem Ericales formam associações micorrízicas e em todas elas as hifas do micobionte penetram a célula cortical da raiz e produzem uma estrutura conhecida como pelotão (SMITH & READ, 1997). Três tipos principais de micorrizas são descritos para este grupo vegetal: ERICÓIDE – estabelecida entre membros de *Calluna*, *Rhododendron* e *Vaccinium*, e espécies de *Hymenoscyphus* (Ascomycetes), com colonização do córtex interno e formação de um emaranhado frouxo de hifas na superfície; ARBUTÓIDE – estabelecida entre membros de *Arbutus*, *Artostaphylos* e espécies de Pyrolaceae e fungos ectomicorrízicos da classe Basidiomycetes, com penetração intracelular, formação de rede de Hartig no córtex externo e manto na superfície da raiz; MONOTROPÓIDE – estabelecida entre plantas aclorofiladas de Monotropaceae e fungos ectomicorrízicos, com formação de rede de Hartig e manto.

ECTENDOMICORRIZAS apresentam as mesmas estruturas das ectomicorrizas, além de extensiva penetração intracelular. Este tipo de associação está restrito a espécies de *Pinus*, *Picea* e *Larix*, e tem como micobiontes algumas poucas espécies de *Wilcoxina* (Pezizales, Ascomycetes) (SMITH & READ, 1997).

2.2 Micorriza Arbuscular

2.2.1 Considerações gerais

Este tipo de associação é a mais comum dentre as associações micorrízicas, sendo obrigatória para os fungos participantes (micobiontes) e facultativa para as plantas hospedeiras (fitobionte). É freqüentemente observada em raízes de fanerógamas, gimnospermas e pteridófitas, sendo considerada uma relação simbiótica não antagonica, na maioria dos casos (BONONI, 1998).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) pertencem ao Reino Fungi e estão inseridos no Filo Glomeromycota¹, Classe Glomeromycetes, Ordem Glomales e

¹SCHÜßLER *et al.* (2001) propõem novo arranjo filogenético para os FMA (antes agrupados no Filo Zigomycota e na Classe Zigomycetes) inserido-os num novo Filo. Embora SCHÜßLER *et al.* (2001) tenham proposto outras mudanças, como a inclusão de uma nova família (Diversisporaceae), serão

distribuídos em sete gêneros²: *Archeospora* (Archeosporaceae), *Paraglomus* (Paraglomaceae), *Acaulospora* e *Entrophospora* (Acaulosporaceae), *Gigaspora* e *Scutelospora* (Gigasporaceae), *Glomus* (Glomaceae).

A micorriza arbuscular (MA) é caracterizada pela formação, no córtex da raiz hospedeira, de estruturas fúngicas especiais denominadas arbúsculos, que estão relacionadas com a troca de metabólitos (GOMES & TRUFEM, 1998). Os arbúsculos são formados por hifas que se ramificam dicotomicamente repetidas vezes dentro da célula vegetal. Perfurando a parede celular, sem, no entanto, romper a membrana citoplasmática, o arbúsculo forma invaginações na membrana, de modo a multiplicar a superfície de contato entre a célula vegetal e o fungo, criando regiões de contato extremo entre os simbioses. Também podem ser verificadas pequenas bolsas contendo lipídios, as vesículas, que são estruturas de reserva formadas tanto em cavidades celulares quanto em espaços intercelulares. Convém salientar que os representantes da família Gigasporaceae não formam estas estruturas. Além disso, os FMA apresentam uma profusa rede de micélio extra-radicular que se estende além da região rizosférica do fitobionte e explora maior volume de solo, aumentando a capacidade de absorção de nutrientes das raízes (KOIDE, 1991).

Presentes em praticamente todos os ambientes, desde regiões temperadas passando pelas tropicais e áridas (SCHENCK *et al.*, 1982), existem registros da ocorrência de FMA em desertos (O'CONNOR *et al.*, 2001), florestas tropicais (St. JOHN, 1980; PICONE, 2000) e mesmo em ilhas oceânicas bastante isoladas como a Ilha Santa Cruz, no arquipélago de Galápagos (SCHMIDT & SCOW, 1986).

SIQUEIRA & PAULA (1986) consideram os FMA cosmopolitas e estimam que a micorriza arbuscular ocorra em aproximadamente 97% das plantas vasculares. Sua ocorrência é tão generalizada que, para TESTER *et al.* (1987), raízes micorrizadas em ambientes naturais são muito mais comuns como órgãos de absorção de nutrientes do que raízes não micorrizadas.

acatadas aqui apenas as mudanças ao nível de Filo e Classe, pois apesar das sugestões propostas estarem bem fundamentadas, a classificação dos táxons inferiores ainda gera muita discordância, como as recentes pesquisas de OEHL & SIEVERDING (2004), WALKER *et al.* (2004) e WALKER & SCHÜßLER (2004) que propõem novas alterações para a classificação filogenética dos FMA.

² De acordo com a classificação de Morton & Redecker (2001).

Aparentemente, este tipo de associação está tão bem estabelecida evolutivamente que até espécies de plantas que não se desenvolvem no ambiente terrestre as apresentam. BAGYARAJ *et al.* (1979) e CLAYTON & BAGYARAJ (1984) evidenciaram a colonização de raízes de plantas aquáticas flutuantes e submersas pelos FMA. Já RAINS *et al.*, (2003), verificaram a ocorrência da associação em epífitas.

Tamanha amplitude de distribuição geográfica e ocorrência nos vegetais possivelmente é explicada pela origem evolutiva dos FMA. O surgimento destes organismos coincide com a colonização das terras emersas pelas primeiras plantas terrestres no Siluriano, a 439 milhões de anos (KENDRICK & CRANE, 1997). Para FITTER & MOYERSOEN (1997) e REMY *et al.* (1994), os FMA certamente desenvolveram um papel decisivo no processo de conquista do ambiente terrestre, uma vez que as plantas primitivas não conseguiriam obter os nutrientes necessários do solo com suas raízes rudimentares, ou pelo menos o fariam em menor percentual sem o auxílio dos simbiontes micorrízicos. A absorção de nutrientes pouco móveis como o fósforo (P) teria sido a maior barreira para a conquista das terras emersas pelas plantas.

A descoberta de registros fósseis de plantas oriundas do Devoniano, contendo estruturas parecidas com arbúsculos, vesículas e esporos de *Glomus* na região meristemática de suas raízes (REMY *et al.*, 1994; TAYLOR *et al.* 1995), tendem a confirmar esta hipótese.

2.2.2 Ecologia dos FMA

Diversos fatores ambientais influenciam o desenvolvimento e a diversidade dos FMA. Fatores abióticos, como fatores climáticos, especialmente luminosidade e temperatura (HAYMAN, 1974), e propriedades edáficas, como acidez, umidade, teor de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, textura, compactação e aeração (SIQUEIRA *et al.*, 1986; PAULA & SIQUEIRA, 1987; SHEIK *et al.*, 1975; HAYMAN & TAVARES, 1985; SAIF, 1981; MOSSE, 1973; MILLER *et al.*, 1985; GRAW, 1979; DAFT & NICOLSON, 1966; HAYMAN, 1970; JACOBSON, 1997; HETRICK & BLOOM, 1984); e fatores bióticos, como a interação com outros grupos de

organismos (MOORE *et al.*, 1985; HABTE *et al.*, 1999), são os principais elementos moduladores da biologia dos FMA e da associação propriamente dita.

A taxa ou o nível de benefício da associação micorrízica pode depender da combinação de espécies de FMA presentes no solo, dos genótipos dos simbioses envolvidos e das condições edafoclimáticas (LOVELOCK *et al.*, 2003). Espécies diferentes de FMA promovem efeitos distintos no fitobionte, assim como uma mesma espécie de FMA promove efeitos distintos em diferentes espécies hospedeiras.

LOVELOCK *et al.* (2003) acreditam que a composição e a diversidade de espécies vegetais possa ser influenciada pela riqueza de FMA presente devido às diferenças de efetividade da associação, a qual tem influência direta no recrutamento de plântulas. FRANCIS & READ (1995) e Van Der HEIJDEN (2004) compartilham deste mesmo pensamento e salientam o importante papel dos FMA na definição de nichos ecológicos ocupados pelas plantas.

Van Der HEIJDEN *et al.* (1998), em experimento realizado em microcosmos, constataram que a diversidade de FMA funciona como determinante não só da biodiversidade vegetal, mas também da variabilidade e da produtividade do ecossistema. Nesse estudo, verificou-se que o aumento da riqueza de FMA resultou em maior número de hifas, as quais exploraram o solo com maior eficiência, diminuindo as taxas de fósforo (P) no solo, sendo, conseqüentemente, notado aumento deste nutriente nos tecidos vegetais. Este incremento na diversidade de FMA promoveu o aproveitamento dos recursos disponíveis no sistema por diferentes fitobiontes. Deste modo, os FMA permitiram que maior diversidade vegetal se estabelecesse, favorecendo a colonização do ambiente por plantas que, apenas em associação com o fungo, dispõem do aparato necessário a lhes garantir atuação competitiva necessária com conseqüente estabelecimento na comunidade. A perda de diversidade de FMA pode resultar em queda de diversidade vegetal e produtividade, ao mesmo tempo em que aumenta a instabilidade do ecossistema.

Interações de espécies vegetais numa determinada comunidade não se restringem apenas a relações de competição. Muitas das relações intra e/ou interespecíficas estão fundamentadas em cooperação, como no caso dos enxertos naturais de raiz (GRAHAM & BORMANN, 1966) e das redes de transferência

formadas pelas micorrizas (WHITTINGHAM & READ, 1982; HAYSTEAD *et al.*, 1988; NEWMAN, 1988; FRANCIS & READ, 1984; MARTINS & CRUZ, 1998). Estes dois fatos confrontam a idéia defendida por muitos pesquisadores de que as plantas são fisiologicamente separadas umas das outras, mesmo estando espacialmente próximas. NEWMAN (1988) afirma que a conexão de duas ou mais plantas pelo micélio fúngico é um fenômeno comum nos ecossistemas e pode ter profundas implicações no funcionamento destes, inclusive alterando o balanço da competição entre as espécies.

Em experimentos com ectomicorriza, SIMARD *et al.* (1997) atentaram para a importância da transferência de carbono via fungo micorrízico na produtividade, assim como na manutenção da biodiversidade, estabilidade e sustentabilidade dos ecossistemas. Segundo esta autora, a rede micelial que se forma entre as raízes de plantas vizinhas pode explicar a manutenção da produtividade nas comunidades vegetais, mesmo durante períodos de seca e escassez de nutrientes. Em tais condições, plantas em melhor estado nutricional funcionam como fonte de nutrientes para o dreno representado pelas plantas conectadas à rede e que se encontram em déficit nutricional.

NAEEM *et al.* (1994) observaram que a perda de biodiversidade ocasionou queda de produtividade nos ecossistemas, reduzindo diretamente a sua capacidade de fixar CO₂. Corroborando esta observação, TILMAN & DOWNING (1994) constataram que a perda gradual de espécies desencadeia um impacto progressivamente maior à estabilidade do ecossistema. Dentro deste contexto, a manutenção de um *pool* genético de FMA é fundamental para a conservação da diversidade florística e a estabilidade dos ecossistemas (READ, 1998), da mesma forma que a manutenção da diversidade florística é de fundamental importância para a manutenção do *pool* genético dos FMA. Assim, o rompimento deste ciclo pode ocasionar sérias restrições à biodiversidade tanto da flora quanto da micota de FMA, com conseqüências que podem ser refletidas em todo o ecossistema.

2.3 Floresta Atlântica

De acordo com a divisão fitogeográfica do Brasil proposta por RIZZINI em 1963, a Floresta Atlântica está localizada dentro da Província Atlântica, Subprovíncia Austro-Oriental e se estende sobre a imensa cadeia montanhosa litorânea ao longo do Oceano Atlântico desde o Nordeste até o Rio Grande do Sul (RIZZINI, 1997). A Floresta Atlântica, também conhecida como Floresta Ombrófila Densa (do Grego: Ombrófilo = amigo das chuvas), está fortemente relacionada com fatores climáticos tropicais, como elevada temperatura (média de 25°C) e precipitação pluviométrica bem distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos), o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período seco (IBGE, 1992).

Segundo PIMM & RAVEN (2000), dos 25 *hot spots* (áreas prioritárias para conservação) existentes no planeta, 17 estão localizados em florestas tropicais. MYERS *et al.* (2000) afirmam que a Floresta Atlântica é considerada o quarto *hot spot* mais importante em termos de endemismo, de plantas e vertebrados. Não obstante, é considerada o terceiro *hot spot* mais crítico em termos de conservação (MYERS, 1998). Dos 1.290.692Km² originais, atualmente a Floresta Atlântica está reduzida a apenas 7,6% desta extensão (aproximadamente 98.000Km²) e seus remanescentes ainda encontram-se sob intensa pressão antrópica e risco iminente de extinção (MORELLATO, 2000).

De acordo com BRITO (2000), como resultado da intensa exploração dos recursos florestais, retirada da vegetação nativa para uso madeireiro, implantação de culturas (cacau e mamão, por exemplo), estabelecimento de silviculturas e pecuária extensiva, a Floresta Atlântica hoje se apresenta como uma paisagem extremamente complexa formada por fragmentos florestais de diferentes tamanhos, formatos e graus de perturbação, desde mata primária a manchas florestais em diferentes estádios sucessionais, pastos, campos sujos, matas de cabruca e eucaliptais.

2.4 Fragmentação

O processo de fragmentação das florestas consiste na redução (retirada) de áreas florestais e aumento do isolamento de manchas vegetacionais (SCHELHAS &

GREENBERG, 1996). Este processo é caracterizado principalmente por dois efeitos sobre as populações: (a) redução de habitats, afetando diretamente o tamanho das populações e suas taxas de extinção local e (b) desestruturação dos mecanismos de dispersão e migração das populações. Uma ampla gama de processos está associada à fragmentação e, apesar da existência de um grande substrato teórico relacionado à compreensão dos seus efeitos sobre as florestas tropicais, a quantidade de dados empíricos a este respeito ainda é muito pequena.

Os modelos mais simplificados deste processo, baseados na Teoria de Biogeografia de Ilhas (MacARTHUR & WILSON, 1967), enfatizam duas variáveis chave para a compreensão da diversidade local: o tamanho da ilha (ou fragmento) e sua distância do continente (ou distância entre fragmentos). De acordo com esta teoria, BURGESS (1988) afirma que o número de táxons presente numa ilha é dependente do tamanho, da idade e da distância a que esta se encontra da fonte de propágulos. Entretanto, no que diz respeito a fragmentos florestais, o autor chama a atenção para a importância da relação espécie/área, independentemente da utilização, ou não, da Teoria de Biogeografia de Ilhas.

Segundo KATTAN & ALVAREZ-LÓPEZ (1996), as conseqüências da fragmentação podem ser vistas principalmente no ambiente físico (alterações na incidência luminosa e na temperatura culminando na redução da heterogeneidade do habitat por deterioração e perda de microhabitats) e nas comunidades biológicas, atuando diretamente sobre a distribuição e a abundância dos organismos, ou indiretamente sobre os processos de interação das espécies.

