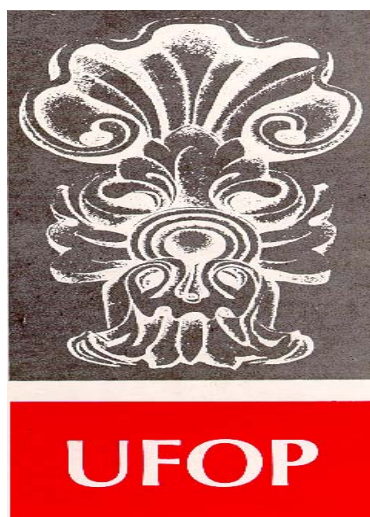

**AVALIAÇÃO DO REGIME HÍDRICO, GEOLÓGICO E
GEOMORFOLÓGICO DAS FLORESTAS PALUDOSAS DO
PARQUE ESTADUAL DO ITACOLOMI: INFLUÊNCIA DOS
FATORES ABIÓTICOS SOBRE A COMPOSIÇÃO
FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA.**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitor

João Luiz Martins

Vice-Reitor

Antenor Barbosa Júnior

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Tanus Jorge Nagem

ESCOLA DE MINAS

Diretor

José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

Vice-Diretor

Wilson Trigueiro de Sousa

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Selma Maria Fernandes



EVOLUÇÃO CRUSTAL E RECURSOS NATURAIS

CONTRIBUIÇÕES ÀS CIÊNCIAS DA TERRA – VOL. 63

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 275

**AVALIAÇÃO DO REGIME HÍDRICO, GEOLÓGICO E
GEOMORFOLÓGICO DAS FLORESTAS PALUDOSAS DO PARQUE
ESTADUAL DO ITACOLOMI: INFLUÊNCIA DOS FATORES
ABIÓTICOS SOBRE A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E
FITOSSOCIOLÓGICA.**

Gabriel Pedreira de Lima

Orientador

Sérvio Pontes Ribeiro

Co-orientador

Hildeberto Caldas de Sousa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciências Naturais, Área de Concentração: Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais

OURO PRETO

2008

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606 e-mail: pgrad@degeo.ufop.br

Os direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

ISSN 85-230-0108-6

Depósito Legal na Biblioteca Nacional

Edição 1ª

Catálogo elaborado pela Biblioteca Prof. Luciano Jacques de Moraes do Sistema de Bibliotecas e Informação - SISBIN - Universidade Federal de Ouro Preto

V.63 Avaliação do regime hídrico, geológico e geomorfológico das Florestas Paludosas do Parque Estadual do Itacolomi: Influência dos fatores abióticos sobre a composição florística e fitossociológica.
Gabriel Pedreira - 2008.

(Contribuições às Ciências da Terra, vol. 63 n. 275)

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais.

ISSN 85-230-0108-6

1. Geologia, Geomorfologia e Regime Hídrico. 2. Variáveis Ambientais. 3. Floresta Paludosa. 4. Parque Estadual do Itacolomi. 5. Ouro Preto. 6. Minas Gerais.

I. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais (Ciências Naturais).

CDU: 551

(815.1).

<http://www.sisbin.ufop.br>

Ao meu irmão Matheus, que por ter um coração tão cheio de amor o acabou trincando.

Fé, Amor e Esperança, Maza.

Agradecimentos

Desde o início dos trabalhos, até a produção deste documento, muitas pessoas e amigos colaboraram, cada uma a sua maneira, para que esta pesquisa pudesse ser concluída. A todas elas agradeço imensamente e, em especial:

Aos meus pais, Oswaldo e Francisca, exemplos de vida e companheirismo que me ensinaram os verdadeiros valores, que me transformaram em um homem digno e capaz de atingir a glória e o céu. A pureza, doçura, coragem e simplicidade de vocês iluminam meus caminhos.

Aos meus irmãos, Matheus (*in memorium*) e Lucas, pelos momentos de alegria e cumplicidade que fazem de nós almas unidas eternamente pelo amor.

A minha companheira, Alice, por me agüentar nas dificuldades e me apoiar nas “loucuras” tramadas nos caminhos da vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sérgio Pontes Ribeiro, pelo apoio e preciosa contribuição, segura e objetiva. Acredito que além dos resultados, esta pesquisa corroborou no desenvolvimento de nossa amizade.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Hildeberto Caldas de Sousa, pelas produtivas discussões e sincera amizade construída desde o início. Minha admiração e respeito transcendem as poucas linhas deste agradecimento.

Ao Eng. Florestal, amigo e mestre Alberto Vieira de Mello Matos (IEF/MG), pela amizade, pelo auxílio e pelas sugestões e contribuição nas diversas fases do projeto.

Ao Prof. Dr. Paulo de Tarso pelo auxílio espontâneo e valioso na interpretação ambiental e esclarecimento de minhas dúvidas.

Aos professores e pesquisadores George John Shepherd (Unicamp), Anôr Fiorini (UFV), Ariel Lugo (USDA Forest Service), Helmut Troppmair (UNESP) e Maria Teresa Zugliani Toniato (IF/SP) pela disponibilização de material e valiosa contribuição nas discussões “virtuais” e presenciais.

Ao amigo e parceiro nas campanhas de campo João Monerat Lanna pelo auxílio em todas as fases do desenvolvimento do projeto, sou grato pela amizade e pelas opiniões, críticas e sugestões.

À cidade de Ouro Preto, berço esplêndido, acolhedor, irregular e misterioso onde cultivei, observei e colhi ensinamentos que jamais esquecerei.

À Deus pelo simples fato de ter me dado a chance de experimentar os sabores e também os dissabores da vida, provendo-me a paciência e o furor necessário para continuar.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e ao PPG-ECRN pelo apoio logístico necessário para o desenvolvimento deste projeto.

Sumário

AGRADECIMENTOS	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
Erro! Nenhuma entrada de índice analítico foi encontrada.5	
1.2.3 Principais Formações Florestais de Minas Gerais	6
1.2.3.1 Floresta Ombrófila	6
1.2.3.2 Floresta Estacional Semidecidual	7
Erro! Nen'	
Erro! Nenhu	
CAPÍTULO 4 - CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	66

Lista de Ilustrações

Figura 1.3.1 – Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero (modificado de DORR 1969).....	12
Figura 1.4.1 – Mapa Geológico do Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) <i>in</i> : Fujaco <i>et al.</i> (2006).....	14
Figura 1.4.2 – Mapa Geomorfológico do Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) <i>in</i> : Fujaco <i>et al.</i> (2006).....	15
Figura 1.5.1 – Vista parcial do fragmento do Morro do Cachorro, localizado no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG e em destaque os fragmentos de floresta paludosa estudados.....	17
Figura 1.5.2 – Vista parcial do interior do fragmento de floresta paludosa.....	17
Figura 1.7.1 – Distribuição das unidades amostrais (parcelas) nos dois fragmentos de florestas paludosas investigados no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.....	19
Figura 1.7.2 – Piezômetro instalado no interior dos fragmentos de floresta paludosa estudados no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Ouro Preto, MG.....	23
Figura 1.7.3 – Distribuição dos piezômetro instalados no interior dos fragmentos A1 e A2 das florestas paludosas estudadas no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Ouro Preto, MG.....	23
Figure 2.1 – The Itacolomi State Park location and partial aerial view of Morro do Cachorro fragment, with Manso Stream and both fragments of Swamp Forest, on blue and red distinction respectively.....	29
Figure 2.2 – Monthly and cumulative precipitation between April 2007 and March 008.....	30
Figure 2.3 – Schematic representation of the plots (10m x 30m) in both areas, A1 e A2. The isoline values correspond to topographic quotas.....	31
Figure 2.4 – Percent distribution of species per family.....	36
Figura 3.1 – Precipitação (em mm), nas proximidades dos fragmentos estudados, Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.....	45

Figura 3.2 – Vista parcial de um trecho da Floresta Paludosa de Altitude, localizado no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.....	46
Figura 3.3 – A. Grade de superfície mostrando a topografia da área de floresta paludosa de altitude A1 estudada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG e a distribuição das parcelas de 10 × 30 m. B. Distribuição das classes de solo nas parcelas amostrais.....	46
Figura 3.4 – A. Grade de superfície mostrando a topografia da área de floresta paludosa de altitude A2 estudada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG e a distribuição das parcelas de 10 × 30 m. B. Distribuição das classes de solo nas parcelas amostrais.....	47
Figura 3.5 – Perfil representativo do Gleissolo Háptico das Florestas Paludosas localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.....	54
Figura 3.6 – Distribuição espacial da umidade do solo (%), na profundidade de 0-30 cm, subdividida em três épocas (A: distribuição média anual; B: distribuição média na estação seca; C distribuição média na estação chuvosa), para Floresta Paludosa correspondente a área A1 localizada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. Os valores das isolinhas correspondem aos valores em porcentagem da umidade relativa do solo.....	57
Figura 3.7 – Distribuição espacial da umidade do solo (%), na profundidade de 0-30 cm, subdividida em três épocas (A: distribuição média anual; B: distribuição média na estação seca; C distribuição média na estação chuvosa), para Floresta Paludosa correspondente a área A2 localizada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. Os valores das isolinhas correspondem aos valores em porcentagem da umidade relativa do solo.....	57
Figura 3.8 – Diagrama de ordenação das parcelas e das espécies produzido pela análise de correspondência canônica baseada na distribuição da densidade das 20 espécies arbóreas com 25 ou mais indivíduos nas Florestas Paludosas de Altitude, Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto – MG. As parcelas estão representadas por siglas (P1 a P13 e PA a PH) e as variáveis edáficas por vetores = Cota média, Granulometria, pH, Umidade, N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = potássio, MO = matéria orgânica, H+Al = Hidrogênio mais alumínio, Al = alumínio, Fe = Ferro.....	59
Figura 3.9 - Dendrograma de similaridade da densidade absoluta de espécies por classe textural de solos obtido pelo método de média de grupo (UPGMA), com base no índice de porcentagem de similaridade, das Florestas Paludosas de Altitude do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.....	61
Figura 3.10 – Diagrama de Venn mostrando o número de espécies arbóreas em cada classe textural dos solos dos fragmentos de floresta paludosa localizados no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais.....	61