Mais recentemente, o fenômeno da fragmentação passou a ser considerado ainda mais complexo por causa da existência do “efeito de borda”, derivado de alterações na qualidade do fragmento. Este efeito expõe os organismos a diferentes condições microclimáticas, como aumentos da luminosidade e da exposição à ação do vento, com conseqüente diminuição da umidade relativa do ar, e também favorece a colonização do ambiente por espécies exóticas (SCHELHAS & GREENBERG, 1996).

Pesquisas realizadas por BIERREGAARD *et al.* (1992), a fim de investigar o efeito de borda sobre a mortalidade e o recrutamento de espécies arbóreas de dossel, mostraram taxas de mortalidade significativamente maiores na região de borda.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

A área escolhida para o presente estudo localiza-se na Macro-Região Extremo Sul da Bahia, mais precisamente no município de Santa Cruz Cabrália, entre os paralelos 16° 00' e 17° 00' de latitude sul e meridianos 39° 00' e 39° 30' de longitude oeste de Greenwich (Figura 1), inserindo-se em faixa zonal de baixa latitude, o que lhe confere caráter tropical. O clima do município é do tipo Af, segundo a classificação de Köppen, tipicamente tropical, quente e úmido com temperaturas médias mensais superiores a 18°C e média anual de 24°C. O índice pluviométrico anual gira em torno de 1500mm, não havendo um só mês com índices médios inferiores a 60mm (Figura 2) (AOUAD, 1998).

De toda a área do município, apenas 4,92% do território encontra-se coberta com floresta em estágio primário, sendo 25,60% ocupados por floresta secundária em estágio intermediário de regeneração, 19,03% de formações de pasto, 20,65% de silvicultura de eucalipto, 1,33% de área urbana, dentre outras componentes que constroem a paisagem do município.

Duas categorias de paisagem foram analisadas, a saber:

Floresta Contínua de Mata Original (FC): representada pela RPPN Estação Vera Cruz (pertencente a multinacional Veracel Celulose S.A.), um remanescente florestal com 6.069ha de mata, em sua maioria primária, em excelente estado de conservação, tendo sofrido apenas cortes seletivos de madeira em alguns pontos. Atualmente a Estação Vera Cruz é reconhecida pela UNESCO como Sítio do Patrimônio Mundial Natural.

Por se tratar de um dos maiores fragmentos de mata primária da região, com área consideravelmente maior que a área média dos demais fragmentos vizinhos, foi, para fins deste estudo, considerado como uma área representativa de floresta contínua atual.

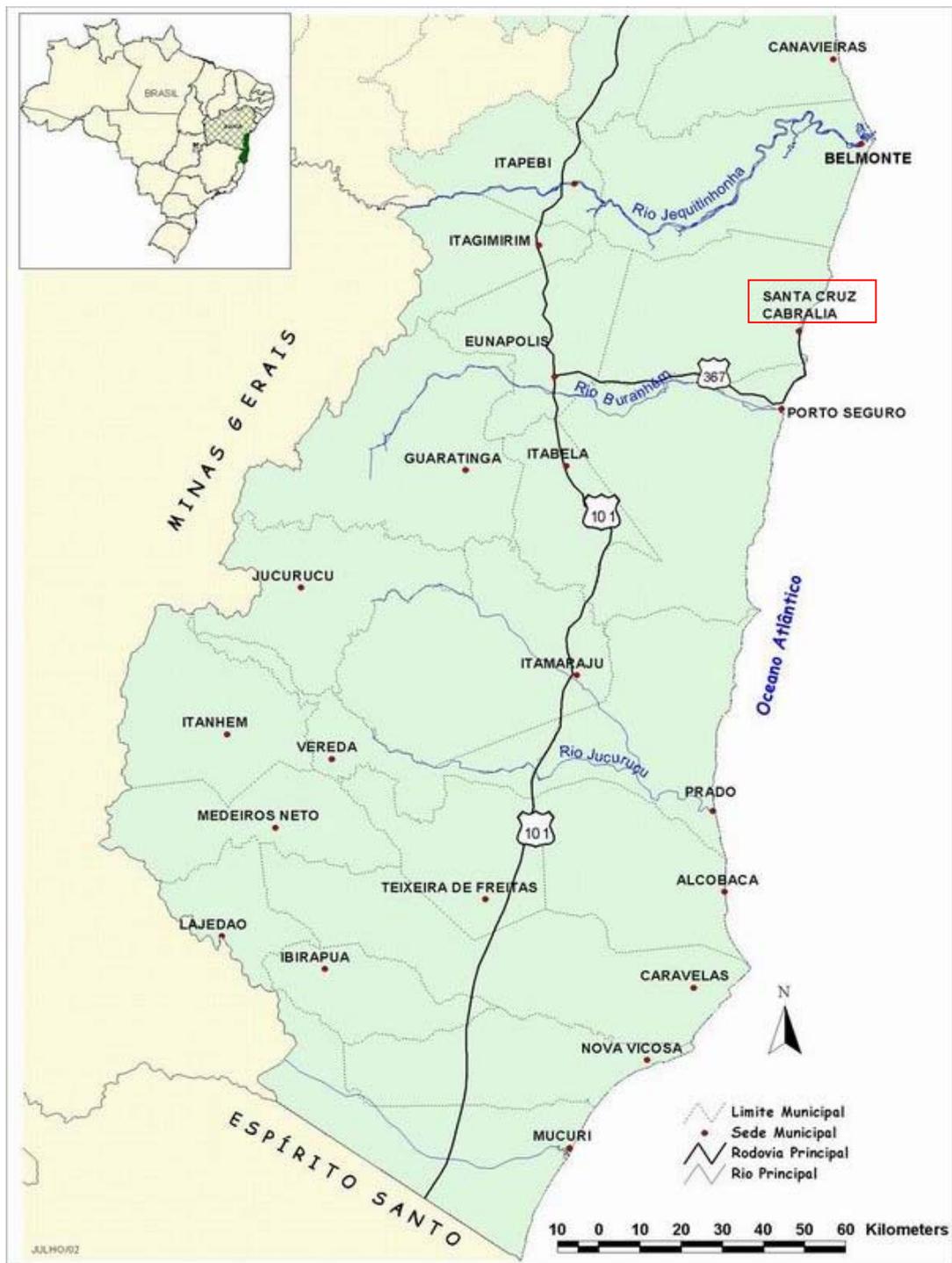


Figura 1: Mapa de situação da área do município de Santa Cruz Cabrália.

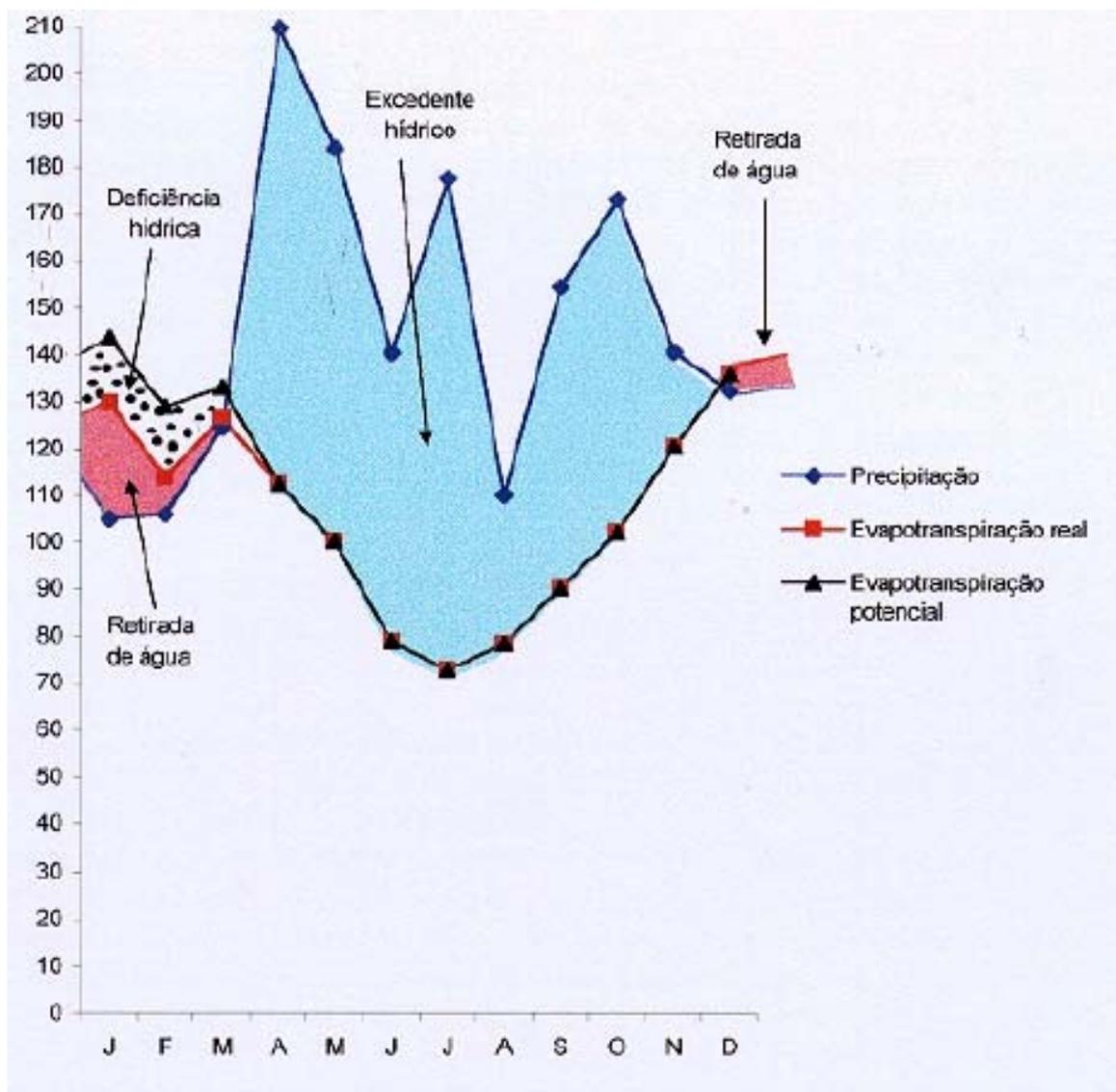


Figura 2: Climatograma representativo para o município de Santa Cruz Cabrália.

Fragmento Florestal (FF): representado por quatro fragmentos (manchas) de mata em estágio secundário de desenvolvimento, com extensão de 100-200ha (pertencentes a multinacional Veracel Celulose S.A.). Localizados sobre regiões de platô, os fragmentos encontram-se rodeados por pastagens e plantações de eucalipto.

3.2 Delineamento experimental

Foram utilizadas oito unidades amostrais (réplicas espaciais) (Figura 3), sendo quatro dispostas na categoria de paisagem **FC**: **FC1** (16°19.848'S, 39°07.546'W), **FC2** (16°19.520'S, 39°07.191'W), **FC3** (16°17.590'S, 39°09.190'W) e **FC4** (16°17.861'S, 39°09.352'W) (Figura 4), destas, FC1 e FC2 situam-se no interior da mancha florestal e FC3 e FC4 na região de borda e quatro distribuídas entre os fragmentos representantes da categoria de paisagem **FF**: **FF1** (16°22.760'S, 39°12.371'W), **FF2** (16°16.589'S, 39°16.932'W), **FF3** (16°15.670'S, 39°17.807'W) e **FF4** (16°15.007'S, 39°17.406'W) (Figura 5), sendo uma unidade amostral por fragmento. Cada unidade amostral correspondeu a um transecto de 96m de comprimento, onde a cada 12m de sua extensão foram coletadas, alternadamente (à direita e à esquerda), amostras a uma distância perpendicular de 5m (Figura 6), perfazendo oito amostras por transecto e trinta e duas por categoria de paisagem, totalizando sessenta e quatro amostras simples.

3.3 Coleta de solo

Com auxílio de uma pá de jardineiro foram coletadas amostras de solo, à profundidade de 0 a 20 cm de onde a concentração de esporos é reconhecidamente maior (SUTTON & BARRON, 1972; REDHEAD, 1977 *apud* TRUFEM & BONONI, 1985), com aproximadamente 500g, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes, não utilizados antes para outros fins, e conduzidas para laboratório onde permaneceram à temperatura ambiente protegidas da umidade em local seco e arejado até o processamento. As coletas foram realizadas no mês de dezembro de 2002.

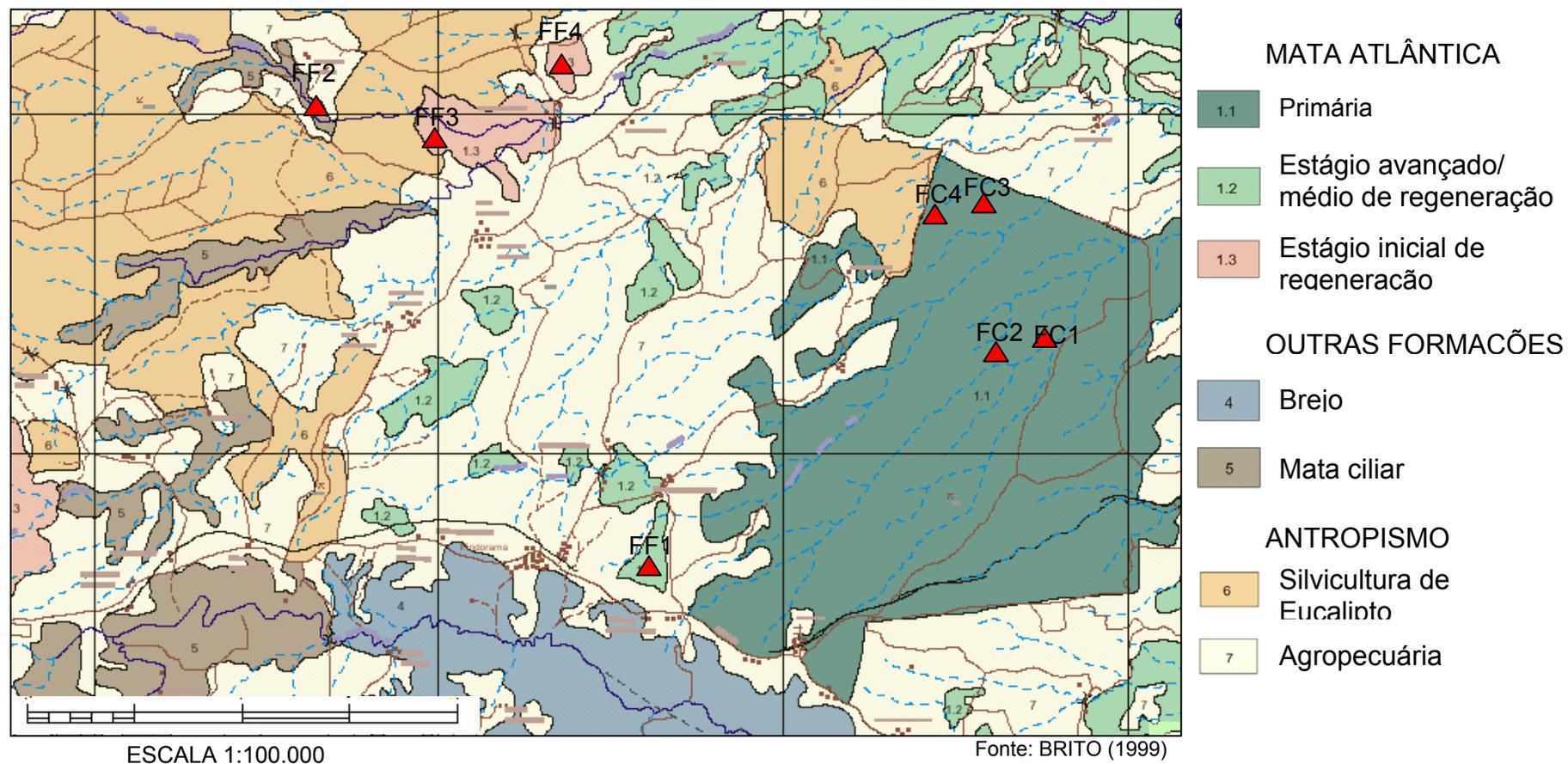


Figura 3. Mapa de localização das estações de estudo, evidenciando as diversas formações vegetais encontradas na região.