Lista de Tabelas

Table 2.1. Chemical and texture characteristics of soils in Altitude Swamp Forests of Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais. N = nitrogenium (dag/kg); pH; P = phosphorus (mg/dm³); K: potassium (mg/dm³); Ca = calcium (cmol/dm³); Mg = magnesium (cmol/dm³); Al = aluminum (cmol/dm³); H+Al = potential acidity; SB = sum of bases (cmol/dm³); CTC = cation exchange capacity (cmol/dm³); V% = base saturation; m% = aluminum saturation; MO = organic matter (dag/kg); Fe = ferrum (mg/dm³).....32

Table 2.2 - Floristic list of tree species of the Altitude Swamp Forest in Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. – OUPR: Herbarium collection data..... 33

Table 2.3 - Phytosociological parameters of sampled species at the Altitude Swamp Forest in Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. N° Ind.: number of individual; DR: relative density; FR: relative frequency; DoR: relative dominance; IVI: Importance value index; H. Max.: maximum height; H. Min.: minimum height. 35

Tabela 3.1 – Espécies inventariadas nas Florestas Paludosas de Altitude localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. DA = Densidade Absoluta; OUPR = número de registro do Herbário da Universidade Federal de Ouro Preto (OUPR). ** espécies inventariadas nas áreas adjacentes, não encontradas nas parcelas.....50

Tabela 3.2 – Análise textural das amostras superficiais (0-30 cm) de solo das Florestas Paludosas de Altitude localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto – MG. A.G = Areia Grossa; A.F = Areia Fina.....54

Tabela 3.3 – Análises químicas do solo das Florestas Paludosas do PEIT, Ouro Preto, MG. N = Nitrogênio (dag/kg); pH em água; P = Fósforo (mg/dm³); K = Potássio (mg/dm³); Ca = Cálcio (cmol/dm³); Mg = Magnésio (cmol/dm³); Al = Alumínio (cmol/dm³); H+Al = acidez potencial pH 7,0; m% = Índice de Saturação de Alumínio; MO = Matéria Orgânica (dag/kg); Fe = Ferro (mg/dm³).....56

Tabela 3.4 – Análise de correspondência canônica (CCA) = correlações internas ('intraset') nos dois primeiros eixos de ordenação e matriz de correlações ponderadas para as variáveis topográficas e edáficas nas Florestas Paludosas de Altitude, localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. Correlações com valores absolutos > 0,5 estão indicadas em negrito.....58

Resumo

O estudo que ora se apresentam os resultados foi desenvolvido em dois trechos de Floresta Ombrófila Alto Montana permanentemente alagada ou Floresta Paludosa de Altitude, ambos localizados no Parque Estadual do Itacolomi, município de Ouro Preto, estado de Minas Gerais, Brasil. Esta fitofisionomia apresenta distribuição naturalmente fragmentada, porém distribuída em diversas e distintas condições fisiográficas brasileira. Para o estado de Minas Gerais ainda não se sabe ao certo a amplitude de ocorrência da formação e, conseqüentemente, são escassos os estudos da comunidade vegetal destes ambientes, principalmente daqueles localizados acima de 1000 metros de altitude.

Estas matas paludículas apresentam aspectos bióticos e abióticos tão peculiares que representam áreas prioritárias para conservação, devido à sua importância na manutenção dos recursos hídricos, assim como por representar um hábitat restrito para ocupação de espécies que, normalmente, não apresentam ampla distribuição.

Consideramos que estas florestas brejosas não apresentam uma baixa diversidade e riqueza de espécies, conforme encontrado na literatura, uma vez que estudos comparativos destas áreas com ambientes menos restritivos à biocenose inevitavelmente apresentaram discrepâncias, aqui consideradas depreciativas. Argumentamos também, baseados nas publicações desenvolvidas nesta fitofisionomia, que diversidade global destas áreas é considerável, sendo computadas aproximadamente 490 espécies, distribuídas em 15 trabalhos desenvolvidos em áreas distintas, porém com maior concentração de estudos no estado de São Paulo, sendo estes relativamente próximos.

Observamos também, que a distribuição das espécies obedece, principalmente, a variação da umidade relativa do solo, como variável indireta do arcabouço hidrogeomorfológico. A utilização de espécies como indicadores de condições ambientais aparenta ser eficaz, principalmente quando utilizadas àquelas espécies fortemente correlacionadas aos maiores teores de água no solo.

Abstract

The study have been developed in two fragments of permanently flooded Upper Montane Ombrophylous forest, located in the Itacolomi State Park, Ouro Preto, state of Minas Gerais, Brazil. This phytophysiognomy have a naturally fragmented distribution, but in several different of brazilian physiographic conditions. Still does not know a real covered area of this formation in the state of Minas Gerais and, consequently, there are few studies of this plant community, especially those located over 1,000 meters above sea level.

These swamp forests have many so peculiar aspects that represent priority areas for conservation because of its importance in the maintenance of water resources, as well as to represent a restrict habitat for the species and that ones does not usually have wide distribution.

We believe that these swamp forests not have a low diversity and richness of species, as found in the literature, as comparative studies of these areas with less restrictive environments to biocoenosis inevitably showed discrepancies, here considered derogatory. Also argue, based on publications in this phytophysiognomy that global diversity of these areas is considerable and is computed approximately 490 species, distributed in 15 work in different areas, but with greater concentration of study in São Paulo state, which are relatively close.

We also observed that the distribution of species follows, primarily, the change in the relative humidity of the soil, such as variable indirect framework of hidrogeomorfologic. The use of species as indicators of environmental conditions appears to be effective, especially when used to those species strongly correlated to higher levels of water in the soil.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1) APRESENTAÇÃO

A presente dissertação intitulada “Avaliação do regime hídrico, geológico e geomorfológico das Florestas Paludosas do Parque Estadual do Itacolomi: Influência dos fatores abióticos sobre a composição florística e fitossociológica”, foi realizada no município de Ouro Preto, Minas Gerais, em dois fragmentos florestais altomontano permanentemente alagados (ou saturados), localizados na Serra do Itacolomi.

O intuito central do trabalho foi o de verificar as possíveis correlações dos fatores condicionantes da vegetação e para tal foram adotados protocolos de amostragem dos fatores físicos e florísticos nas florestas paludosas investigadas. A diversidade e riqueza das espécies vegetais destas formações podem ser consideradas bastante variada e fundamentalmente associadas à sua distribuição e ocorrência nas mais distintas condições fisiográficas, climáticas, geológicas e vegetacionais do Brasil.

O manuscrito está organizado em uma introdução (Capítulo 1), que apresenta uma breve contextualização do universo de pesquisa, além dos objetivos e dos principais métodos adotados para o cumprimento e desenvolvimento da pesquisa. O segundo e terceiro capítulos foram escritos no formato de artigo, conforme a norma de “integração de artigos científicos” proposta pelo Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais da Universidade Federal de Ouro Preto. As informações pertinentes a cada artigo encontram-se no rodapé da primeira página dos respectivos capítulos, conforme a resolução CPPG n° 013/02.

1.2) REVISÃO DA LITERATURA

1.2.1) Áreas Úmidas

O município de Ouro Preto destaca-se no cenário nacional e internacional, desde épocas remotas até os dias atuais, por inúmeros aspectos históricos, culturais, artísticos e ambientais. Porém, foi a fartura mineral presente sob o solo desta região, que impulsionou o desenvolvimento da cidade, infelizmente em detrimento da qualidade ambiental. Diversos historiadores e naturalistas (p.e. Auguste de Saint-Hilaire, Richard Burton, Wilhelm Ludwig von Eschwege, Carl Friedrich Philipp von Martius, Johann Baptiste von Spix, Diogo Luís de Almeida Pereira de Vasconcelos, André João Antonil, Georg Heinrich Graf von Langsdorff, Johann Moritz Rugendas) que passaram por Ouro Preto documentaram a impressionante riqueza ambiental, com destaque para a flora dessa região.

Localizada em uma faixa transitória entre o Domínio da Mata Atlântica e o Domínio do Cerrado, a região apresenta diversas fitofisionomias das quais citamos entre as principais os campos rupestres, os campos limpos de altitude, as florestas estacionais alto montanas e as florestas ombrófilas alto montanas. Uma região tão heterogênea tende a apresentar encraves e transições graduais, abruptas ou inconspícuas, que muitas vezes dificulta o mapeamento da diversidade de formações ou formas vegetacionais.