Figura 4. Visão parcial das estações de floresta contínua estudadas: (A) floresta 1; (B) floresta 2; (C) floresta 3; (D) floresta 4.



Figura 5. Visão parcial dos fragmentos florestais estudados: (A) fragmento 1; (B) fragmento 2; (C) fragmento 3; (D) fragmento 4.

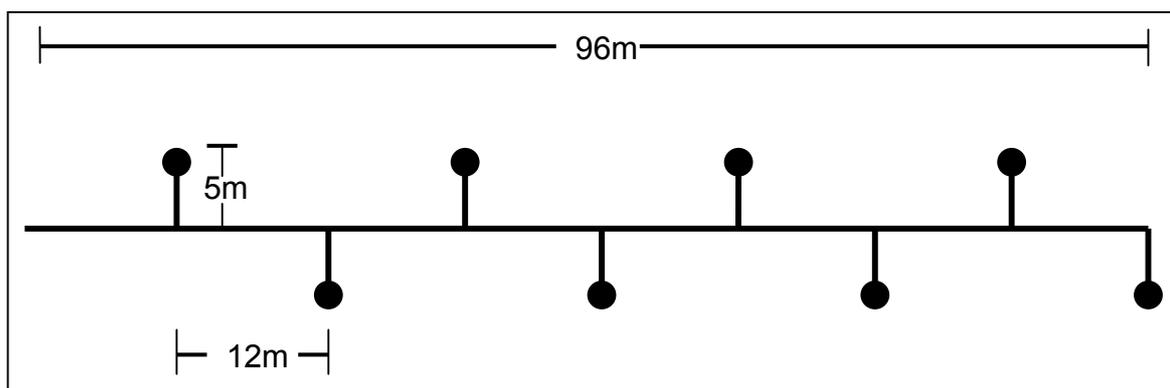


Figura 6. Diagrama representativo da unidade amostral utilizada. As linhas representam a trajetória percorrida e os pontos, os locais de coleta.

3.4 Análise dos parâmetros físicos e químicos do solo

Das amostras de solo foram retiradas subamostras para determinação dos parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), teor de matéria orgânica (g/Kg), capacidade de retenção de água (g.Kg⁻¹), condutividade (dS/m), teores de alumínio trocável ($\text{Al}^{3+}\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), magnésio trocável ($\text{Mg}^{2+}\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), potássio trocável ($\text{K}^+\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e fósforo (P mg.dm⁻³).

A determinação do pH foi feita em água, na proporção solo-água de 1/2,5, deixando-se cada amostra em repouso por uma hora e realizando-se a leitura com um potenciômetro de eletrodo combinado – WTW digital pH meter, como descrito por SILVA *et al.* (1999).

Os teores de matéria orgânica foram mensurados pelo método volumétrico utilizando-se o bicromato de potássio como descrito por SILVA *et al.* (1999).

A capacidade de retenção de água foi obtida de acordo com a metodologia descrita por GRISI (1995), enquanto a determinação da densidade real, densidade aparente e condutividade foi feita de acordo com EMBRAPA (1994).

As análises dos teores de Al^{3+} , Mg^{2+} , K^+ e P foram realizadas pelo Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá – Paraná, sendo utilizados os seguintes extratores: Cloreto de Bário a quente para Al^{3+} e Mg^{2+} e Mehlich 1 para K^+ e P.

3.5 Extração dos esporos

Os esporos dos FMA foram separados para contagem e identificação, a partir de 100g de solo seco, pela técnica de decantação e peneiramento úmido, proposta por GERDEMANN & NICOLSON (1963), combinada à técnica de centrifugação em solução de sacarose a 50% (JENKINS, 1964). Neste procedimento, cada amostra de solo foi misturada com água num recipiente e todos os torrões (aglomerados) existentes foram desfeitos com a mão. Na seqüência, o material foi decantado por um minuto, sendo o sobrenadante vertido sobre as três peneiras sobrepostas,

procedimento este repetido por cinco vezes. Os materiais retidos na primeira e segunda peneira, cujas aberturas de malha eram de 125 μ m e 71 μ m respectivamente, foram transferidos e armazenados em placas de Petri para posterior montagem de lâminas. O material retido na última peneira (45 μ m) foi recolhido em um tubo de ensaio e submetido à centrifugação em água, à 1750rpm durante cinco minutos. O sobrenadante foi descartado e, ao material depositado no fundo, adicionou-se solução de sacarose (50%). O material foi ressuspensão com auxílio de bastão de vidro e os tubos de ensaio foram novamente levados à centrífuga (1750rpm) por 1 minuto. O sobrenadante foi vertido na peneira de menor abertura de malha e os esporos retidos na mesma foram lavados com água corrente e transferidos para placas de Petri devidamente identificadas. Os esporos foram mantidos em geladeira até o momento da montagem em lâminas, para evitar que bactérias e fungos colonizassem sua superfície e, conseqüentemente, alterassem suas características morfológicas e histoquímicas, o que inviabilizaria o processo de identificação dos FMA.

3.6 Montagem das lâminas e identificação das espécies

Cada placa de Petri contendo os esporos foi vertida sobre um pequeno bastidor (5cm de diâmetro) com malha de plâncton de 40 μ m de abertura. Com o auxílio de um estilete histológico, os esporos foram transferidos da malha para lâminas de vidro. Nestas, os esporos foram divididos em dois grupos: à esquerda foram montados em PVLG (álcool polivinílico-lactoglicerol) e à direita em PVLG + Melzer (MORTON *et al.*, 1993). Ambos os grupos foram recobertos com lamínulas de vidro. Após a montagem, as lâminas foram levadas à estufa (\pm 40 C) por um período de 24 a 48 horas, para secagem da resina. A secagem da resina favorece a quebra dos esporos, que é realizada a partir de leves pressões aplicadas sobre a lamínula. Este procedimento permite a visualização das paredes internas (quando ocorrem) dos esporos, o que é de fundamental importância para a identificação das espécies.

A identificação dos FMA foi realizada com auxílio de microscópio óptico equipado de objetiva micrométrica. Nesta etapa, foram feitas anotações acerca de características morfológicas dos esporos (forma, cor, tamanho), características da

parede (número, espessura, ornamentação), tipo de hifa esporígena e modo de esporulação (esporos em esporocarpo ou isolados). Para subsidiar o trabalho de identificação, foram utilizadas chaves especializadas de identificação (BONONI & TRUFEM, 1983; GERDEMANN & TRAPPE, 1974; SHENCK & PÉREZ, 1988), descrições de espécies fornecidas pelo banco de dados do INVAM (The International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi – <http://invam.caf.wva.edu>) além de outras publicações pertinentes.

3.7 Quantificação dos esporos

Após a confecção das lâminas foram determinados, o número total de esporos em cada amostra de solo e o número de esporos de cada espécie presente em cada amostra, com o auxílio de microscópio óptico.

3.9 Análise dos dados

Para análise dos dados, optou-se por analisar as comunidades de esporos dos FMA por meio de duas vertentes distintas (ecológica e estatística), porém complementares:

Índices ecológicos – foram utilizados, a fim de expressar a riqueza de espécies, dominância, equitatividade, diversidade e similaridade das comunidades de FMA dos pontos e das categorias de paisagem amostradas. Para tanto, e de acordo com LAROCCA (1995), os seguintes índices foram empregados:

- **ÍNDICE DE MARGALEF** - mede a riqueza de espécies por meio da fórmula: $R = S - 1/\text{Log } N$, onde **R** é a riqueza de espécies, **S** é o número de espécies e **N** é o número total de esporos na amostra;
- **NÚMERO RELATIVO DE ESPOROS** – mostra a porcentagem de esporos por espécie na amostra e é representado pela fórmula: $NR = (Z.N^{-1}).100$, onde **NR** é o número relativo, **Z** é o número de esporos de cada espécie na amostra e **N** é o número total de esporos na amostra;

- **FREQÜÊNCIA RELATIVA** – indica a freqüência de ocorrência de cada espécie, e é determinada pela expressão: $FR = (NA.TA^{-1}).100$, onde **FR** é a freqüência relativa, **NA** é o número de amostras em que cada espécie ocorreu e **TA** é o número total de amostras analisadas;
- **ÍNDICE DE SHANNON** – mede a diversidade de espécies e é expresso pela fórmula: $H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$ onde p_i é a proporção de todos os esporos de uma dada espécie. O índice de Shannon geralmente assume valores entre 1,5 e 3,5, sendo rara a ocorrência de comunidades com valores acima de 4,5;
- **ÍNDICE DE PIELOU** – mede a equitatividade das espécies, ou seja, quanto as proporções das espécies estão igualmente distribuídas na comunidade. Tem como fórmula: $J' = (H' \cdot H_{max})^{-1}$, sendo **J'** o índice de Pielou, **H'** o valor obtido para o índice de Shannon e $H_{max} = \log_2 S$ valores teóricos para o caso de todas as espécies apresentarem a mesma proporção = $1/S$. **S** representa o número total de espécies presentes na comunidade. Este índice pode assumir valores de 0 (dominância de uma espécie) a 1 (todas espécies com a mesma proporção = $1/S$, isto é, $H' = H_{max}$);
- **ÍNDICE DE SIMPSON** – mede a dominância de uma espécie na comunidade. É representado pela expressão: $C = \sum p_i^2$, onde **C** é o índice de Simpson e p_i é igual a n_i / N sendo n_i o número de esporos de uma determinada espécie e **N** é o número total de esporos. Este índice poder assumir valores de 0 a 1. Para se expressar a diversidade, utiliza-se seu valor complementar: **1-c**;
- **ÍNDICE DE CONSTÂNCIA** – mede a permanência de uma espécie dentro do total de amostras avaliadas. É representado pela expressão $IC = p \cdot 100 / P$, onde **p** é o número de amostras onde a espécie foi verificada e **P** é o número total de amostras estudadas. Este índice assume valores percentuais que vão desde valores próximos a 0 até 100.
- **COEFICIENTE DE SORENSEN** – mede a similaridade entre os pares de amostras. É representado pela fórmula: $S = 2w / a + b \cdot 100$ onde **S** é o índice, **w** é

o número de espécies comuns às duas amostras, **a** é o número de espécies da amostra A e **b** é o número de espécies da amostra B. Esse índice será usado para verificar a similaridade entre as unidades amostrais e as categorias de paisagem.

Análises estatísticas – foram realizadas com o intuito de verificar o comportamento das médias dos parâmetros abióticos analisados, abundâncias dos esporos de FMA e dos índices ecológicos, bem como investigar a existência de relações entre os parâmetros abióticos, estações de coleta e espécies de FMA. Para tanto, foram empregadas as seguintes análises:

- ANÁLISE DE CORRELAÇÃO SPEARMAN – para investigar a existência de correlação entre a variação da abundância de esporos de FMA e as variáveis do ambiente.
- ANÁLISE DE CLASSIFICAÇÃO – para evidenciar os agrupamentos das áreas, de acordo com os resultados de abundância obtidos. Foram utilizados os algoritmos, coeficiente Distância Euclidiana Simples (DES) em associação ao método de Associação Média (UPGMA), através do Programa MVSP versão 3.1 For Windows. O coeficiente de correlação cofenético foi calculado utilizando-se o Programa FITOPAC for DOS. Esta análise permite que estações com características bióticas (ou abióticas) similares sejam agrupadas, de modo a evidenciar possíveis relações entre as estações.
- ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA – para relacionar a distribuição das abundâncias das espécies com as variáveis abióticas do solo e as estações de coleta por meio de uma ordenação gerada pela análise de redundância (RDA, *Redundancy Analysis*). Segundo TER BRAAK (1988), este método de ordenação consiste em sintetizar em um gráfico com eixos perpendiculares a variação multidimensional de um conjunto de variáveis ambientais. Espécies e variáveis ambientais são transformadas em coordenadas (*scores*) correspondentes à sua projeção em cada eixo de ordenação (*eigenvector*). O autovalor (*eigenvalue*) é o peso relativo de cada eixo na explicação da variância total dos dados. A RDA requer que os

dados sejam organizados em duas matrizes - uma de espécies e outra contendo as variáveis ambientais

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros químicos e físicos do solo

Os valores médios dos diferentes parâmetros edáficos analisados, encontram-se sumarizados na Tabela 1 (detelhes no Anexo 1). De modo geral, os valores encontrados foram bastante similares entre as estações estudadas a exceção dos valores de fósforo e capacidade de retenção de água onde algumas estações apresentaram variações discrepantes. Para os teores de fósforo, nota-se as estações FC3 e FC4 com valores médios de 70,87 e 34,17mg/dm³ respectivamente, valores estes considerados muito bons de acordo com EMBRAPA (2004), enquanto as outras estações apresentaram valores que variaram entre baixo e médio. A capacidade de retenção de água apresentou comportamento diferenciado apenas na estação FC2, onde a capacidade de retenção de água no solo foi sensivelmente menor.

4.2 Número de esporos de FMA

Ao todo, foram recuperados 77.273 esporos. Destes, 67.569 (87,45%) foram identificados ao nível de espécie e 9.701 (12,55%) permaneceram sem identificação por se encontrarem danificados ou com sua estrutura modificada pela ação de parasitas e microorganismos decompositores, sendo, portanto sua presença anotada como esporos não-identificados.

O número total de esporos por 100g de solo seco, em amostras individuais, alcançou valores que variaram desde 114, na categoria FF1, a um máximo de 7.107 em FF4. Entretanto, o número médio de esporos variou de 374,87 na categoria FC3 a 2.797 em FF4. Estes valores podem ser considerados extremamente elevados se comparados com outros trabalhos realizados em ambiente de mata como o de TRUFEM (1990), que verificou em região de Mata Tropical na Ilha do Cardoso, no Estado de São Paulo, número médio de esporos da ordem de 50 por 100g de solo e SANTOS (2001), em ambiente de Floresta Atlântica no Litoral Norte do Estado da Bahia, que encontrou um valor médio máximo de 280 esporos por 100g, número

Tabela 1. Valores médios das variáveis do solo mensuradas nas diferentes estações amostradas.