Em estudo recente (Pedreira *et al.*, 2006) constatou-se a presença de Florestas Paludosas encravadas em um fragmento de florestal alto montano, localizado no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT). Esse tipo de fitofisionomia faz parte de um grupo de áreas prioritárias para a conservação, reconhecidas como áreas úmidas florestais.

Por definição (Ramsar, 2008), as áreas úmidas são os pântanos costeiros, marismas, turfeiras e planos de água naturais e/ou artificiais, com encharcamento permanente ou temporário, contendo água corrente ou estagnada, sendo esta doce, salobra ou salgada, incluindo as zonas costeiras cuja profundidade não ultrapasse seis metros em maré baixa. As zonas adjacentes a estas áreas também estão inseridas nesta definição quando se considera a zona úmida.

Shaw & Fredine (1956) utilizaram o termo como uma referência às planícies cobertas por água superficial, às vezes provisória ou intermitente, englobando os pântanos, brejos, charcos e terras encharcadas pelos pulsos de inundação de rios. Lagos e lagoas, que apresentam como característica conspícua uma vegetação emergente, também foram incluídos na definição. Cowardin *et al.* (1979) e Mitsch & Gosselink (2000), definiram as áreas úmidas como ambientes de interface entre os ecossistemas aquáticos e terrestres, inerentemente diferentes, porém com alta dependência mútua.

Uma definição adaptada a partir do proposto pela U.S. Environmental Protection Agency (1995) emprega o termo “*áreas úmidas*” para formações florestais ou não-florestais, inundadas ou saturadas pela

água em uma frequência e duração suficientes para suportar, sob circunstâncias normais, organismos tipicamente adaptados às condições de baixa oxigenação e saturação do solo.

Estas áreas são encontradas em uma larga escala de circunstâncias hidrológicas, mas sempre obedecendo à característica de apresentar solo saturado por um determinado período. Esta definição assume três critérios básicos: saturação ou baixa oxigenação do solo; frequência e duração da inundação ou saturação do solo; e a resposta biótica às condições do solo.

Segundo Lugo *et al.* (2006) o hidroperíodo pode ser considerado o regulador mais importante destas áreas, funcionando como o fator principal e o mais severo na seletividade de espécies de uma comunidade vegetacional. O hidroperíodo compreende a duração, frequência, profundidade e a estação do ano da inundação, sendo que seus fatores controladores são o clima, a topografia, as características do canal d'água, o solo e a geologia regional.

Variações topográficas, edáficas e hídricas, além da influência da vegetação adjacente (Rodrigues, 1992; Schiavini, 1992), definem condições ambientais e ecológicas distintas, que apresentaram diferenciada ocupação pela biota ao longo e entre os gradientes. Uma elevada heterogeneidade ambiental exerce, então, uma grande influência sobre o hidroperíodo, que por sua vez, segundo Lugo (1980), exerce maior influência na distribuição (zonação) da comunidade, dentro das feições geomorfológicas, do que a dinâmica sucessional.

Jiménez *et al.* (1985) sugeriram que a intensa mortalidade de árvores nestas áreas pode estar associadas a mudanças abruptas no hidroperíodo, que pode variar desde semanas à meses, e estas mudanças são comuns nestes ambientes. Frequentemente, longos hidroperíodos poderão ocasionar grande mortalidade de árvores e a substituição da fisionomia florestal por pântanos. Nos estágios mais avançados do desenvolvimento da floresta, as árvores adultas são menos sensíveis às variações sazonais e/ou anuais do hidroperíodo, sendo as sementes e plântulas mais suscetíveis às estas variações (Harms *et al.*, 1980)

As principais áreas úmidas brasileiras, onde há o desenvolvimento de pesquisas multidisciplinares, abrangem, principalmente, os ecossistemas mais representativos do país, com destaque para os ambientes costeiros (mangues e restingas) e os continentais (várzeas, igapós e igarapés da Bacia Amazônica e o pantanal mato-grossense). Apesar dos esforços, ainda são escassos os levantamentos sobre as áreas úmidas do interior do país extra os supracitados, existindo dados concentrados para a região sudeste, principalmente no estado de São Paulo.

Até recentemente, as áreas úmidas (*sensu lato*) eram consideradas regiões de pouca importância econômica, devido ao fato de serem encobertas permanente ou temporariamente por água. O resultado decorrente desta concepção, simplista e equivocada, foi a degradação e modificação de milhares de quilômetros quadrados de áreas úmidas por drenagem e transformação em terras agrícolas, industriais ou

urbanas. No Brasil, estas áreas foram destruídas sem uma consideração adequada das perdas geradas em termos de diversidade biológica, de recursos e de funções naturais.

Trabalhos desenvolvidos pelas universidades, centros de pesquisa e entidades sociais têm elevado o status de importância destas áreas, uma vez que são difundidas as funções e os benefícios destes ecossistemas para a conservação e preservação da biota e das comunidades humanas que delas sobrevivem ou apresentam laços históricos associados ao seu povo. Aos poucos, a mentalidade e as práticas começam a mudar em relação à utilização e preservação desses ecossistemas. A própria Constituição brasileira de 1988 reconheceu e declarou o Pantanal e a Zona Costeira como patrimônios nacionais a serem conservados.

Estas áreas apresentam diversos valores tanto ambientais quanto sociais. A seguir, são apresentados de forma sucinta, alguns aspectos da importância das áreas úmidas, embora nem todos sejam aplicáveis aos diferentes tipos desses ambientes (Lugo & Brinson, 1978):

- (1) Água: armazenamento e conservação de água durante as estações secas; dessalinização de águas salgadas.
- (2) Produtividade Orgânica: alta produtividade primária e secundária; elevada exportação de nutrientes para outros ecossistemas; elevada produção de madeira.
- (3) Valores Geomorfológicos: elevada capacidade de controle da erosão; proteção das linhas de costa contra tempestades, maré e ventos.
- (4) Valores Bióticos: refúgios e corredores para animais terrestres; banco genético para muitas espécies de plantas e animais.
- (5) Outros Valores: laboratórios naturais para práticas educacionais; ótimos lugares para recreação e relaxamento; ricos solos orgânicos para o desenvolvimento de práticas sustentáveis de agricultura e aqüicultura; legado histórico para estudos hidrológicos, vegetacionais, climáticos e de importantes distúrbios antrópicos.

Países como os Estados Unidos, Grã-Bretanha e Alemanha reduziram substancialmente a área original ocupada por algum tipo de área úmida, devido à utilização inadequada destes ambientes para fins econômicos ou simplesmente por descaso. As conseqüências desta degradação refletiram na perda biológica dos ecossistemas, na redução da qualidade de água e, principalmente, no surgimento de novos problemas, tais como as invasões das águas marinhas; erosões e deslizamentos; contaminações e proliferação de transmissores de enfermidades, dentre outros.

Em 1971, com a crescente preocupação e interesse nestas áreas, realizou-se na cidade iraniana de Ramsar, a *Convention on Wetland*, que pode ser considerada o primeiro tratado intergovernamental global, pautado na discussão sobre a conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

Ao longo destes anos, a Convenção expandiu seu âmbito de aplicação no intuito de abranger todos os aspectos da conservação e utilização racional das zonas úmidas, reconhecendo estes ambientes como ecossistemas extremamente importantes para a conservação da biodiversidade e para o bem-estar das comunidades humanas. Atualmente, mais de 150 países fazem parte do programa, que passou a chamar-se *The Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat*, mas popularmente é conhecido como *Ramsar Convention* (Convenção Ramsar).

A grande importância e o destaque que as áreas úmidas possuem atualmente devem-se principalmente ao reconhecimento da grande diversidade de fitofisionomias, florística e condições de solo desses ambientes.

1.2.2) Fitogeografia

Compreendida por Troppmair (1976) como um ramo da ciência geográfica, a biogeografia foi definida por Martins (1985) como a ciência que visa estudar e compreender a distribuição dos seres vivos de acordo com as condições climáticas e com a dependência das possibilidades de adaptação.

Ainda como parte da definição de biogeografia, Troppmair (1976) ressaltou que neste caso devem ser considerados os aspectos dinâmicos dos processos que se desenvolvem continuamente na natureza, fato especialmente acentuado nos seres vivos.

Martins (1985) lembrou que o interesse pela área da biogeografia não é um fato recente. O filósofo grego Aristóteles foi um dos pioneiros neste ramo ao fazer uma classificação zoológica e estudar a fauna e a flora na região do Mar Mediterrâneo. Depois de Aristóteles, merece destaque a figura de Plínio, que escreveu o tratado “História Natural”, baseado em relatos registrados nos diários de grandes Navegantes como Colombo e Marco Polo.

Um trecho extraído do registro do Diário de Colombo datado de 19 de outubro de 1492 serve para exemplificar as primeiras tentativas de caracterização fitogeográfica: “Meus olhos não se cansam de contemplar esta vegetação tão bela e estas folhagens tão diversas das de nossas plantas. As flores e as árvores derramavam tão suave perfume, que respirávamos o ar com delícia. Há nessa ilha animais de todos os tamanhos e bem distintos dos que vêem em nossos climas” (Martins, 1985, p.14).