Categoria da Paisagem ¹	pH	Al ³⁺ cmol _c /dm ⁻³	Mg ²⁺ cmol _c /dm ⁻³	K ⁺ cmol _c /dm ⁻³	P mg/dm ⁻³	CDT ³ dS/m	CRA g.Kg ⁻¹	M.O. g.Kg ⁻¹
FC 1	4,88	0,84	0,70	0,14	7,10	162,13	445,19	39,6
FC 2	4,27	0,65	0,77	0,08	15,27	104,06	61,75	32,7
FC 3	4,52	0,48	0,55	0,21	70,87	138,63	332,13	40,8
FC 4	5,08	0,64	0,63	0,13	34,17	102,05	339,38	28,2
FF 1	5,85	0,70	0,65	0,30	8,78	97,74	374,69	35,5
FF 2	6,27	0,30	0,65	0,19	7,78	67,59	306,06	25,1
FF 3	5,24	0,54	0,82	0,09	8,11	98,08	325,00	32,0
FF 4	5,06	0,69	0,66	0,09	8,58	108,08	289,44	43,3

¹ FC = Floresta Contínua e FF = Fragmento Florestal; ²CDT corresponde à condutividade.

ainda bastante inferior ao encontrado neste estudo.

Os esporos dos FMA são estruturas estratégicas de resistência a condições adversas do ambiente. Possuindo paredes que podem ser bastante espessas, os esporos podem permanecer viáveis por longos períodos até, encontrarem condições favoráveis à germinação. O elevado número de esporos encontrado sugere grande presença de FMA em sua forma vegetativa (micelial) e que estes estiveram submetidos a fatores de estresse que, afetando a relação fungo-planta, resultaram na esporulação do fungo. Provavelmente, o principal fator contributivo para a alta incidência de esporos foi o início do período de escassez de chuvas na região. Como a coleta de solo foi feita no final do mês de dezembro, período onde o balanço hídrico da região assume um estado de deficiência (AOUAD, 1998), a redução do índice pluviométrico, após longo período de chuvas, apresentou-se como importante fator de estresse.

Em relação à distribuição do número de esporos nas diferentes categorias de paisagem estudadas, os resultados indicam um comportamento relativamente similar entre as estações amostradas à exceção do FF4 como evidenciado na Figura 7.

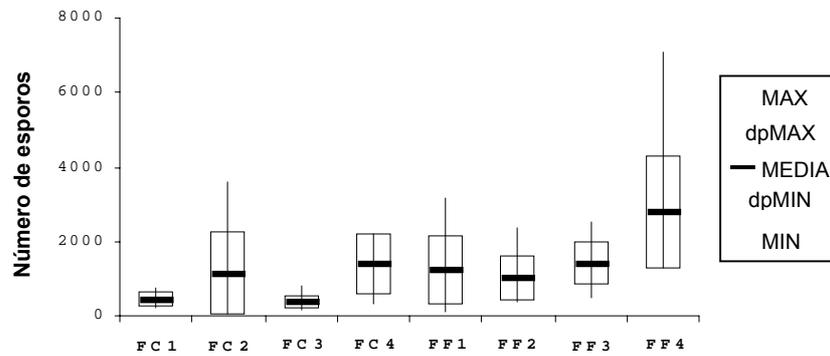


Figura 7 Números médios de esporos nas estações amostradas, desvio máximo e mínimo da média e número máximo e mínimo encontrado para cada estação. FC e FF correspondem às categorias de paisagem Floresta Contínua e Fragmento Florestal, respectivamente.

A Floresta Contínua apresentou um total de 23.354 esporos, enquanto no Fragmento Florestal, foi isolado um total de 4.4215 esporos. É conveniente salientar que o maior número de esporos observado nas áreas de fragmento pode estar relacionado com possíveis alterações na diversidade vegetal e nas condições microclimáticas, principalmente com o aumento da susceptibilidade do ambiente à dessecação, devida principalmente à sua pequena área e maior influência do efeito de borda.

Com a redução dos níveis de umidade e início do período de déficit hídrico (Figura 2), as áreas do fragmento provavelmente perderam água mais rápido que a Floresta Contínua que, devido à sua grande extensão, consegue manter índices de umidade maiores por mais tempo e, deste modo, reduzir a magnitude do estresse sobre a comunidade vegetal e conseqüentemente, sobre os FMA.

De acordo com o dendrograma gerado pela análise de agrupamento do número de esporos em função das estações amostradas (Coeficiente Cofenético igual a $0,8297^3$) (Figura 8), pode-se notar a formação de quatro grupos distintos. As estações FF4 e FC2 encontram-se separadas das demais, formando cada uma um grupo. As demais estações se separam em dois grupos maiores, formados por estações de Floresta Contínua ou somente por estações de Fragmento Florestal.

³ Para Valentin (2000), só são considerados válidos dendrogramas com coeficientes superiores a 0,8.

Este resultado mostra que existiu uma tendência de separação entre as áreas com maior abundância de esporos (fragmento) e as estações de Floresta Contínua, apresentando níveis de abundância inferiores.

Provavelmente a situação diferenciada de FC2 está relacionada com características edáficas desta estação. No momento da coleta foi verificado que o seu solo, de constituição arenosa, apresentava muitas partículas grandes e soltas. Estas características normalmente estão ligadas à baixa capacidade de retenção de água, o que pode ser confirmado pelos resultados obtidos neste estudo, uma vez que a estação FC2 apresentou a menor capacidade de retenção de água, inclusive diferindo significativamente dos valores obtidos para as demais estações (Tabela 1).

A baixa capacidade de retenção de água na estação FC2 provavelmente explica a maior esporulação observada. Com a redução das chuvas, o solo teve suas reservas de água rapidamente esgotadas por percolação e evapotranspiração, submetendo as plantas e os FMA a uma situação de estresse que pode ter desencadeado uma esporulação em massa dos FMA. No entanto não foi verificada correlação entre esta propriedade do solo e o número de esporos (Tabela 2). Os resultados desta Tabela mostram que apenas os valores de potássio (K) apresentaram correlação com o número de esporos ($p = 0,0254$).

Entretanto, a correlação negativa observada entre o número de esporos e os níveis de potássio no solo tem baixa significância e pode ser considerada inconsistente, não indicando que aumentos nos teores de potássio no solo estejam, de fato, relacionados com a diminuição do número de esporos.

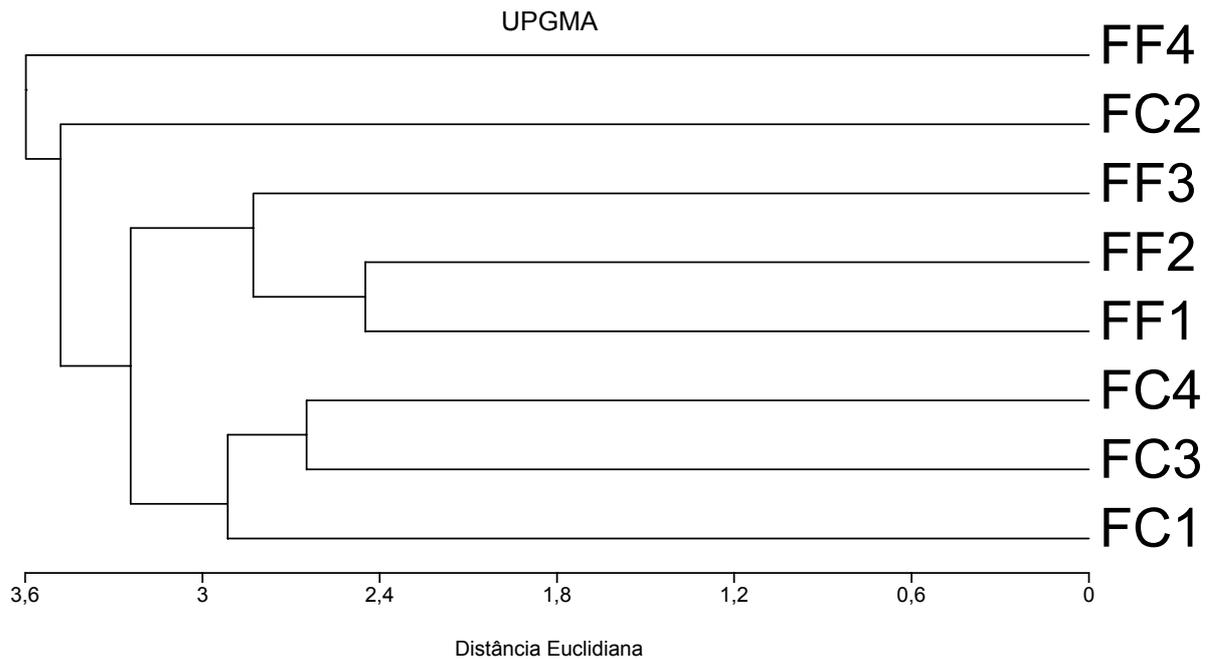


Figura 8. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento do número de esporos em função das estações amostradas. FC e FF correspondem às categorias de paisagem Floresta Contínua e Fragmento Florestal, respectivamente.

Tabela 2. Valores r de correlação Spearman entre o número de esporos (NE) e as variáveis do solo.

	Al	Mg	K	P	CDT	C.R.A.	M.O.
NE	-0,06366	0,09768	-0,2794*	-0,1621	-0,1707	-0,1747	0,05619

(*) $0,05 > P > 0,01$

4.3 Espécies de FMA

Do total de esporos recuperados foram identificados 35 táxons distintos, a saber:

1. *Acaulospora* aff. *koskei* Błaszk. (1995)
2. *Acaulospora bireticulata* F.M. Rothwell & Trappe (1979)
3. *Acaulospora delicata* C. Walker, C.M. Pfeiff. & Bloss (1986)
4. *Acaulospora foveata* Trappe & Janos (1982)

5. *Acaulospora morrowiae* Spain & N.C. Schenck (1984)
6. *Acaulospora scrobiculata* Trappe (1977)
7. *Acaulospora spinosa* C. Walker & Trappe (1981)
8. *Acaulospora* sp.1
9. *Gigaspora gigantea* (T.H. Nicolson & Gerd.) Gerd. & Trappe (1974)
10. *Gigaspora margarita* W.N. Becker & I.R. Hall (1976)
11. *Glomus* aff. *claroideum* N.C. Schenck & G.S. Sm. (1982)
12. *Glomus* aff. *etunicatum* W.N. Becker & Gerd. (1977)
13. *Glomus* aff. *magnicaule* I.R. Hall (1977)
14. *Glomus* aff. *pallidum* I.R. Hall (1977)
15. *Glomus* aff. *proliferum* Dalpé & Declerck (2000)
16. *Glomus* aff. *tenue* (Greenall) I.R. Hall (1977)
17. *Glomus* aff. *versiforme* (P. Karst.) S.M. Berch (1983)
18. *Glomus australe* (Berk.) S.M. Berch (1983)
19. *Glomus clavisporum* (Trappe) R.T. Almeida & N.C. Schenck (1990)
20. *Glomus etunicatum* W.N. Becker & Gerd. (1977)
21. *Glomus fasciculatum* (Thaxt.) Gerd. & Trappe (1974)
22. *Glomus halonatum* S.L. Rose & Trappe (1980)
23. *Glomus heterosporum* G.S. Sm. & N.C. Schenck (1985)
24. *Glomus intraradices* N.C. Schenck & G.S. Sm. (1982)
25. *Glomus invermaium* I.R. Hall (1977)
26. *Glomus macrocarpum* Tul. & C. Tul. (1845)
27. *Glomus microaggregatum* Koske, Gemma & P.D. Olexia (1986)
28. *Glomus microcarpum* Tul. & C. Tul. (1845)
29. *Glomus taiwanense* (C.G. Wu & Z.C. Chen) R.T. Almeida & N.C. Schenck ex Y.J. Yao (1995)
30. *Glomus* sp.1
31. *Glomus*. sp.2
32. *Scutellospora* aff. *castanea* C. Walker (1993)
33. *Scutellospora dipurpurescens* J.B. Morton & Koske (1988)
34. *Scutellospora persica* (Koske & C. Walker) C. Walker & F.E. Sanders (1986)
35. *Scutellospora* sp.

As fotomicrografias das espécies supracitadas podem ser vistas no Anexo 2.

O número de espécies encontrado chama a atenção para a grande diversidade de FMA presentes nas áreas de Floresta Atlântica investigadas. Quando comparado com outras avaliações de diversidade de FMA em Florestas Tropicais (Figura 9), pode-se notar que o presente estudo encontrou grande número de espécies, ficando atrás apenas do trabalho de TRUFEM (1995), que encontrou 47 espécies de FMA em solo rizosférico de 51 fitobiontes da Ilha do Cardoso-SP.

Vale salientar que a diversidade levantada pelo presente estudo é fruto de um esforço de coleta relativamente pequeno, se comparado ao trabalho de TRUFEM (1995) que utilizou 500 amostras simples, portanto corre o risco de estar subestimando a diversidade local de FMA. De qualquer modo, este ainda pode ser considerado uma importante contribuição para o conhecimento da diversidade de FMA no Estado da Bahia, sobretudo diante da escassez de estudos sobre estes fungos no Estado, onde se destacam apenas os trabalhos de SANTOS *et al.* (1995), SANTOS (2001), SILVA *et al.* (2001), ALVES (2002), ARAÚJO *et al.* (2003) e ARAÚJO *et al.* (2004).

A distribuição das espécies de FMA encontradas em função das estações estudadas pode ser visualizada na Tabela 3.

Foram recuperadas espécies pertencentes a quatro gêneros, a saber: *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus* e *Scutellospora*. Não foram encontrados esporos pertencentes aos gêneros *Archaeospora*, *Entrophospora* e *Paraglomus*. Isto, no entanto, não significa que tais gêneros não ocorram nas áreas estudadas. Estes podiam estar presentes na forma de micélio, ou o método de amostragem utilizado pode não ter sido adequado para recuperar suas estruturas de resistência.

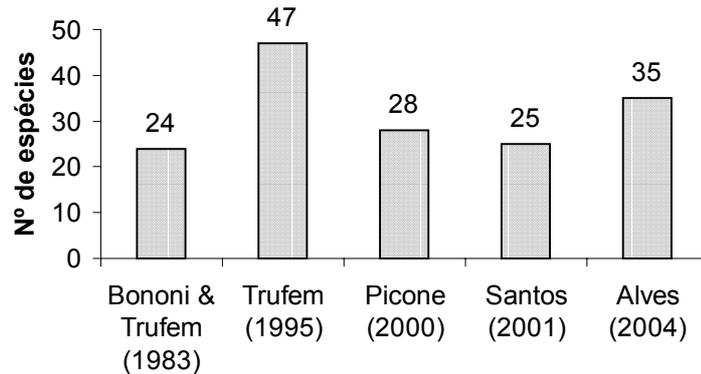


Figura 9. Número de espécies de FMA encontrado neste e em outros estudos realizados em Florestas Tropicais.

De acordo com MORTON *et al.* (1995), para um levantamento mais preciso da composição e distribuição de FMA em solo de campo, faz-se necessária a diversificação dos métodos de amostragem, principalmente com a utilização do método conhecido como iscagem ou cultura armadilha. Segundo estes autores, a utilização de métodos complementares é de suma importância para viabilizar a amostragem de espécies nativas raras ou mesmo daquelas que ocorrem em níveis de abundância bastante discretos no ambiente.

Todos os gêneros encontrados foram observados tanto na Floresta Contínua quanto nos Fragmentos Florestais. Entretanto, dos quatro gêneros amostrados, *Glomus* foi o mais representativo (Figura 10), apresentando um total de 21 espécies. Destas, *Glomus* sp. 1 e *Glomus* sp. 2, foram identificadas apenas até o nível de gênero por suas características não se assemelharem a nenhuma espécie descrita

Tabela 3. Ocorrência dos táxons de FMA nas diferentes estações amostradas. FC e FF correspondem às categorias floresta contínua e fragmento florestal, respectivamente.

Espécies de FMA	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4	A
<i>A. aff. koskei</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	2
<i>A. bireticulata</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	2
<i>A. delicata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	1
<i>A. foveata</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	2
<i>A. morrowiae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	8
<i>A. scrobiculata</i>	+	-	+	-	-	+	-	-	3
<i>A. spinosa</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	2
<i>Acaulospora</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	+	-	1
<i>Gi. gigantea</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	1
<i>Gi. margarita</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Gl. aff. claroideum</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	2
<i>Gl. aff. etunicatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	1
<i>Gl. aff. magnicaule</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	1
<i>Gl. aff. pallidum</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	2
<i>Gl. aff. proliferum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	1
<i>Gl. aff. tenue</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	1
<i>Gl. aff. versiforme</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	3
<i>Gl. australe</i>	+	-	-	+	+	+	+	+	6
<i>Gl. clavisorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	1
<i>Gl. etunicatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	8
<i>Gl. fasciculatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	8
<i>Gl. halonatum</i>	-	+	+	-	+	+	+	+	6
<i>Gl. heterosporum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	8
<i>Gl. intraradices</i>	-	+	-	-	-	+	+	+	4
<i>Gl. invermaium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	8
<i>Gl. macrocarpum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	8
<i>Gl. microagregatum</i>	-	+	-	+	-	+	+	+	5
<i>Gl. microcarpum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	8
<i>Gl. taiwanense</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	2
<i>Glomus</i> sp.1	-	-	-	-	+	+	+	+	4
<i>Glomus</i> . sp.2	-	-	-	-	-	-	+	+	2
<i>S. aff. castanea</i>	-	-	+	-	+	-	+	+	4
<i>S. dipurpurascens</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	7
<i>S. persica</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	3
<i>Scutellospora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	1

A número de categorias de paisagem em que o táxon foi verificado; +presença; - ausência

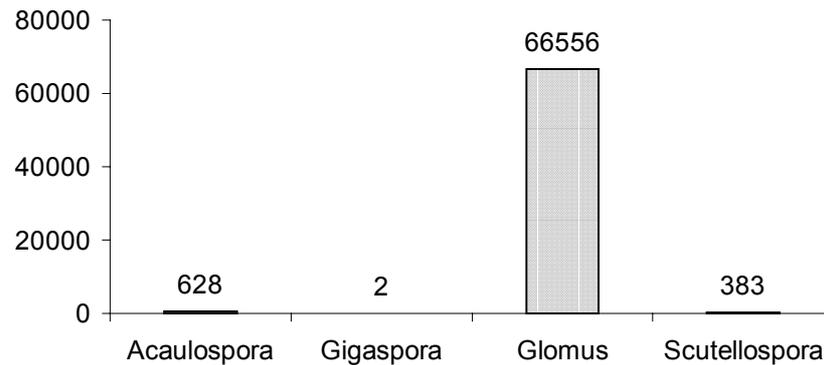


Figura 10. Número total de esporos de FMA nos diferentes gêneros.

até o momento. Provavelmente trata-se de espécies novas para a ciência. *Acaulospora* foi o segundo gênero mais abundante com um total de oito espécies, sendo uma, *Acaulospora* sp., também uma provável espécie nova. *Scutellospora* esteve representado por três espécies conhecidas e uma ainda não descrita e o gênero *Gigaspora* apresentou-se com apenas duas espécies.

CARRENHO *et al.* (2001), ao avaliarem a rizosfera de três espécies de fitobiontes em ambiente de Mata Ciliar em Moji-Guaçu, SP, observaram o gênero *Glomus* como o mais abundante. Da mesma forma, TRUFEM *et al.* (1990) investigando FMA em plantas ornamentais do Jardim Botânico de São Paulo, também encontraram *Glomus* como o gênero mais representativo. Nesta última referência, os autores identificaram 13 espécies de *Glomus*, 10 de *Acaulospora* e sete de *Scutellospora*.

Conforme sugerido por BONONI & TRUFEM (1983), a ocorrência generalizada de um determinado táxon de FMA pode representar uma maior agressividade ecológica deste no ambiente. Da mesma forma, a ocorrência restrita pode significar uma menor agressividade e uma tendência à associação do FMA com fitobiontes específicos.

Considerando-se o índice de constância, as espécies mais agressivas foram: *Gl. macrocarpum*, *Gl. etunicatum* e *Gl. invermaium*, todas com 100% de constância;

A. morrowiae, com 67,19%; *Gl. microcarpum*, com 62,5%; *Gl. heterosporum*, com 45,31%; *Gl. fasciculatum*, com 43,75%; *Gl. australe*, com 42,19%; *Gl. halonatum*, com 40,63% e *S. dipurpurascens*, com 34,38%. As demais espécies apresentaram índices de constância inferiores a 18% (Tabela 4), podendo, portanto, ser consideradas menos agressivas.

4.4 Estudo comparativo entre as estações amostradas

Nas Tabelas 5 e 6, são apresentados os números totais de esporos de cada espécie, sua frequência relativa e abundância relativa, além dos valores de abundância de esporos para cada estação, bem como a riqueza, diversidade e equitabilidade.

O número de espécies por estação amostrada variou de 12 em FC4 até 21 em FF4. Conforme evidenciado na Figura 11, as estações do fragmento florestal apresentaram números de espécies superiores às estações da floresta contínua.

Diante destes resultados, é possível supor que a fragmentação florestal pode ter influenciado a comunidade de FMA, estimulando o aumento do número de espécies nos fragmentos.

De acordo com a hipótese proposta por CONNELL (1978), a alta diversidade, comumente observada para espécies arbóreas em florestas tropicais úmidas e em recifes de coral, é reflexo de um estado natural de desequilíbrio ambiental. Caso não haja distúrbios, o sistema irá caminhar para um estado de equilíbrio com baixos índices de diversidade. Ainda segundo este autor, a diversidade assume níveis baixos tanto para distúrbios ambientais mínimos como para máximos, alcançando um valor máximo de diversidade em dosagens intermediárias de perturbação.

Segundo ABBOTT & GAZEY (1994), ainda não se sabe o quanto a teoria de Connell se aplica aos FMA. Entretanto, ao discutirem os efeitos dos distúrbios ambientais sobre estes organismos, os autores afirmam que um aumento inicial da

Tabela 4. Índices de constância verificados para as espécies de FMA.

Espécie de FMA	I.C.*
<i>A. aff koskei</i>	3,13
<i>A. bireticulata</i>	3,13
<i>A. delicata</i>	1,56
<i>A. foveata</i>	6,25
<i>A. morrowiae</i>	67,19
<i>A. scrobiculata</i>	7,81
<i>A. spinosa</i>	3,13
<i>Acaulospora</i> sp.1	1,56
<i>Gi. gigantea</i>	1,56
<i>Gi. margarita</i>	1,56
<i>Gl. aff claroideum</i>	3,13
<i>Gl. aff etunicatum</i>	1,56
<i>Gl. aff magnicaule</i>	3,13
<i>Gl. aff pallidum</i>	4,69
<i>Gl. aff proliferum</i>	1,56
<i>Gl. aff tenue</i>	1,56
<i>Gl. aff versiforme</i>	4,69
<i>Gl. australe</i>	42,19
<i>Gl. clavisporum</i>	3,13
<i>Gl. etunicatum</i>	100,00
<i>Gl. fasciculatum</i>	43,75
<i>Gl. halonatum</i>	40,63
<i>Gl. heterosporum</i>	45,31
<i>Gl. intraradices</i>	10,94
<i>Gl. invermaium</i>	100,00
<i>Gl. macrocarpum</i>	100,00
<i>Gl. microagregatum</i>	14,06
<i>Gl. microcarpum</i>	62,50
<i>Gl. taiwanense</i>	3,13
<i>Glomus</i> sp.1	17,19
<i>Glomus</i> . sp.2	4,69
<i>S. aff castanea</i>	9,38
<i>S. dipurpurescens</i>	34,38
<i>S. persica</i>	12,50
<i>Scutellospora</i> sp.	1,56

*Índice expresso em porcentagem. Número total de amostras = 64

Tabela 5. Número total de esporos (NT), freqüência relativa (FR) e abundância relativa (AR) dos táxons de FMA na floresta contínua.

Espécies de FMA	FLORESTA CONTÍNUA											
	FC1			FC2			FC3			FC4		
	NT	FR	AR	NT	FR	AR	NT	FR	AR	NT	FR	AR
<i>A. aff. koskei</i>	-	-	-	1	12,5	0,016	1	12,5	0,038	-	-	-
<i>A. bireticulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12,5	0,019
<i>A. delicata</i>	-	-	-	4	12,5	0,064	-	-	-	-	-	-
<i>A. morrowiae</i>	12	50	0,296	20	75	0,318	41	50	1,567	142	100	1,365
<i>A. scrobiculata</i>	1	12,5	0,025	-	-	-	2	12,5	0,076	-	-	-
<i>Gl. margarita</i>	1	12,5	0,025	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gl. aff. claroideum</i>	-	-	-	-	-	-	2	12,5	0,076	3	12,5	0,029
<i>Gl. aff. pallidum</i>	10	25	0,247	5	12,5	0,08	-	-	-	-	-	-
<i>Gl. aff. tenue</i>	-	-	-	8	12,5	0,127	-	-	-	-	-	-
<i>Gl. aff. versiforme</i>	1	12,5	0,025	5	12,5	0,08	-	-	-	-	-	-
<i>Gl. australe</i>	46	25	1,136	-	-	-	-	-	-	25	12,5	0,24
<i>Gl. etunicatum</i>	606	100	14,96	320	100	5,094	410	100	15,67	1012	100	9,725
<i>Gl. fasciculatum</i>	18	25	0,444	1	12,5	0,016	6	25	0,229	69	25	0,663
<i>Gl. halonatum</i>	-	-	-	1	12,5	0,016	3	25	0,115	-	-	-
<i>Gl. heterosporum</i>	90	25	2,222	43	25	0,684	371	75	14,18	187	50	1,797
<i>Gl. intraradices</i>	-	-	-	78	112,5	1,242	-	-	-	-	-	-
<i>Gl. invermaium</i>	412	100	10,17	2423	100	38,57	600	100	22,94	1783	100	17,13
<i>Gl. macrocarpum</i>	1858	100	45,88	3241	100	51,59	1115	100	42,62	7154	100	68,75
<i>Gl. microagregatum</i>	-	-	-	4	12,5	0,064	-	-	-	2	12,5	0,019
<i>Gl. microcarpum</i>	11	25	0,272	128	50	2,038	54	62,5	2,064	22	62,5	0,211
<i>Gl. taiwanense</i>	800	12,5	19,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. aff. castanea</i>	-	-	-	-	-	-	3	25	0,115	-	-	-
<i>S. dipurpurescens</i>	184	75	4,543	-	-	-	8	25	0,306	5	37,5	0,048
Total de esporos		4050			6282			2616		10406		
Total de espécies		14			15			13		12		
Riqueza		1,57			1,60			1,52		1,19		
Diversidade		1,55			1,08			1,48		0,99		
Equitatividade		0,36			0,30			0,41		0,28		
Dominância		0,715			0,581			0,720		0,488		

- ausência do táxon de FMA; freqüência relativa expressa em porcentagem; (n=8).

Tabela 6. Número total de esporos (NT), frequência relativa (FR) e abundância relativa (AR) dos táxons de FMA nos fragmentos florestais.

Espécies de FMA	FRAGMENTO FLORESTAL											
	FF1			FF2			FF3			FF4		
	NT	FR	AR	NT	FR	AR	NT	FR	AR	NT	FR	AR
<i>A. bireticulata</i>	1	12,5	0,011	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. foveata</i>	7	25	0,079	5	25	0,075	-	-	-	-	-	-
<i>A. morrowiae</i>	114	87,5	1,289	39	50	0,583	100	50	1,138	100	75	0,503
<i>A. scrobiculata</i>	-	-	-	25	37,5	0,374	-	-	-	-	-	-
<i>A. spinosa</i>	6	12,5	0,068	1	12,5	0,015	-	-	-	-	-	-
<i>Acaulospora</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	4	12,5	0,046	-	-	-
<i>Gi. gigantea</i>	-	-	-	1	12,5	0,015	-	-	-	-	-	-
<i>Gl. aff. etunicatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	12,5	0,106
<i>Gl. aff. magnicaule</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	25	0,045
<i>Gl. aff. proliferum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119	12,5	0,598
<i>Gl. aff. versiforme</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12,5	0,01
<i>Gl. australe</i>	181	87,5	2,046	943	87,5	14,09	103	37,5	1,172	151	87,5	0,759
<i>Gl. clavisporum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1142	25	5,741
<i>Gl. etunicatum</i>	680	100	7,687	1239	100	18,51	2164	100	24,63	3186	100	16,02
<i>Gl. fasciculatum</i>	2764	75	31,25	44	37,5	0,657	240	62,5	2,732	662	87,5	3,328
<i>Gl. halonatum</i>	26	87,5	0,294	11	62,5	0,164	29	75	0,33	23	62,5	0,116
<i>Gl. heterosporum</i>	384	50	4,341	255	37,5	3,81	815	50	9,277	285	50	1,433
<i>Gl. intraradices</i>	-	-	-	92	12,5	1,375	30	12,5	0,341	542	37,5	2,725
<i>Gl. invermaium</i>	182	100	2,057	482	100	7,202	400	100	4,553	3134	100	15,76
<i>Gl. macrocarpum</i>	4410	100	49,85	3310	100	49,45	4437	100	50,51	10360	100	52,08
<i>Gl. microagregatum</i>	-	-	-	33	37,5	0,493	12	25	0,137	11	25	0,055
<i>Gl. microcarpum</i>	35	62,5	0,396	118	87,5	1,763	174	87,5	1,981	98	62,5	0,493
<i>Gl. taiwanense</i>	-	-	-	-	-	-	150	12,5	1,707	-	-	-
<i>Glomus</i> sp.1	45	12,5	0,509	5	25	0,075	29	50	0,33	8	50	0,04
<i>Glomus</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	52	25	0,592	2	12,5	0,01
<i>S. aff. castanea</i>	1	12,5	0,011	-	-	-	1	12,5	0,011	1	12,5	0,005
<i>S. dipurpureus</i>	1	12,5	0,011	22	62,5	0,329	44	37,5	0,501	18	25	0,09
<i>S. persica</i>	9	25	0,102	68	62,5	1,016	1	12,5	0,011	-	-	-
<i>Scutellospora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	12,5	0,085
Total de esporos	8846			6693			8785			19891		
Total de espécies	16			18			18			21		
Riqueza	1,65			1,93			1,87			2,02		
Diversidade	1,35			1,58			1,53			1,52		
Equitatividade	0,38			0,44			0,43			0,43		
Dominância	0,645			0,694			0,671			0,672		

- ausência do táxon de FMA; frequência relativa expressa em porcentagem; (n=8)

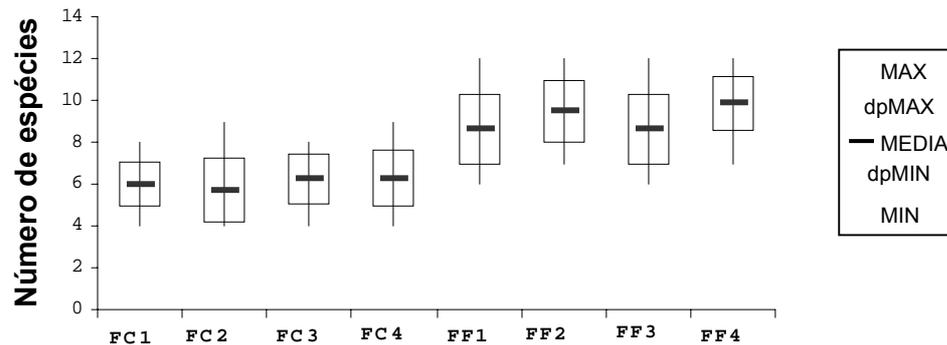


Figura 11. Valores médios, máximos, mínimos e desvios máximo e mínimo da média do número de espécies das estações amostradas. FC e FF correspondem à floresta contínua e fragmento florestal, respectivamente.

diversidade de FMA pode acontecer como resposta a uma entrada de propágulos oriundos de solos vizinhos à região impactada. A depender da composição de espécies presentes inicialmente no ambiente e das espécies imigrantes, interações competitivas ou positivas podem atuar, aumentando ou diminuindo a abundância de determinadas espécies ou a diversidade do ambiente.