Martins (1985) e Troppmair (1976) afirmaram que os estudos de natureza biogeográfica que enfocam a flora como o principal objeto de pesquisa, trata-se de um trabalho de fitogeografia. A partir de um ponto de vista didático, Rizzini (1997) concluiu que a fitogeografia é um conjunto integrado de

disciplinas botânicas que constituem uma seqüência natural, a qual toma como ponto de partida um conhecimento aprofundado da taxonomia e englobam outros setores científicos, como exemplos: a morfologia, a fisiologia, a climatologia, a pedologia e a geomorfologia.

A importância do reconhecimento do tipo de vegetação de uma determinada região se explica pelo fato deste resultar não só do histórico particular de evolução e migração das espécies que compõem a formação vegetal, como também da adaptação dessas espécies às condições climáticas e às interações biológicas locais.

A ocupação do solo pelas diferentes formações vegetais de uma região não se dá por acaso. Cada ser vivo tem um habitat ao qual está adaptado, onde o indivíduo encontra tudo para a sua nutrição e a espécie encontra elementos para a sua reprodução, perpetuando-se assim no tempo e no espaço (Martins, 1985).

A delimitação geográfica dos diferentes tipos vegetacionais depende de diversos fatores como: fisiográficos, edáficos e climáticos (Martins, 1985; Rizzini, 1997; Veloso, 1992; Watts, 1971); bióticos, nos quais estão inseridas as relações da fauna e do Homem com o tipo de vegetação (Rizzini, 1997; Watts, 1971); e morfogenéticos, como por exemplos, a capacidade de germinação e da dormência seminal (Rizzini, 1997).

Num contexto de paisagem, a vegetação natural de uma região pode ser o espelho de todos os fatores climáticos, geológicos e pedológicos que ali exercem influência. O entendimento das relações entre o tipo de vegetação e seus fatores condicionantes é algo extremamente complexo e de fundamental importância para ações práticas de silvicultura (Hueck, 1955).

Embora a história da biogeografia, em particular o ramo da fitogeografia, seja objeto de estudos há centenas de anos, uma observação feita por Hueck (1955) pode ser usada para retratar a situação atual. Ou seja, há uma escassez de levantamentos fitogeográficos detalhados abrangendo grandes regiões e que sirvam de embasamento para ações práticas de conservação e recuperação florestal.

1.2.3) Principais Formações Florestais de Minas Gerais

1.2.3.1) Floresta Ombrófila

O conceito ecológico desta formação fitogeográfica relaciona-se também com as condições climáticas da região de ocorrência. A característica ecológica principal da distribuição e ocorrência das florestas ombrófilas está associada aos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas e de alta precipitação, o que determinam uma situação bioecológica praticamente sem período de estiagem (Veloso, 1992).

A porcentagem das árvores caducifólias na composição florestal, no período desfavorável, é inferior a 20% (Veloso, 1992). É muito frequente nesta formação a ocorrência em elevada abundância de espécies epífitas e samambaias e densidade variável de lianas e bambusóides (Oliveira-Filho *et al.*, 2006).

Em Minas Gerais, estas formações estão restritas às áreas montanas e altomontanas, geralmente em cotas superiores a 900m e principalmente nas encostas úmidas das serras do Complexo da Mantiqueira (Oliveira-Filho *et al.*, 2006). No Brasil, esta formação distribui-se ao longo da Serra do Mar, abrangendo os estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro.

Em relação aos fatores condicionantes, verifica-se que esta formação florestal ocorre, principalmente, em latossolos ácidos, distróficos ou, excepcionalmente, eutróficos, originados de vários tipos de rochas. Normalmente, desenvolve-se em solos mais profundos que sua formação vizinha, as florestas estacionais semidecíduais (Oliveira-Filho & Fontes, 2000)

As famílias de espécies arbóreas que caracterizam o estrato arbóreo são: Myrtaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Rubiaceae, Fabaceae e Euphorbiaceae. Em relação a dominância de alguns gêneros neste tipo de formação, destacam-se: *Eugenia*, *Miconia*, *Ocotea*, *Myrcia*, *Mollinedia*, *Inga* e *Solanum*. (Oliveira-Filho & Fontes, 2000).

De maneira geral, as diferenças entre as fitofisionomias das florestas ombrófilas consiste, em boa medida, na distribuição de espécies, com destaque para *Araucaria angustifolia* e sua “flora acompanhante”, tais como *Podocarpus lambertii*, *Dicksonia sellowiana*, *Weinmania paulinifolia*, dentre outras (Hueck, 1953; Oliveira-Filho *et al.*, 2006)

1.2.3.2) Floresta Estacional Semidecidual

O conceito ecológico desta formação fitogeográfica relaciona-se com as condições climáticas da região de ocorrência, caracterizada por apresentar duas estações distintas, uma chuvosa e outra seca, ou com acentuada variação térmica (Veloso, 1992).

O termo estacional menciona as transformações de aspecto ou comportamento da comunidade conforme as estações do ano. Já, semidecidual refere-se à deciduidade, ou seja, a capacidade de perda foliar parcial na estação seca, observada em algumas espécies típicas dessa formação (Rodrigues, 1999). A porcentagem das árvores caducifólias na composição florestal, no período desfavorável, deve-se compreender entre 20% e 50% (Veloso, 1992).

A Floresta Estacional Semidecidual, também denominada de mata de planalto por Leitão Filho (1982), entre outras denominações estabelecidas por diversos autores e citadas por Rodrigues (1999), apresentam uma distribuição ampla, ocorrendo em grande parte nos estados do Paraná, São Paulo, Minas

Gerais, Mato Grosso do sul, Mato Grosso e Goiás e, em menor escala no Estado do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Sul da Bahia.

Em relação aos fatores condicionantes, verifica-se que esta formação florestal ocupa as mais variadas condições edáficas, ocorrendo tanto em solos mais argilosos quanto em solos arenosos. No entanto, apesar de visualmente apresentar as mesmas características fisionômicas, existem particularidades florísticas e estruturais devido às características do solo nas quais essas formações se situam (Rodrigues, 1999).

Algumas famílias de espécies arbóreas que caracterizam de forma marcante o estrato arbóreo superior das matas de planalto, por apresentar uma maior diversidade de espécies são: Myrtaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Fabaceae, Rubiaceae e Euphorbiaceae. Em relação à dominância de alguns gêneros neste tipo de formação, destacam-se: *Miconia*, *Myrcia*, *Ocotea*, *Ilex*, *Nectandra*, *Eugenia* e *Myrsine* (Oliveira-Filho & Fontes, 2000).

A denominação Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Montana e/ou Altomontana foram utilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para especificar uma formação fitogeográfica que ocorre em áreas com declividades mais acentuadas e em diferentes cotas altimétricas, definindo a variedade da floresta estacional semidecidual (100m-600m: Submontana; 600m-1000m: Montana; e > 1000m: Altomontana).

Dentro deste contexto, verifica-se que a formação florestal em questão ocorre com frequência nas encostas interioranas e nos planaltos centrais capeados. Em relação a sua distribuição territorial, observa-se uma ocorrência muito ampla que vai desde o Espírito Santo e Sul da Bahia até o Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, norte e nordeste do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul (Veloso, 1992).

Em relação à composição florística, observa-se que esta formação sofre influência das demais formações fitogeográficas ocorrentes na região, como por exemplo, da Floresta Estacional Semidecidual e do Cerradão. Entre os gêneros que caracterizam estas formações, destacam-se: *Euterpe*, *Cariniana*, *Cedrela*, *Hymenaeae*, *Copaifera*, *Peltophorum*, *Astronium* e *Aspidosperma* (Oliveira-Filho *et al.*, 2006).

1.2.3.3) Floresta Estacional Semidecidual Aluvial

Entre as diversas denominações já empregadas para esta formação florestal, Leitão Filho (1982) consagrou o termo Mata Ciliar ao defini-la como Floresta Latifoliada Higrófila com inundações temporárias. Atualmente, este termo apresenta um amplo uso popular referindo-se sobre qualquer formação florestal ao longo dos cursos d' água, ou seja, uma aplicação com base nas características físicas das áreas de ocorrência. Neste caso, esta formação compreende um mosaico florestal abrangendo desde florestas

ombrófilas, estacionais e paludosas até cerrados e cerradão (Leitão Filho, 1982; Mantovani, 1989 e Rodrigues, 1999).

Como parte das diferentes terminologias já empregadas, o termo Floresta Estacional Semidecidual Aluvial foi utilizado por IBGE (1993) para definir apenas a vegetação ribeirinha que sofre influência direta do regime hídrico num determinado período do ano. Com isto, separa-se esta formação de outras formações florestais, como por exemplo, da vegetação que ocorre em áreas com influência hídrica permanente, como é o caso da Floresta Paludosa (Rodrigues, 1999).

O mosaico florestal que circunda a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial promove a mistura de espécies vegetais de diferentes formações florestais. Isto faz com que esta formação apresente uma elevada e complexa diversidade de espécies, além de uma significativa heterogeneidade estrutural (Rodrigues, 1999).

Alguns gêneros de espécies arbóreas e arbustivas consideradas típicas nesta formação são: *Ficus*, *Croton*, *Inga*, *Genipa*, *Calophyllum*, *Cyclolobium*, *Hymenaea*, *Copaifera*, *Talauma*, *Tapirira*, *Eugenia*, *Alchornea* e *Terminalia* (Rodrigues, 1999).