Ainda que a hipótese do distúrbio intermediário de Connell não seja conclusiva, ela pode ser vista como um importante ponto de partida para o entendimento dos efeitos do processo de fragmentação sobre as comunidades de FMA.

Considerando-se a variação da distribuição das abundâncias dos táxons, o índice de riqueza variou de 1,19 a 1,60 na categoria FC, enquanto em FF, assumiu valores de 1,65 a 2,02. De forma semelhante, os maiores índices de diversidade foram registrados nas áreas de fragmento (1,35-1,58) enquanto os menores foram registrados na Floresta Contínua (0,99-1,55). Entretanto, parece não ter existido relação direta entre estes dois parâmetros, uma vez que aumentos do índice de riqueza nem sempre foram acompanhados por aumentos do índice de diversidade.

A comparação dos valores de equitatividade (Tabelas 5 e 6) mostrou que as estações de FF possuem comunidades de FMA mais uniformes que as estações de

FC; no entanto, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre elas.

A dominância apresentou-se diretamente relacionada com a equitatividade e mostrou um comportamento mais estável nas estações de FF. Os maiores índices de dominância foram anotados em FC1 e FC3, mostrando que nestas estações apenas algumas espécies encontraram condições ótimas para a esporulação.

Com o auxílio do coeficiente de similaridade de Sorensen, é possível se comparar a diversidade de espécies entre as estações amostradas (Tabela 7). Os valores de similaridade obtidos variaram de 51,6 a 82,3%. As áreas de FF, quando comparadas entre si, apresentaram coeficientes de similaridade mais elevados que os obtidos na comparação com as áreas da FC, e os das áreas de FC entre si.

Este resultado indica que os fragmentos são mais parecidos entre si e possuem composição de espécies de FMA diferente da floresta. Isto é confirmado pelos dados de equitatividade, que nos FF foram mais altos (0,38-0,44) e mais uniformes que os das estações de FC (0,28-0,36).

Conforme evidenciado na Tabela 8, do total de espécies amostrado, 16 ocorreram tanto na categoria Floresta Contínua quanto nos Fragmentos Florestais.

Sete espécies ocorreram apenas na Floresta Contínua e 12 apresentaram distribuição exclusiva nos Fragmentos Florestais.

O maior número de espécies exclusivas observado nas áreas de fragmento pode ser interpretado como reflexo direto de possíveis alterações da diversidade vegetal nos fragmentos estudados. TABARELLI *et al.* (1998), ao avaliarem o efeito da fragmentação da Floresta Atlântica no Estado de São Paulo sobre a composição florística de espécies arbóreas, evidenciaram, com a redução da área do fragmento estudado, substancial aumento na abundância de plantas ligadas a perturbações ambientais, além de um maior número de espécies de dispersão abiótica.

Tabela 7. Matriz de similaridade entre as estações amostradas, evidenciando o valor mínimo e máximo encontrado. FC e FF correspondem à floresta contínua e ao fragmento florestal, respectivamente.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
FC1	-	62	66,6	69	60	62,5	62,5	57,1
FC2	-	-	64,2	59,2	51,6	60	60	61
FC3	-	-	-	72	68,9	64,5	64,5	58,8
FC4	-	-	-	-	71,4	66,6	66,6	60
FF1	-	-	-	-	-	82,3	76,4	64,8
FF2	-	-	-	-	-	-	77,7	66,6
FF3	-	-	-	-	-	-	-	76,9
FF4	-	-	-	-	-	-	-	-

Valores expressos em porcentagem.

Segundo ZAÚ (1998), os efeitos da fragmentação sobre a flora, sobretudo em áreas de borda, podem ser notados tanto na estrutura física da vegetação, quanto na dinâmica populacional e na composição florística. No que tange à composição florística, este autor afirma que é freqüente o surgimento de espécies pioneiras e típicas de clareiras em fragmentos.

Dados obtidos por AIDAR *et al.* (2004) em estudos na Floresta Atântica no Estado de São Paulo, evidenciaram correlação positiva entre a colonização radicular por FMA e o aumento da ocorrência de espécies pioneiras.

De maneira semelhante, ZANGARO *et al.* (2002) observaram que espécies vegetais tipicamente pioneiras são mais susceptíveis à colonização por FMA. Dentro deste contexto, embora se saiba que os FMA aparentemente não apresentam especificidade em relação à planta hospedeira (CUENCA & MENESES, 1996), existem evidências de um alto grau de adaptabilidade dos FMA às condições ambientais e mecanismos genéticos ligados ao processo de reconhecimento planta-FMA (BRUNDRETT, 1991). Deste modo, possíveis alterações florísticas geradas pelo processo de fragmentação podem ter viabilizado o estabelecimento de outras espécies de FMA em associação com as plantas invasoras.

Tabela 8. Espécies de FMA com ocorrências comum ou exclusiva nas categorias de paisagem fragmento florestal (FF) e floresta contínua (FC).

Comuns a FC e FF	Exclusivas de FC	Exclusivas de FF
<i>A. bireticulata</i>	<i>A. aff. koskei</i>	<i>A. foveata</i>
<i>A. morrowiae</i>	<i>A. delicata</i>	<i>A. spinosa</i>
<i>A. scrobiculata</i>	<i>Gi. margarita</i>	<i>Acaulospora</i> sp
<i>Gl. australe</i>	<i>Gl. aff. claroideum</i>	<i>Gi. Gigantea</i>
<i>Gl. etunicatum</i>	<i>Gl. aff. pallidum</i>	<i>Gl. aff. magnicaule</i>
<i>Gl. fasciculatum</i>	<i>Gl. aff. tenue</i>	<i>Gl. Aff. proliferum</i>
<i>Gl. halonatum</i>	<i>Gl. aff. versiforme</i>	<i>Gl. aff. etunicatum</i>
<i>Gl. heterosporum</i>		<i>Gl. clavisporum</i>
<i>Gl. intraradices</i>		<i>Glomus</i> sp.1
<i>Gl. invermaium</i>		<i>Glomus</i> sp.2
<i>Gl. macrocarpum</i>		<i>S. pérsica</i>
<i>Gl. microagregatum</i>		<i>Scutellospora</i> sp.
<i>Gl. microcarpum</i>		
<i>Gl. taiwanense</i>		
<i>S. dipurpurescens</i>		
<i>S. aff. castanea</i>		

Entretanto, para uma melhor compreensão dos dados aqui obtidos, faz-se necessário um estudo que avalie a estrutura e a composição florística das estações amostradas, os quais ainda não foram realizados.

A análise de redundância (Figura 12), embora com baixa significância, o que de acordo com TER BRAAK (1988) não invalida a interpretação do gráfico gerado pela análise, mostrou que algumas espécies de FMA tenderam a se associar com áreas específicas, estando sua ocorrência aparentemente relacionada com algumas propriedades do solo. Como era esperado, verificou-se formação de quatro grupos, semelhantes aos obtidos na análise de agrupamento para o número de esporos (Figura 8), ou seja, dois grupos maiores, compreendendo as áreas FC1, FC3 e FC4, e FF1 FF2 e FF3, e dois grupos formados com apenas uma área, FC2 e FF4.

Propriedades do solo, como condutividade, teores de Al e de matéria orgânica pareceram relacionadas com a área FC2 e as espécies *Gl. etunicatum*, *Glomus* aff. *versiforme*, *Gl. invermaium* *Gl. pallidum*, *A. delicata* e *A. koskei*. Na área FF4 observou-se elevado número de espécies (11), que estavam distribuídas em dois

grupos, um mais próximo, com as espécies *Gl. proliferum*, *Gl. clavisporum*, *Gl. intraradices*, *Glomus* aff. *etunicatum*, *Glomus* aff. *magnicaule* e *Scutellospora* sp., e outro mais distante, com as espécies *Gl. macrocarpum*, *Gl. microcarpum*, *Gl. microaggregatum*, *Gl. etunicatum* e *Glomus* sp. 2. Nesta área, somente matéria orgânica e teor de Mg foram relacionados com a ocorrência das espécies, de forma muito discreta. No grupo compreendido pelas áreas FC1, FC3 e FC4, observaram-se poucas espécies associadas, estas sob influência do fósforo. Cada uma destas estações mostrou-se relacionada com uma espécie. *Gi. margarita* ocorreu exclusivamente na área FC1, *Glomus* aff. *claroideum* esteve relacionado com a área FC3 e *Gl. taiwanense*, com a área FC4, estando *A. bireticulata* e *A. scrobiculata* próximas deste grupo, numa posição intermediária com o grupo dos fragmentos, e sob a influência direta do teor de K. O último grupo, formado pelas estações FF1, FF2 e FF3, também foi associado com um elevado número de espécies. As áreas FF1 e FF2, sob influência da CRA, apresentaram-se associadas com *Gi. gigantea* e com *A. spinosa*, *A. foveata* e *S. persica*, respectivamente. A área FF3 apresentou maior número de espécies, três mais próximas (*Scutellospora* aff. *castanea*, *S. dipurpurascens* e *Acaulospora* sp.) e seis mais distantes (*Gl. halonatum*, *A. morrowiae*, *Gl. fasciculatum*, *Glomus* sp. 1, *Gl. australe* e *Gl. heterosporum*), e estas foram influenciadas pelo pH do solo.

5. CONCLUSÕES

- Foram recuperadas 35 espécies de FMA, sendo as mais predominantes: *Glomus macrocarpum*, *Gl. etunicatum*, *Gl. invermaium*, *Gl. microcarpum*, *Gl. heterosporum*, *Gl. fasciculatum*, *Gl. australe*, *Gl. halonatum*, *Acaulospora morrowiae*, *Scutellospora dipurpurascens*.
- Do total de espécies recuperadas, quatro apresentaram características taxonômicas não descritas anteriormente, podendo, portanto, tratarem-se de espécies novas para a ciência.
- Os fragmentos florestais apresentaram maior número de esporos que a floresta contínua.
- Os parâmetros abióticos mensurados não apresentaram relação com a distribuição das abundâncias de FMA.
- A perturbação ambiental advinda da fragmentação florestal não se mostrou como um fator restritivo à riqueza e à diversidade de FMA, uma vez que a comunidade dos fragmentos apresentou-se mais rica e mais diversa que a comunidade da floresta contínua.
- O comportamento dos FMA, em resposta à fragmentação, mostrou-se compatível com a hipótese de Connell, onde os índices de diversidade assumem níveis baixos mediante distúrbios ambientais mínimos e alcançam maiores valores de diversidade em dosagens intermediárias de perturbação.
- Para melhor entendimento dos efeitos da fragmentação sobre as comunidades de FMA amostradas faz-se necessário conhecer a estrutura e composição florística das áreas estudadas.

6. LITERATURA CITADA

ABBOTT, L. K. N & GAZEY, C. An ecological view of the formation of the VA mycorrhizas. *Plant and Soil*, v.159, p.69-78, 1994.

AIDAR, M. P. M., CARRENHO, R. & JOLY, C. A. Aspects of arbuscular mycorrhizal fungi in an atlantic forest chronosequense Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. *Biota Neotropica*. v. 4, n. 2, p. 1-15,2004. Disponível em URL: <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?article+BN02504022004>

ALBERTS, B, BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K. & WATSON, J. D. *Biologia molecular da célula*. 3^a edição Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

ALLEN, M. F. *Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process*. Chapman & Hall, New York, 1992.

ALVES, L. J. *Verificação da ocorrência de micorriza arbuscular em alguns gêneros de Cyperaceae do litoral norte do estado da Bahia*. Monografia, Universidade Federal da Bahia, 2002.

AOUAD, M. Projeto Porto Seguro – Santa Cruz Cabrália: clima. Salvador: CPRM: Prefeituras Municipais de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, 1998. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, C V M, ALVES, L. J, SANTOS, O. M. & MESQUITA, J. A. Fungos micorrízicos arbusculares em plantações de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. no Litoral Norte da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, n. 3, p. 512-522, 2004.

ARAÚJO, C. V. M., SANTOS, O. M.; ALVES, L. J. & MUNIZ, C. R. R. Fungos micorrízicos arbusculares em espécies de Melastomataceae no Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador-Bahia-Brasil. *Sitientibus: Série Ciências Biológicas*, v. 3, n. ½, p. 115-119, 2003.

BAGYARAJ, D. J., MANJUNATH, A. & PATIL, R. B. Occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas in some tropical aquatic plants. *Transactions of British Mycological Society*, v. 72, n. 1, p. 164-167. 1979.

BIERREGAARD Jr., R. O., LOVEJOY, T. E., KAPOV, V., dos SANTOS, A. A., HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *Bioscience*, v. 4, n. 11, p. 859-866, 1992.

BONONI, V. L. R. *Zigomicetos, Basidiomicetos e Deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas*. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, 1998. 184p. il.

BONONI, V. L. R. & TRUFEM, S. F. B. Endomicorrizas vesículo-arbusculares do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, SP, Brasil. *Rickia*, v. 10, p.???, 1983.

BRITTO, I. C. & MACEDO, J. A. C. Projeto Porto Seguro – Santa Cruz Cabrália: vegetação. Salvador: CPRM: Prefeituras Municipais de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, 1999. 1 CD-ROM.

BRUNDRETT, M. Mycorrhizas in natural ecosystems. *Advances in Ecological Research*, v. 21, p. 171–271, 1991.

BURGES, R. L. Community organization: effects of landscape fragmentation. *Canadian Journal of Botany*, v. 66, p. 2687-2690, 1988.

CARRENHO, R; TRUFEM, S. F. B & BONONI, V. L. R. Fungos micorrízicos arbusculares em rizosferas de três espécies de fitobiontes instaladas em área de mata ciliar revegetada. *Acta Botanica Brasilica*, v. 15, n. 1, p. 115-124, 2001.

CLAYTON, J. S. & BAGYARAJ, D. J. Vesicular-arbuscular mycorrhizas in submerged aquatic plants of New Zealand. *Aquatic Botany*, v. 19, p. 251-262. 1984.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs – high diversity of trees and corals is maintained only in a non-equilibrium state. *Science*, v. 199, p.

302-1310, 1978.

CUENCA, G. & MENESES, E. Diversity patterns of arbuscular mycorrhizal fungi associated with cacao in Venezuela. *Plant and Soil*, v. 183, p. 315-322, 1996.

CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R. & VALLDARES-PADUA, C. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: Ed. UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. 665p.

DAFT, M.J. & NICOLSON, T.H. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. *New Phytologist*, v. 65, n. 3, p. 343-350, 1966.

EMBRAPA, Fertilidade do solo. Página da internet. Disponível em URL: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/feranalise.htm> Acessado em 10/11/2004.

FITTER, A. H. & MOYERSON, B. Evolutionary trends in root-microbe symbioses. In: J. Silvertown, M. Franco & J. L. Harper (eds). *Plant life histories*. Cambridge University Press. p. 265-282, 1997.

FRANCIS, R. & READ, D. J. Direct transfer of carbon between plants connected by vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium. *Nature*, v. 307, n. 5, p. 53-56, 1984.

FRANCIS, R. & READ, D.J. The contribution of mycorrhizal fungi to the determination of plant community structure. *Plant and Soil*, v. 159, p. 11-25, 1994.

FRANCIS, R. & READ, D.J. Mutualism and antagonism in the mycorrhizal symbiosis, with special reference to impacts on plant community structure. *Canadian Journal of Botany*, v. 73, Suppl. 1, p.1301-1309, 1995.

GERDEMANN, J. W. & NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species, extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Transactions of British Mycological Society*, v. 46, p. 235-244, 1963.

GERDEMANN, J. W. & TRAPPE, J. M. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. *Mycologia Memoir*, n. 5, 1974.

GOMES, S. P. & TRUFEM, S. F. B. Fungos micorrízicos arbusculares (Glomales, Zygomycota) na ilha dos Eucaliptos, Represa do Guarapiranga, São Paulo, SP. *Acta Botanica Brasilica*, v. 12, n. 3, p. 393-402, 1998.

GRAHAM Jr., B. F. & BORMANN, F.H. Natural root grafts. *The Botanical Review*, v. 32, n. 3, p. 255-292, 1966.

GRAW, D. The influence of soil pH on the efficiency of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *New Phytologist*, v. 82, p. 687-695, 1979.

GRISI, B.M. Biomassa e atividade de microrganismos do solo: revisão metodológica. *Revista Nordestina de Biologia*, v. 10, n. 1, p. 1-22, 1995.

HABTE, M., ZHANG, Y.C., SCHMITT, D.P. Effectiveness of *Glomus* species in protecting white clover against nematode damage. *Canadian Journal of Botany*, v. 77, p. 135-139, 1999.

HAYMAN, D. S. *Endogone* spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. *Transactions of British Mycological Society*, v. 54, n.1, p. 53-63, 1970.

HAYMAN, D. S. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza: VI. Effect of light and temperature. *New Phytologist*, v. 73, p. 71-80, 1974.

HAYMAN, D. S. & TAVARES, M. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza: XV. Influence of soil pH on the symbiotic efficiency of different endophytes. *New Phytologist*, v. 100, p. 367-377, 1985.

HAYSTEAD, A; MALAJCZUK, N. & GROVE, T. S. Underground transfer of nitrogen between pasture plants infected with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, v. 108, p. 417-423, 1988.

HELGASON, T.; DANIELL, T. J.; HUSBAND, R.; FITTER, A. H. & YOUNG, J. P. W. Ploughing up the wood-wide web? *Nature*, v. 394, p. 431, 1998.

HETRICK, B. A. D. & BLOOM, J. The influence of temperature on the colonization of winter wheat by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycologia*, v. 76, n. 5, p. 953-956, 1984.

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, 1992.

JACOBSON, K. M. Moisture and substrate stability determine VA-mycorrhizal fungal community distribution and structure in an arid grassland. *Journal of Environments*, v. 35, p. 59-75, 1997.

JANOS, D. P. Mycorrhizae influence tropical succession. *Biotropica*, v. 12, p. 56-64. 1980.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, v. 48, p. 692, 1964.

KATTAN, G. H. & ALVAREZ-LÓPEZ, H. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. In: J. Schellas & R. Greenberg (eds.). *Forest patches in tropical landscapes*. Washington: Island Press, 1996. cap. 1, p. 3-18.

KENDRICK, P. & CRANE, P. R. The origin and early evolution of plants on land. *Nature*, v. 389, p. 33-39, 1997.

KOIDE, R. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytologist*, v. 117, p. 365-386, 1991.

KOURTEV, P. S., J. G. EHRENFELD, & M. HÄGGBLÖM. Exotic plant species alter the microbial community structure and function in the soil. *Ecology*, v. 83, p. 3152-3166, 2002.

- LAROCCA, S. *Ecologia: princípios e métodos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; MERONA, J. M. R-de & LAURANCE, S. G. Rain forest fragmentation and the dynamics of amazonian tree communities. *Ecology*, v. 79, n. 6, p. 2032-2040, 1998.
- MARTIN, F. & HILBERT, J. L. Morphological, biochemical and molecular changes during ectomycorrhiza development. *Experientia*, v. 47, p. 321-331, 1991.
- MARTINS, M. A. & CRUZ, A. F. The role of the external mycelial network of arbuscular mycorrhizal fungi: III. A study of nitrogen transfer between plants interconnected by a common mycelium. *Revista de Microbiologia*, v. 29, n. 4, p. 289-294. 1998.
- McCOY, E. D. & MUSHINSKY, H. R. Effects of fragmentation on the richness of vertebrates in the Florida scrub habitat. *Ecology*, v. 75, n. 2 p. 446-457, 1994.
- MILLER, D. D., DOMOTO, P. & WALKER C. Colonization and efficacy of different endomycorrhizal fungi with apple seedlings at two phosphorus levels. *New Phytologist*, v. 100, p. 393-402, 1985.
- MIRANDA, J. C. C. Utilização das micorrizas na agricultura. *Boletim de Pesquisa*, n. 8, Embrapa – CPAC, Brasília, DF, 1981.
- MOORE, J. C., St. JOHN, T. V. & COLEMAN, D. C. Ingestion of vesicular-arbuscular mycorrhizal hyphae and spores by soil microarthropods. *Ecology*, v. 66, n. 6, p. 1979-1981, 1985.
- MORELLATO, L. P. C. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 786-792. 2000.
- MORTON, J. B. & REDEKER, D. Two new families of Glomales, Archaeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera *Archaeospora* and *Paraglomus*, based on

concordant molecular and morphological characters. *Micologia*, v. 93, n. 1, p. 181-195. 2001.

MORTON, J. B., BENTIVENGA, S. P. & WHEELER, W. W. Germ plasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. *Mycotaxon*, v. 48, p. 491-528, 1993.

MORTON, J. B., BENTIVENGA, S. P. & BEVER, J. D. Discovery, measurement, and interpretation of diversity in arbuscular endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes). *Canadian Journal of Botany*, v 73 (Suppl. 1), p. 25-S32, 1995.

MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Annals Review of Phytopatology*, v. 11, p. 171-196, 1973.

MYERS, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *The environmentalist*, v. 8, p. 187-208. 1998.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; da FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-845, 2000.

NAEEM, S.; THOMPSON, L. J.; LAWER, S. P.; LAWTON, J. H.; WOODFIN, R. M. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, v. 368, p. 734-737. 1994.

NEWMAN, E. I. Mycorrhizal links between plants: their functionings and ecological significance. *Advances in Ecological Research*, v. 18, p. 243-270, 1988.

O'CONNOR, P. J., SMITH, S. E. & SMITH, F. A. Arbuscular mycorrhizal associations in the southern Simpson Desert. *Australian Journal of Botany*, v. 49, p. 493-499. 2001.

OEHL, F. & SIEVERDING, E. *Pacispora*, a new vesicular arbuscular mycorrhizal fungal genus in the Glomeromycetes. *Journal of Applied Botany*, v. 78, p. 72–82, 2004.

PAULA, M.A. & SIQUEIRA, J.O. Efeitos da umidade do solo sobre a simbiose endomicorrízica em soja: II. Crescimento, nutrição e relação água-plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 11, p. 289-293, 1987.

PÉREZ, Y. & SCHENCK, N. C. A unique code for each species of VA mycorrhizal fungi. *Micologia*, v. 82, n. 2, p. 256-260, 1990.

PICONE, C. Diversity and abundance of arbuscular-mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 734-750, 2000.

PIMM, S. L., RAVEN, P. Biodiversity: Extinction by numbers. *Nature*, v. 403, p. 843-845, 2000.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. *Biologia da conservação*. Londrina, 2001.

RAINS, K. C.; NADKARNI, N. M. & BLEDSOE, C. S. Epiphytic and terrestrial mycorrhizas in a lower montane Costa Rican cloud forest. *Mycorrhiza*, v. 13, p. 257-264, 2003.

READ, D. Plants on the web. *Nature*, v. 396, p. 22-23. 1998.

READ, D. J., LEWIS, D. H., FITTER, A. H. & ALEXANDER, I. J. *Mycorrhizas in ecosystems*. Wallingford: CAB International. 1992.

REMY, W.; TAYLOR, T. N.; HASS, H. & KERP, H. Four hundred-million-year-old vesicular arbuscular mycorrhizae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 91, p. 11841-11843, 1994.

RIZZINI, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, 1997. 747p.

SAIF, S. R. The influence of soil aeration on the efficiency of vesicular-arbuscular mycorrhizae: I. Effect of soil oxygen on the growth and mineral uptake of *Eupatorium odoratum* L. inoculated with *Glomus macrocarpus*. *New Phytologist*, v. 88, p. 649-659, 1981.

SANTOS, I. S. *Fungos micorrízicos arbusculares em ambientes de mata atlântica e de eucaliptos na região de Entre Rios, Bahia*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, 2001.

SANTOS, O. M.; OLIVEIRA, N. C. & NOVAIS, R. F. Observações preliminares sobre fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em plantas crescendo em dunas na Bahia. *Revista Ceres*, v. 42, n. 240, p. 191-202, 1995.

SCHELHAS, J. & GREENBERG, R. Introduction: the value of forest patches. In: J. Schelhas & R. Greenberg (eds.). *Forest patches in tropical landscapes*. Washington: Island Press, p. 15-36, 1996.

SCHENCK, N. C. & PÉREZ, Y. Manual for identification of mycorrhizal fungi. 2nd ed. Gainesville, IFAS, University of Florida, 1988, 241p.

SCHMIDT, S. K, & SCOW, K. M. Mycorrhizal fungi on the Galapagos Islands. *Biotropica*, v. 18, n. 3, p. 236-240. 1986.

SCHUßLER, A.; SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research*, v. 105, n. 12, p. 1413-1421, 2001.

SILVA, F. C.; EIRA, P. A.; van RAJI, B.; SILVA, C. A.; ABREU, C. A.; GIANELLO, C.; PÉREZ, D. V.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; ABREU, M. F. & BARRETO, W. O. Análise química para avaliação da fertilidade do solo. In: F. C. Silva (org.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa. 1999.

SILVA, G. A. da; MAIA, L. C.; SILVA, F. S. B. da & LIMA, P. C. F. Potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares oriundos de área de caatinga nativa e degradada por mineração, no estado da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 24, n. 2, p. 135-143, 2001.

SIMARD, S. W.; PERRY, D. A.; JONES, M. D.; MYROLD, D. D.; DURALL, D. M. & MOLINA, R. Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature*, v. 388, p. 579-582. 1997.

SIQUEIRA, J. O. & PAULA, M.A. Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela soja em solo sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 10, p. 97- 102. 1986.

SIQUEIRA, J. O., MAHMUD, A. W. & HUBBELL, D. H. Comportamento diferenciado de fungos formadores de micorrizas vesicular-arbusculares em relação à acidez do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 10, p. 11-16, 1986.

SMITH, S. E. & READ, D. J. Vesicular-arbuscular mycorrhizas. In: SMITH, S.E., READ, D.J. (eds.) *Mycorrhizal symbiosis*. 2nd ed., London: Academic Press, p. 9-160, 1997.

St. JOHN, T. V. A survey of micorrhizal infection in an amazonian rain forest. *Acta Amazonica*, v. 10, n. 3, p. 527-533, 1980.

SUAREZ, A. V.; BOLGER, D. T. & CASE, T. J. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in Coastal Southern California. *Ecology*, v. 79, n. 6, p. 2041-2056, 1998.

SUTTON, J. C. & BARRON, G. L. Population dynamics of *Endogone* spores in soil. *Canadian Journal of Botany*, v. 50, p. 1909-1914, 1972.

TABARELLI, M., BAIDER, C. & MANTOVANI, W. Efeitos da fragmentação na floresta atlântica da bacia de São Paulo. *Hoehnea*, v. 25, n. 2, p. 169-186, 1998.

TAYLOR, T. N.; REMY, W.; HASS, H. & KERP, H. Fossil arbuscular mycorrhizae from the Early Devonian. *Mycologia*, v. 84, n. 4, p. 560-573, 1995.

TER BRAAK, C. J. F. *Canoco-A fortran programe for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis (version 2.1)*. Tech.Rep. No. Lwa-88-02. Institute of Applied Computer Science, Statistical Departament Wageningen, 6700 AC Wageningen, The Netlands. 1988.

TESTER, N., SMITH, S. E.; SMITH, F.A. The phenomom of "nonmycorrhizal" plants. *Canadian Journal of Botany*, v. 65, p. 419-431, 1987.

TILMAN, D. & DOWNING, J. A. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature*, v. 367, p. 363-365. 1994.

TISDALL, J. M. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant and Soil*, v. 159, p. 115-121, 1994.

TRUFEM, S. F. B. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares da mata tropical úmida da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasileira*, v. 4, n. 2, p. 31-45, 1990.

TRUFEM, S. F. B. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos arbusculares na rizosfera de plantas da restinga da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 18, n. 1, p. 51-60, 1995.

TRUFEM, S. F. B. & BONONI, V. L. R. Micorrizas vesículo-arbusculares de culturas introduzidas em áreas de cerrado. *Rickia*, v. 12, p. 165-187, 1985.