Vale ressaltar que na região dos cerrados, onde os solos sofrem influência hídrica por um longo período de tempo, a formação florestal ciliar apresenta uma fisionomia e uma estrutura bem diferenciada da floresta ciliar na região das florestas estacionais. Neste caso esta formação é conhecida como Mata de Galeria (Rizzini, 1997). Rodrigues (1999) explica que estas diferenças ocorrem em função da influência da fisionomia da vegetação circundante, sendo ela florestal ou não.

1.2.3.4) Floresta Paludosa

A denominação de Floresta Paludosa ou Mata de Brejo para este tipo de formação fitogeográfica, entre outras verificadas por diversos autores, se dá em função do solo na área de ocorrência permanecer encharcado ao longo do ano (Leitão Filho, 1982; Rodrigues, 1999 e Torres et al., 1992). Em IBGE (1993) verifica-se que esta formação florestal é referenciada como formações pioneiras.

Devido à particularidade entre esta formação florestal e as características do solo onde ocorre a sua distribuição territorial é naturalmente fragmentada. Entre as características condicionantes destacam-se os solos com alta influência hídrica. Verifica-se que a ocorrência predominante deste tipo de floresta se dá em solos orgânicos, nos gleissolos, nas areias quartzosas hidromórficas, no plintossolos e mais raramente em solos aluviais e cambissolos em condições de pouca drenagem (Rodrigues, 1999). De acordo com o novo sistema de classificação de solos as áreas de ocorrência da floresta paludosa se enquadram na Ordem dos Gleissolos (Prado, 2001).

Quanto à sua composição florística, há um consenso entre os pesquisadores que as espécies arbóreas ocorrem em menor diversidade quando comparada com outras formações fitogeográficas. Isto se deve principalmente à grande influência edáfica na determinação das espécies que se desenvolvem nesta floresta (Torres et. al., 1992 e Rodrigues, 1999).

Contudo, a baixa diversidade de espécies arbóreas das matas de brejo não diminui a sua importância. Pelo contrário, devido à ocorrência de uma vegetação habituada às condições de baixa oxigenação do solo, este tipo de floresta representa uma vegetação muito particular e de grande relevância no meio científico e para os projetos de restauração florestal (Torres et al., 1992).

Apesar do restrito conhecimento sobre os fatores condicionantes da ocorrência desta formação florestal, estima-se que alguns fatores importantes são: características químicas limitantes do solo, impedimentos físicos da drenagem, condições de topografia, entre outros (Rodrigues, 1999).

Alguns gêneros de espécies arbóreas e arbustivas encontrados com mais frequência nas florestas paludosas são: *Talauma*, *Calophyllum*, *Endlicheria*, *Xylopia*, *Guarea*, *Tapirira*, *Croton*, *Euterpe*, *Mauritia*, *Acacia* e *Mimosa*. Quanto às famílias, as que mais se destacam pela alta densidade são: Solanaceae, Asteraceae e Myrtaceae (Veloso, 1992 e Rodrigues, 1999).

Devido às pequenas extensões de matas de brejo no Estado de São Paulo, foram realizadas poucas pesquisas em áreas típicas dessa formação (Rodrigues, 1999). Este fato dificulta a definição de práticas adequadas de conservação, manejo e recuperação dos remanescentes desta formação fitogeográfica (Souza Dias, 1998).

1.2.3.5) Cerradão

Em áreas de cerrado, às vezes encostado a uma Floresta Estacional Semidecidual, pode-se encontrar um tipo de floresta muito peculiar considerado como Cerradão. Esta formação fitogeográfica distingue-se ao longo das matas estacionais pelo aspecto ou fisionomia e, principalmente, pela sua composição florística (Rizzini, 1997).

A semelhança estrutural entre o Cerradão e as demais formações florestais que constituem a sua vizinhança muitas vezes dificulta a delimitação ou mapeamento das suas áreas de ocorrência, quando se utiliza apenas o aspecto visual (Veloso, 1992). A denominação Savana Florestada foi adota por Rizzini (1997) para diferenciar o Cerradão do Cerrado (Savana Arborizada).

Este tipo de formação florestal ocorre normalmente em áreas de solos mesotróficos, com altos teores de cálcio, que também se expressam em altas concentrações nos tecidos foliares das espécies dessa formação (Rodrigues, 1999). Rizzini (1997) ressaltou que muitas espécies arbóreas que constituem os cerradões também ocorrem no cerrado. Contudo, quando se compara as estruturas dessas duas formações,

nota-se que os indivíduos da mesma espécie no cerradão são em geral mais altos, com fustes bem desenvolvidos e mais retilíneos e apresentando ramificações mais altas.

1.3) CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA REGIONAL

Os municípios de Ouro Preto-MG e Mariana-MG, estão inseridos em uma região intensamente explorada e estudada desde o final do século XVII, o Quadrilátero Ferrífero (QF). O QF é uma região geológica localizada na porção centro-oeste de Minas Gerais e apresenta uma área aproximada de 7000km². A principal característica desta região decorre, principalmente, da diversificada variedade e grande abundância de minerais, dos quais destacam-se: o ferro, o manganês, o ouro, o topázio, a bauxita, dentre inúmeros outros.

Segundo Almeida (1977), o Quadrilátero Ferrífero insere-se no sul do cráton São Francisco (figura 1.3.1) e, segundo Alkmim & Marshak (1998), suas principais unidades litoestratigráficas são os Complexos Metamórficos, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi. Em um contexto regional ambos os municípios mencionados estão inseridos na porção sudeste do QF.

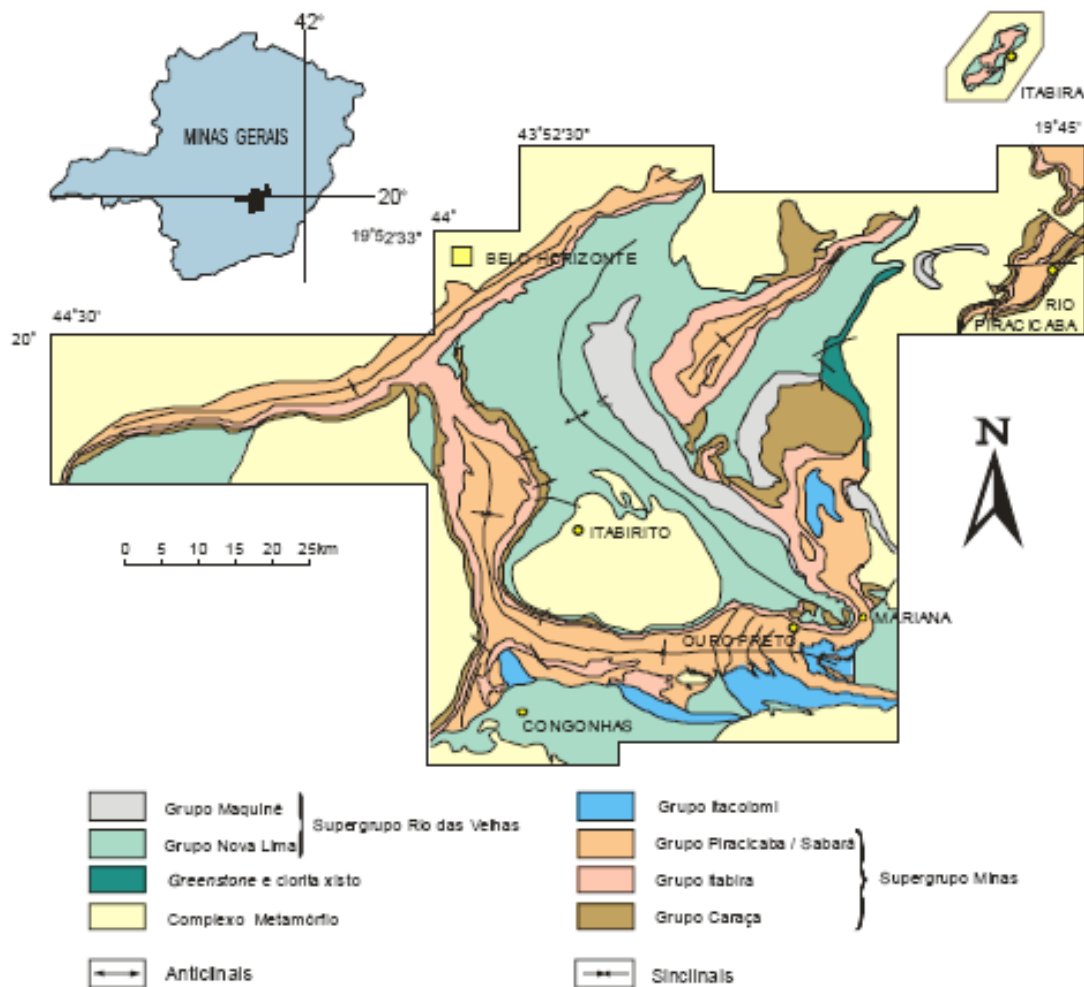


Figura 1.3.1 – Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero (modificado de DORR, 1969).

Segundo Oliveira (1999), os tipos litológicos ocorrentes no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) pertencem à província Geotectônica São Francisco e as seqüências de coberturas sedimentares não deformadas. A província Geotectônica São Francisco é constituída por rochas vulcânicas de origem magmática com metamorfismo de baixo grau. Segundo Baltazar *et al.* (1993) esta província pode ser dividida em três unidades estratigráficas: (a) Complexo Santo Antônio do Pirapetinga; (b) Supergrupo Rio das Velhas; (c) Supergrupo Minas. Na região de Ouro Preto e Mariana encontram-se rochas do Supergrupo Rio das Velhas (com destaque para os xistos do Grupo Nova Lima), rochas do Supergrupo Minas e rochas do Grupo Itacolomi.

O Supergrupo Rio das Velhas é composto por dois grupos: Grupo Nova Lima, na base, e Grupo Maquiné, no topo (Dorr, 1957). O primeiro é constituído por xistos, quartzo, anfibolito e formações ferríferas. O Grupo Maquiné é composto por duas formações, Palmital e Casa Forte, constituídos

basicamente por quartzito sericítico e filito quartzoso (Formação Palmital) e quartzito sericítico com interpolação de xistos, quartzito maciço e conglomerado (Formação Casa Forte).

O Supergrupo Minas é composto por quartzitos, metaconglomerados, metapelitos, itabiritos e mármores. É dividido em quatro grupos da base para o topo: Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará (Dorr, 1969; Alkmim & Marshak, 1998). O Grupo Itacolomi é representado por quartzitos, quartzitos conglomeráticos e lentes de conglomerados com seixos de itabirito, filito, quartzito e quartzo de veio depositado em ambiente litorâneo ou deltaico (Dorr, 1969).

As rochas pertencentes ao Grupo Itacolomi são extremamente resistentes à erosão e permeáveis, formando as cristas e escarpas da região. Os xistos e filitos ocupam uma posição intermediária, devido à baixa resistência e alta porosidade. Estes caracterizam as vertentes homogêneas e suaves com topos convexos e com baixa declividade (Fernandes *et al.*, 1988).

1.4) CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA DO PARQUE ESTADUAL DO ITACOLOMI

A estratigrafia local do Parque é representada pelas rochas metassedimentares clásticas dos Supergrupos Rio das Velhas, Minas (Grupo Piracicaba) e Grupo Itacolomi (Figura 1.4.1). Predominantes na área, os quartzitos do Grupo Itacolomi foram divididos por Ferreira & Lazarin (1993) em: quartzitos inferiores e superiores, separados por xistos do Supergrupo Rio das Velhas. Encontram-se também na região rochas intrusivas - metabásicas (Barbosa, 1968) e depósitos recentes de laterita (Ferreira & Lazarin, 1993). Já os solos são freqüentemente rasos, ferruginosos e fortemente pedregosos (Barbosa, 1968), de dois tipos básicos: um arenoso associado aos quartzitos e outro argiloso vermelho-alaranjado (Castañeda, 1993).

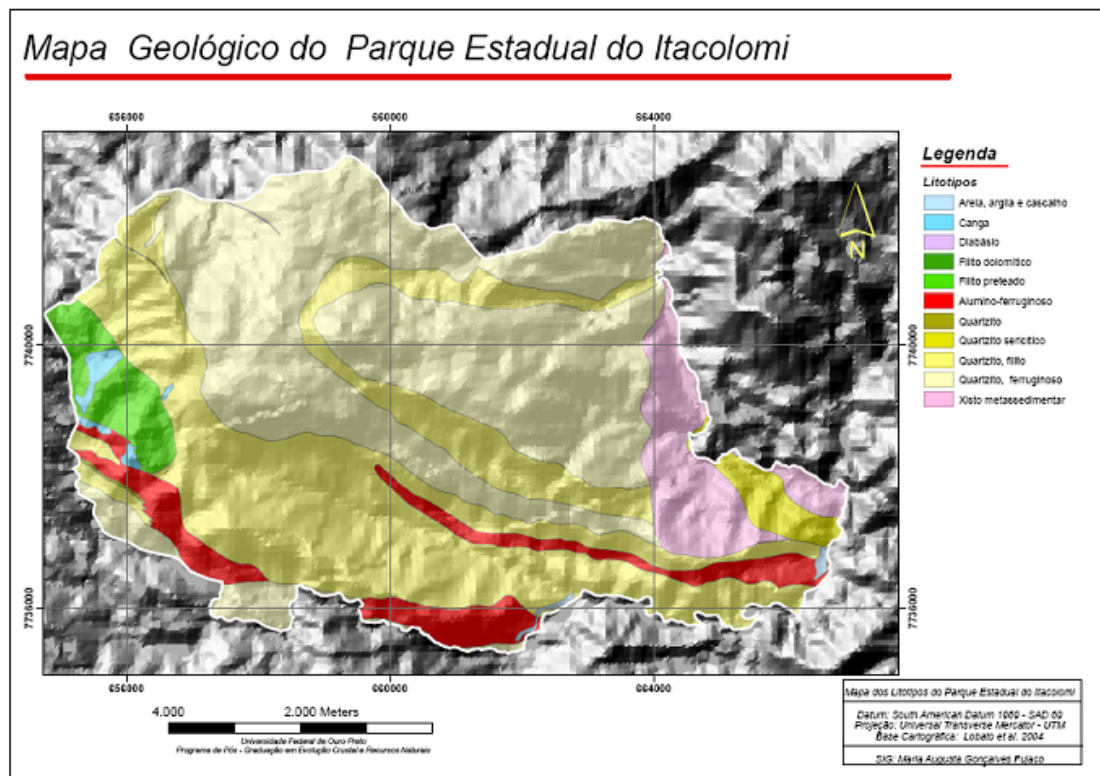


Figura 1.4.1 – Mapa Geológico do Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) *in*: Fujaco *et al.* (2006).

O desenvolvimento geomorfológico do PEIT é o resultado de fatores como: (a) diferenças de resistência à erosão das rochas; (b) ação e resultado dos ciclos deformacionais; (c) ação intempérica e erosiva; e (d) os processos intrínsecos relacionados ao soerguimento do QF.

As rochas pertencentes ao Grupo Itacolomi são extremamente resistentes à erosão e permeáveis, formando as cristas e escarpas da região. Os xistos e filitos ocupam uma posição intermediária, devido a baixa resistência a erosão e alta porosidade. Estes caracterizam as vertentes homogêneas e suaves com topos convexos e com baixa declividade (Fernandes *et al.*, 1988). Os mesmos autores propõem e classificam três compartimentos geomorfológicos para o PEIT:

- *Compartimento I: Cristas Isoladas e Relevo Escarpado*

São as rochas quartzíticas do Grupo Itacolomi. Esta litologia é caracterizada pela alta resistência aos processos intempéricos e alto grau de declividade.

- *Compartimento II: Vertentes e Topos Convexo*

Feições encontradas nos domínios dos xistos do Supergrupo Rios das Velhas (Grupo Nova Lima) e filitos do Supergrupo Minas (Grupo Piracicaba). Este compartimento caracteriza-se por apresentar

morfologia mais suave, com baixa declividade além de vertentes tendendo à convexidade no topo e concavidade na base.

- *Compartimento III: Regiões Planas*

Assim como o Compartimento II, os xistos e filitos são a litologia predominante nas regiões planas do PEIT. Devido à litologia, os processos de infiltração das águas da chuva são dificultados, favorecendo a formação de drenagens endorréicas, constituídas por sistemas de lagoas naturais e artificiais.

Fujaco *et al.* (2006) dividiram o PEIT em quatro grandes unidades geomorfológicas (figura 1.4.2), com base em visitas de campo e análise de mapas geológicos e de declividade.

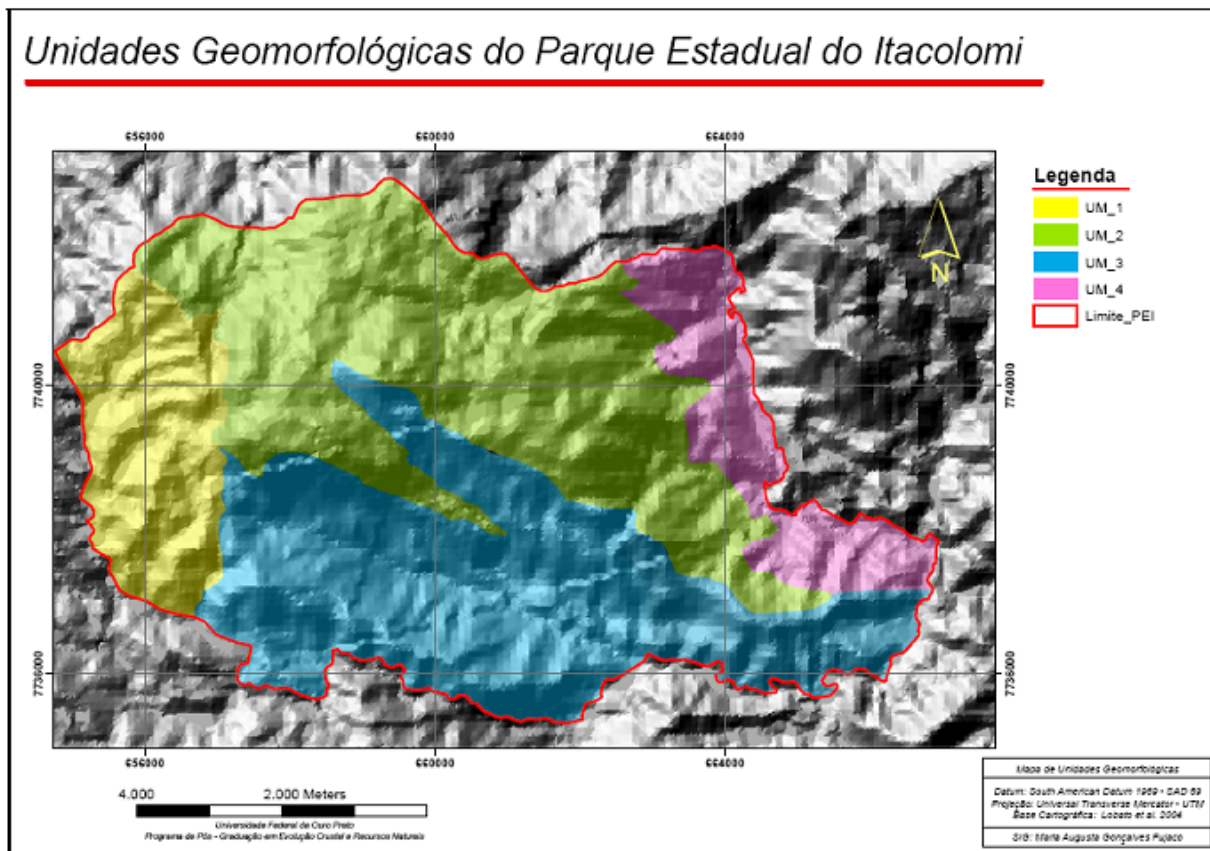


Figura 1.4.2 – Mapa Geomorfológico do Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) in: Fujaco *et al.* (2006).