TRUFEM, S. F. B; GRANDI, R. A. P. & SILVEIRA, R. B. A. Fungos micorrízicos vesiculos-arbusculares em plantas ornamentais do Jardim Botânico de São Paulo, SP. *Hoehnea*, v. 17, n. 1, p. 85-89, 1990.

VALENTIN, J. L. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; KLIRONOMOS, J. N.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P.; STREIWOLF-ENGEL, R.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A. & SANDERS, I. R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, v. 396, p. 69-72. 1998.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A. Arbuscular mycorrhizal fungi as support systems for seedling establishment in grassland. *Ecology Letters*, v. 7, p. 293-303, 2004.

WALKER, C., BLASZKOWSKI, J., SCHWARZOTT, D. & SCHÜßLER, A. *Gerdemannia* gen. nov., a genus separated from *Glomus*, and *Gerdemanniaceae* fam. nov., a new family in the *Glomeromycota*. *Mycological Research*. v. 108, n. 6, p. 707–718, 2004.

WALKER, C. & SCHÜßLER, A. Nomenclatural clarifications and new taxa in the *Glomeromycota*. *Mycological Research*. v. 108, n. 9, p. 6–7, 2004.

WHITTINGHAM, J & READ, D. J. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in natural vegetation systems: III. nutrient transfer between plants with mycorrhizal interconnections. *New Phytologist*, v. 90, p. 277-84, 1982.

ZANGARO, W., NISIZAKI S, M. A., DOMINGOS, J. C. B. & NAKANO, E. M. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do Rio Tibagi, Paraná. *Cerne*, v. 8, n. 1, p. 77-87, 2002.

ZAÚ, A. S. Fragmentação da mata atlântica: aspectos teóricos. *Floresta e Ambiente*. v. 5, n. 1, p. 160-170. 1998.

ZERI – Zero Emissions Research and Initiatives. Página da internet. Disponível em URL: <http://www.zeri.org> Acessado em 10/10/2004.

ANEXOS

Anexo 1

Valores obtidos para os parâmetros do solo em cada amostra analisada.

Tabela 1.1. Valores de pH das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	4,95	4,93	4,58	5,15	6,31	6,33	6,15	5,61
Amostra 2	5,15	4,05	4,18	4,75	5,38	5,81	4,73	4,47
Amostra 3	5,42	4,42	4,55	5,34	6,15	6,32	5,55	4,92
Amostra 4	4,87	3,72	4,79	4,93	6,46	6,28	4,90	4,72
Amostra 5	4,24	3,94	4,75	5,51	5,72	5,91	5,45	4,89
Amostra 6	5,15	3,64	4,52	5,10	5,82	7,38	4,74	4,55
Amostra 7	4,77	3,99	4,70	5,32	5,19	6,33	5,12	4,77
Amostra 8	4,52	5,50	4,12	4,52	5,79	5,82	5,28	6,56

Tabela 1.2. Valores de Al^{3+} (cmol_c/dm⁻³) das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	0,55	0,60	0,60	0,70	0,50	0,90	0,20	0,50
Amostra 2	0,44	0,70	0,30	0,70	0,80	0,20	0,60	0,90
Amostra 3	0,50	0,80	0,40	0,75	0,50	0,20	0,35	0,60
Amostra 4	0,90	0,20	0,60	0,90	0,50	0,20	0,50	0,70
Amostra 5	1,50	0,40	0,70	0,80	0,70	0,40	0,45	0,75
Amostra 6	0,50	0,70	0,80	0,70	0,60	0,10	1,20	1,00
Amostra 7	1,20	0,80	0,10	0,30	1,20	0,20	0,70	0,80
Amostra 8	1,10	1,00	0,30	0,30	0,80	0,20	0,35	0,30

Tabela 1.3. Valores de Mg^{2+} ($cmol_c/dm^{-3}$) das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	0,93	0,87	0,30	0,51	0,54	0,64	1,07	0,76
Amostra 2	0,81	0,55	0,44	0,49	0,45	0,73	0,52	0,42
Amostra 3	0,83	0,46	0,73	0,50	0,87	0,50	1,52	0,60
Amostra 4	0,70	0,97	0,83	0,56	0,94	0,53	0,62	0,76
Amostra 5	0,50	1,21	0,57	0,72	0,53	0,77	0,74	0,44
Amostra 6	0,73	0,83	0,42	0,72	0,66	0,58	0,47	0,51
Amostra 7	0,57	0,96	0,66	0,90	0,57	0,71	0,67	0,71
Amostra 8	0,51	0,30	0,45	0,64	0,60	0,70	0,93	1,08

Tabela 1.4. Valores de K^+ ($cmol_c/dm^{-3}$) das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	0,18	0,09	0,19	0,05	0,36	0,31	0,06	0,08
Amostra 2	0,15	0,07	0,14	0,04	0,32	0,39	0,07	0,08
Amostra 3	0,18	0,09	0,24	0,05	0,25	0,09	0,13	0,07
Amostra 4	0,13	0,11	0,22	0,09	0,29	0,19	0,08	0,09
Amostra 5	0,07	0,11	0,21	0,24	0,17	0,21	0,10	0,06
Amostra 6	0,30	0,06	0,26	0,20	0,34	0,14	0,13	0,07
Amostra 7	0,05	0,09	0,17	0,21	0,29	0,12	0,05	0,12
Amostra 8	0,08	0,02	0,25	0,13	0,36	0,08	0,06	0,15

Tabela 1.5. Valores de **P** (mg/dm⁻³) das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	7,48	14,08	89,47	7,04	10,51	7,34	9,24	7,81
Amostra 2	6,16	13,61	35,09	0,48	9,51	9,24	6,82	11,11
Amostra 3	8,80	10,45	36,85	8,14	8,87	6,38	9,74	10,34
Amostra 4	6,16	29,70	29,15	21,45	9,47	5,50	6,38	8,36
Amostra 5	6,71	18,37	73,15	15,95	5,81	7,81	9,57	6,49
Amostra 6	6,82	12,21	69,52	11,11	9,77	13,86	9,68	7,26
Amostra 7	6,75	14,85	21,45	96,47	7,82	7,04	5,94	8,69
Amostra 8	7,92	8,91	212,30	112,75	8,49	5,06	7,48	8,58

Tabela 1.6. Valores de **CDT** (dS/m) das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	177,10	161,30	159,40	94,80	115,90	67,90	99,10	106,40
Amostra 2	177,80	98,60	127,90	95,60	71,30	47,80	81,50	153,10
Amostra 3	200,00	71,10	179,80	87,50	87,40	53,50	110,70	85,50
Amostra 4	144,70	136,60	165,60	74,00	83,00	45,10	79,60	118,10
Amostra 5	136,20	79,20	99,90	76,00	72,10	70,00	75,20	78,90
Amostra 6	183,70	115,00	115,10	177,50	127,00	78,80	124,00	86,80
Amostra 7	154,80	112,60	120,80	92,20	93,50	98,90	97,10	116,00
Amostra 8	122,70	58,10	140,50	118,80	131,70	78,70	117,40	119,80

Tabela 1.7. Valores de **CRA** (g.K g^{-1}) das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	484,5	89,5	488	341,5	429,5	317	302	231
Amostra 2	515,5	61,5	465	270	19,5	63	396,5	483,5
Amostra 3	419	187	185,5	335	428	299,5	356,5	333,5
Amostra 4	471	45	314,5	406,5	392	379,5	413,5	250,5
Amostra 5	422,5	41,5	323,5	355	396	395,5	131	387,5
Amostra 6	511	27	387,5	350	472,5	411,5	444,5	353
Amostra 7	314,5	33	47,5	404,5	438	307	278	219
Amostra 8	423,5	9,5	445,5	252,5	422	275,5	278	57,5

Tabela 1.8. Valores de **M.O.** g.Kg^{-1} das amostras de solo nas diferentes estações amostradas.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FF1	FF2	FF3	FF4
Amostra 1	33,2	34,2	24,6	46,8	41,3	34,1	32,2	40,1
Amostra 2	37,6	47,2	29,1	36,2	28,8	24,6	19,3	55,3
Amostra 3	61,5	20,5	26,7	33,9	37,5	18,2	47,0	24,2
Amostra 4	37,3	51,5	21,9	36,6	48,5	17,0	30,7	60,2
Amostra 5	36,6	40,5	22,6	37,6	26,1	40,9	33,7	25,0
Amostra 6	36,6	30,1	33,8	45,1	32,2	15,9	30,7	28,0
Amostra 7	38,6	22,1	28,0	65,8	35,5	32,6	25,7	39,4
Amostra 8	35,9	15,4	39,3	24,6	34,2	17,4	37,1	74,2

Anexo 2

PRANCHA 1. A-B *Acaulospora spinosa* C. Walker & Trappe: a) detalhe da parede, b) ornamentação; C-D *A. foveata* Trappe & Janos: c) visão geral, parede externa corada (Melzer), d) ornamentação da parede; E-F *Acaulospora* sp.: e) visão geral, f) detalhe da parede e ornamentação. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 2. A-B *Acaulospora bireticulata* F.M. Rothwell & Trappe: a) visão geral corada (Melzer), b) detalhe da ornamentação; C-D *A. aff koskei* B \square aszk.: c) visão geral corada (Melzer), d) detalhe da parede; E-F *A. scrobiculata* Trappe: e) ornamentação, f) visão geral. As escalas representadas correspondem a 50 μ m.

PRANCHA 3. A *Acaulospora. delicata* C. Walker, C.M. Pfeiff. & Bloss: a) visão geral; B *Scutellospora aff castanea* C. Walker: b) visão geral; C-F *S. dipurpurescens* J.B. Morton & Koske: c) visão geral corada Melzer, d) visão geral, e) detalhe do bulbo, f) detalhe das paredes. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 4. A-B *Scutellospora* sp.: a) ornamentação, b) visão geral evidenciando o bulbo; C-D *S. persica* (Koske & C. Walker) C. Walker & F.E. Sanders: c) visão geral, d) detalhe das paredes; E-F *Glomus* aff *proliferum* Dalpé & Declerck: e) visão geral dos esporos, f) detalhe da hifa. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 5. A-D *Glomus heterosporum* G.S. Sm. & N.C. Schenck: a) visão geral do esporocarpio tipo I, b) detalhe do esporocarpio tipo I, c) visão geral do tipo II, d) detalhe do tipo II evidenciando parede; E-F *Gl. aff magnicaule* I.R. Hall: e) visão geral, f) detalhe da hifa. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 6. A-B *Glomus australe* (Berk.) S.M. Berch: a) visão geral do esporocarpo frouxo, b) detalhe dos esporos; C-D *Gl. intraradices* N.C. Schenck & G.S. Sm.: c) visão geral, d) detalhe; E-F *Gl. taiwanense* (C.G. Wu & Z.C. Chen) R.T. Almeida & N.C. Schenck ex Y.J. Yao: e) visão do esporocarpo fragmentado, f) detalhe dos esporos. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 7. A *Glomus* sp.1: a) visão geral; B *Glomus*. sp.2: b) visão geral; C-D *Gl. invermaium* I.R. Hall: c) visão geral dos esporos, d) detalhe do esporo e da hifa; E-F *Gl. halonatum* S.L. Rose & Trappe: e) visão geral e hifa, f) detalhe da camada evanescente e parede laminada espinhosa. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 8. A *Glomus* aff. *pallidum* I.R. Hall: a) visão geral dos esporos; B *Gl. etunicatum* W.N. Becker & Gerd.: b) visão geral de esporo com duas hifas; C-D *Gl. fasciculatum* (Thaxt.) Gerd. & Trappe: c) visão geral dos esporos, d) detalhe dos esporos; E-F *Gl. macrocarpum* Tul. & C. Tul.: e) visão geral de esporo com duas hifas, f) esporo com uma hifa. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 9. A-B *Glomus clavisorum* (Trappe) R.T. Almeida & N.C. Schenck: a) esporocarpio fragmentado, b) esporocarpio inteiro; C-D *Gl.* aff. *versiforme* (P. Karst.) S.M. Berch: c) visão geral do esporo, d) detalhe do poro; E-F *Gl. microcarpum* Tul. & C. Tul.: e) visão geral do esporocarpio, f) esporos ligados por hifa. As escalas representadas correspondem a 50µm.

PRANCHA 10. A-B *Gigaspora gigantea* (T.H. Nicolson & Gerd.) Gerd. & Trappe: a) visão geral, b) detalhe do bulbo; C-D *Acaulospora morrowiae* Spain & N.C. Schenck: c) visão geral do esporo corado (Melzer), d) visão geral do esporo; E *Glomus microaggregatum* Koske, Gemma & P.D. Olexia: e) visão geral do esporo; F *Glomus* aff. *claroideum* N.C. Schenck & G.S. Sm.: f) detalhe evidenciando a parede. A escala representada em E corresponde a 25µm. Todas as demais correspondem a 50µm.

PRANCHA 11. A-B *Gigaspora margarita* W.N. Becker & I.R. Hall: a) visão geral, b) detalhe do bulbo. As escalas representadas correspondem a 50µm.

Anexo 3

Código de abreviaturas das espécies de FMA adaptado de PÉREZ & SHENCK (1990).

Tabela 1. Código de abreviaturas das espécies de FMA adaptado de PÉREZ & SHENCK (1990)

Espécie de FMA	Abreviatura Específica
<i>A. aff koskei</i>	AKOS
<i>A. bireticulata</i>	ABRT
<i>A. delicata</i>	ADLC
<i>A. foveata</i>	AFVT
<i>A. morrowiae</i>	AMRW
<i>A. scrobiculata</i>	ASCB
<i>A. spinosa</i>	ASPN
<i>Acaulospora</i> sp.	Asp.
<i>Gi. gigantea</i>	GGGT
<i>Gi. margarita</i>	GMRG
<i>Gl. aff claroideum</i>	aff.LCRD
<i>Gl. aff etunicatum</i>	aff.LECT
<i>Gl. aff magnicaule</i>	aff.LMGC
<i>Gl. aff pallidum</i>	aff.LPLD
<i>Gl. aff proliferum</i>	aff.LPRO
<i>Gl. aff tenue</i>	aff.LTNU
<i>Gl. aff versiforme</i>	aff.LVSV
<i>Gl. australe</i>	LAST
<i>Gl. clavisporum</i>	LCVS
<i>Gl. etunicatum</i>	LECT
<i>Gl. fasciculatum</i>	LFSC
<i>Gl. halonatum</i>	LHLN
<i>Gl. heterosporum</i>	LHTS
<i>Gl. intraradices</i>	LINR
<i>Gl. invermaium</i>	LIVM
<i>Gl. macrocarpum</i>	LMCC
<i>Gl. microagregatum</i>	LMAG
<i>Gl. microcarpum</i>	LMRC
<i>Gl. taiwanense</i>	LTAW
<i>Glomus</i> sp.1	Lsp.1
<i>Glomus</i> . sp.2	Lsp.2
<i>S. aff castanea</i>	aff.SCAS
<i>S. dipurpurescens</i>	SDPP
<i>S. persica</i>	SPRS
<i>Scutellospora</i> sp.	Ssp.