Segundo os mesmos autores a unidade geomorfológica UM_1 apresenta como limites norte e leste os divisores de águas das sub-bacias do Manso e Prazeres, já seus limites oeste e sul são os próprios cursos de água. As litologias presentes são em sua maioria filitos e xistos e, em menor escala, quartzitos ferruginosos e cangas. Os fragmentos de florestas paludosas investigados encontram-se nesta unidade geomorfológica, às margens do Córrego do Manso.

A unidade UM_2 esta unidade localiza-se nas regiões mais altas do PEIT, tendo como limite norte a escarpa de quartzito. Apresenta duas morfologias distintas: as escarpas de afloramentos e os planaltos. As duas unidades de rochas quartzíticas são separadas por um filito, que determina a mudança na declividade do terreno.

A unidade UM_3 tem seus limites oeste e sul no córrego Prazeres, além da calha central da barragem do Custódio. As rochas presentes nesta unidade são, em sua maior parte, quartzitos ferruginosos. A unidade UM_4 apresenta como limite o Córrego Belchior e é formada principalmente por rochas quartzíticas.

1.5) LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi conduzido no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), localizado no município de Ouro Preto e Mariana, Minas Gerais, entre os meridianos 43°32'30"W e 42°22'30"W de longitude e os paralelos 20°22'30"S e 20°30'00"S de latitude. O PEIT apresenta uma área de 7534ha e a paisagem é composta, principalmente, por fragmentos de campos rupestres, campos gramíneos, florestas estacionais alto-montanas, florestas ombrófilas alto-montanas, formações monodominantes de candeia (*Eremanthus erythropappus*) e por reflorestamento de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) (SEMAD/IEF/PROMATA, 2007).

A precipitação média anual para a região entre o ano de 2007 e 2008 foi de 1349 mm, concentrada nos meses de setembro a março (dados inéditos). Os verões são suaves, concentrando 89,6% da precipitação anual (53,3% do total anual entre dezembro e fevereiro) e os invernos chegam a registrar temperaturas negativas, com elevada umidade atmosférica (IGA, 1995). O clima é classificado como Cwb de Köppen, com temperatura média anual é de 18,5 °C, sendo janeiro o mês mais quente (média de 21,2 °C) e junho o mês mais frio (média de 15,5 °C); com temperaturas variando entre um mínimo de aproximadamente 4°C e um máximo de 30° C. Estas características meteorológicas básicas marcam um clima em que a baixa latitude é compensada pela altitude e conformação orográfica regional (Carvalho, 1982).

As áreas estudadas (florestas paludosas) estão inseridas em um fragmento de aproximadamente 100ha de floresta estacional semidecidual alto-montana, com encaves de florestas ombrófilas, em cota altimétrica média de 1350m (figura 1.5.1). Conforme Fujaco *et al.* (2006), este fragmento encontra-se inserido da unidade geomorfológica UM_1 (ver figura 1.4.2) . As florestas paludosas (figura 1.5.2) ocorrem sobre solo hidromórfico constantemente saturado devido ao afloramento do lençol freático ou a

proximidade deste a superfície. O solo do fragmento estudado é classificado como Gleissolo Háplico, conforme o sistema de classificação da EMBRAPA (1999).

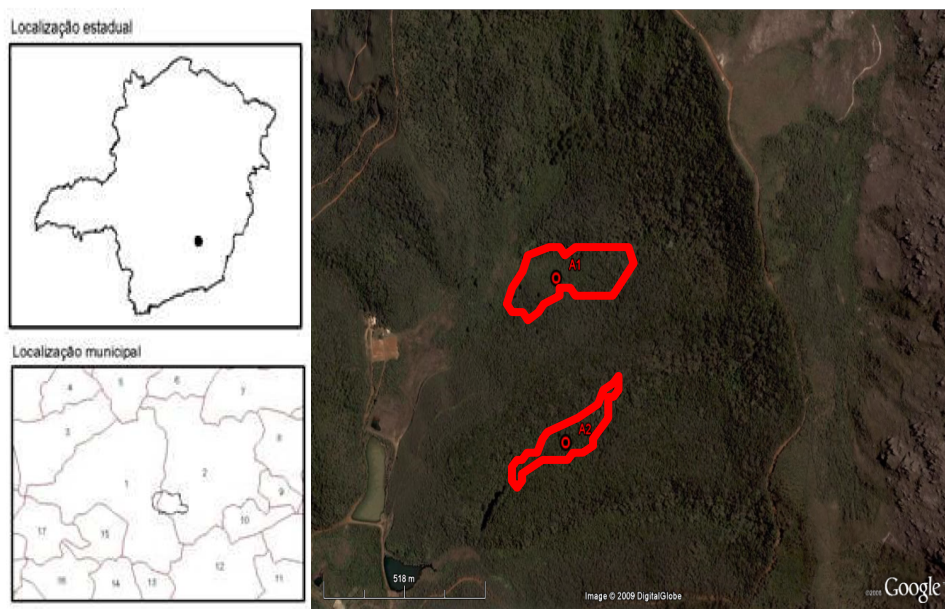


Figura 1.5.1 – Vista parcial do fragmento do Morro do Cachorro, localizado no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG e em destaque os fragmentos de floresta paludosa estudados.



Figura 1.5.2 – Vista parcial do interior do fragmento de floresta paludosa.

1.6) OBJETIVOS

Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo investigar a composição florística e a estrutura da comunidade arbórea das florestas paludosas localizadas no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), verificando possíveis correlações entre as variações na diversidade de espécies e as variações ambientais relacionadas com o substrato, topografia e regime hídrico.

Objetivo Específico

- Caracterizar a (micro)topografia, as características físico-químicas dos solos e a umidade relativa mensal dos solos das florestas paludosas localizadas no PEIT.

- Testar as hipóteses de que (1) a constante saturação hídrica do solo diminui a riqueza de espécies arbóreas, sendo mais severa quanto maior a saturação; (2) a umidade relativa do solo é o fator ambiental preponderante na distribuição, riqueza e diversidade de espécies nas florestas paludosas; e (3) a heterogeneidade do terreno, no interior do fragmento, promovida pela variação dos solos, da topografia ou da umidade relativa dos solos influencia na distribuição das espécies.

- Avaliar a riqueza global das florestas paludosas da região Sul e Sudeste do Brasil, uma vez que acreditamos que esta formação apresenta maior riqueza e diversidade de espécies arbóreas, ao contrário do exposto na literatura.

1.7) MATERIAL E MÉTODOS

A distribuição e delimitação das unidades amostrais (parcelas retangulares de 10m x 30m) obedeceu alguns critérios: (a) alinhamento ao fluxo de água, harmonizando com a forma alongada dos trechos de floresta paludosa; (b) a distribuição e ocorrência da espécie *Myrcia lorouotteana* (cambuí-do-brejo), que apresenta altos valores de densidade e dominância (Pedreira et al., 2006); e (c) a maior abrangência contínua da formação paludículas.

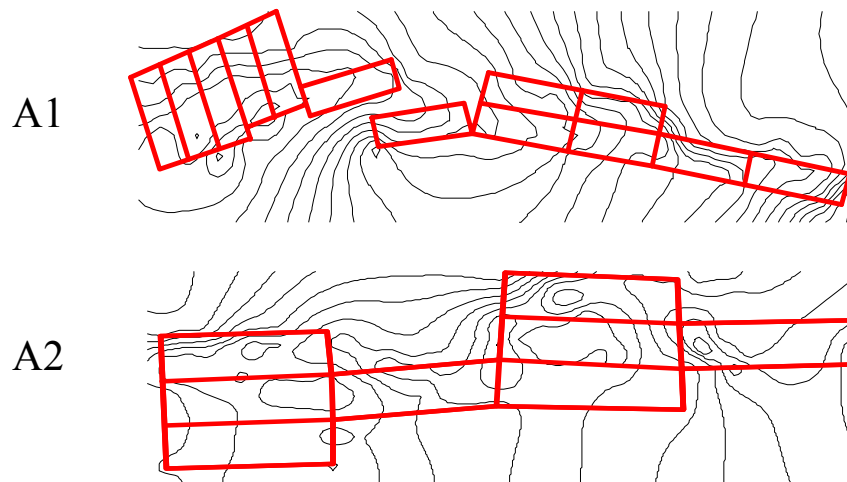


Figura 1.7.1 – Distribuição das unidades amostrais (parcelas) nos dois fragmentos de florestas paludosas investigados no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.

Foram selecionados dois fragmentos da fitofisionomia (A1 e A2), sendo nestes alocados 21 parcelas, perfazendo uma área amostral total de 0,63ha. No A1 e A2 foram demarcadas, respectivamente, 13 e 08 parcelas (figura 1.7.1). Em cada unidade amostral foram executados os seguintes procedimentos metodológicos: levantamento florístico e fitossociológico, quantificação da umidade relativa mensal do solo, análises físico-químicas do solo e levantamento planialtimétrico. A quantificação do nível do lençol freático e a caracterização mineralógica foi realizada de maneira parcimoniosa, sendo selecionadas em campo áreas representativas da fitofisionomia para as análises.

1.7.1) Levantamento Florístico e Fitossociológico

Dentro de cada parcela foi marcado, com plaquetas de plástico (10 x 2 cm), todo o indivíduo arbóreo com PAP (perímetro na altura do peito) ≥ 15 cm. Atendendo o critério de inclusão, foram mensurados os valores da altura total e do PAP. O material botânico testemunho será incorporado ao Herbário Prof. José Badini (OUPR), da Universidade Federal de Ouro Preto.

Os parâmetros fitossociológicos considerados serão aqueles comumente utilizados em levantamentos florestais e calculados pelo programa FITOPAC (Shepherd 2007), incluindo: frequência relativa (FR), densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR) e índice de valor de importância (IVI). A identificação do material botânico será realizada através da comparação com material herborizado, e de consultas a especialistas, conforme necessário.

$$DR = (n_i / N) \times 100$$

$$FR = (FA_i / \sum FA_{total}) \times 100$$

$$DoR = (AB_i / \sum ABI) \times 100$$

$$IVI = FR + DR + DoR$$

$$IVC = DR + DoR$$

Onde:

n_i = Número de indivíduos da espécie i

N = Número total de indivíduos

FA_i = Frequência absoluta da espécie i

FA_{total} = Frequência absoluta de todas as espécies i

AB_i = Área basal da espécie i

ABI = Área basal total de cada espécie amostrada

1.7.2) Variáveis Ambientais

1.7.2.1) Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico foi realizado durante o mês de agosto com o auxílio de uma Estação Total Leica TC 704, bússola e GPS. A carta foi confeccionada no programa AutoCAD 2004 e a grade superficial no programa Surfer 8.0.

Estes resultados permitem, além da representação gráfica da condição geomorfológica e topográfica das áreas, a extração de duas variáveis topográficas: (a) cota média, obtida da média das quatro cotas dos vértices das parcelas, e (b) desnível, obtido pela diferença das cotas máximas e mínimas.

1.7.2.2) Análises Físico-Química dos Solos

Foram realizadas perfurações com trado de caçamba, para coleta de amostras compostas de solo na profundidade 0-30 cm, constituída de 15 sub-amostras coletadas dentro de cada parcela. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas ao laboratório de análise de solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Foram considerados os teores de pH em H₂O, acidez potencial (H + Al), Cálcio trocável (Ca), Potássio disponível (K), Magnésio trocável (Mg), Fósforo disponível (P), nitrogênio total (N), Ferro (Fe), Alumínio trocável (Al), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Soma de Bases (SB), Saturação por Bases (V%), Saturação por Alumínio (m%). Para as análises físicas foram considerados as porcentagens de areia, silte e argila e a textura (EMBRAPA 1999).

1.7.2.3) Avaliação do Regime Hídrico

O regime hídrico da área foi quantificado, considerando os seguintes aspectos: medição do nível do lençol freático, da precipitação pluviométrica diária.

1.7.2.3.1) Precipitação Pluviométrica

A medição da precipitação foi feita através de um pluviômetro instalado próximo aos fragmentos estudados para a determinação da espessura da camada de água líquida que se deposita sobre a superfície horizontal, em decorrência da precipitação, se não ocorresse evaporação, infiltração e escoamento superficial.

Essa espessura, denominada altura de precipitação, foi determinada pela medida do volume de água captado por uma superfície horizontal de área conhecida através da expressão:

$$H = 10 \times V/A$$

Onde:

H= altura da precipitação (mm)

V= volume de água captado (ml)

A= área da superfície coletadora (cm²)

A área da superfície coletadora utilizada foi 70,88 cm², obtido através da expressão:

$$A = \pi \times d^2/4$$

Onde:

d= diâmetro da superfície coletadora (= 9,5 cm)

1.7.2.3.2) Flutuação do Nível do Lençol Freático

Para a quantificação do nível do lençol freático foram instalados piezômetros que, ultimamente, tem sido muito utilizado para estudos ambientais, principalmente por ser um método simples, eficaz e barato. A profundidade de um (1) metro para perfuração e instalação dos piezômetros foi baseada no trabalho de Schiavini (1992). Estas perfurações foram executadas com trado de caçamba manual. As medições foram realizadas mensalmente com o auxílio de uma linha com uma bóia e medidas em uma régua de madeira com 150 cm. Quando não havia água até a profundidade estabelecida (1 m), era anotado o valor 0 (zero). Foram selecionadas áreas côncavas e convexas dentro da fitofisionomia para instalação dos piezômetros e melhor caracterização do comportamento da água subsuperficial das Florestas Paludosas.



Figura 1.7.2 – Piezômetro instalado no interior dos fragmentos de floresta paludosa estudados no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Ouro Preto, MG.

Buscou-se representar áreas côncavas, convexas e planas dentro dos fragmentos, sendo instalados oito piezômetros no total, cinco no fragmento A1 e três no fragmento A2 (figura 1.7.3).

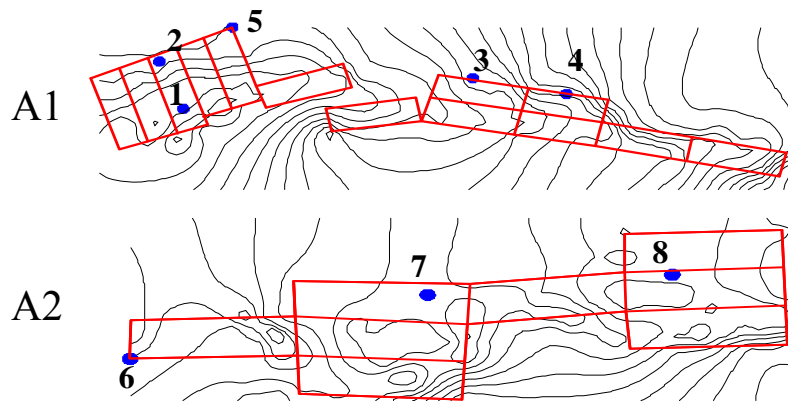


Figura 1.7.3 – Distribuição dos piezômetro instalados no interior dos fragmentos A1 e A2 das florestas paludosas estudadas no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Ouro Preto, MG.

1.7.2.3.3) Umidade Relativa Mensal do Solo

A umidade relativa do solo (U%) foi quantificada mensalmente pelo método convencional, o gravimétrico. Este método exige coletas mecânicas, fazendo-se uso de trado e células de acondicionamento do material, pesagem e secagem em estufa a 105 ± 3 °C por 24 h, conforme EMBRAPA (1999). Elaboraram-se os mapas temáticos da variável umidade do solo para verificar o comportamento espacial dessa variável nas duas áreas. Foram confeccionados usando-se a interpolação por krigagem ordinário (Krige, 1951), interpolando valores das variáveis em estudo nas posições não amostradas utilizou-se, para a construção desses mapas, o software Surfer 8.0.

O propósito da krigagem é estimar valores para locais não amostrados, considerando a densidade dos pontos por unidade de área, distância entre os pontos amostrais e variância mínima dos dados, possibilitando a construção de mapas de contorno com alta precisão, além de oferecer limites de variações para os mapas temáticos.

$$U\% = \frac{\text{Massa de Água}}{\text{Massa Úmida}} \times 100$$

Onde:

U% = umidade relativa do solo

O estudo da variabilidade espacial e temporal da umidade do solo pode ser feito através de técnica denominada geoestatística a qual analisa as correlações entre as observações. A caracterização da variabilidade espacial das propriedades físicas do solo contribui para a conservação dos solos e para o desenvolvimento de projetos para preservação, recuperação e conservação dos recursos naturais, incluindo os vegetacionais.

No pantanal mato-grossense uma iniciativa similar possibilitou a diferenciação cartográfica dos “pantanais”, ou seja, uma divisão fitogeográfica de áreas, que foram separadas em decorrência da duração, frequência e intensidade do encharcamento. Este acréscimo facilitou e possibilitou o entendimento da posição dos diferentes “pantanais” na grande depressão aluvial da região. Preliminarmente, estas áreas foram classificadas, segundo o grau da umidade, em: (a) áreas pouco úmidas; (b) áreas úmidas; e (c) áreas muito úmidas (Ab’Sáber, 2006).

1.7.3) Análises Estatísticas

A estrutura da comunidade arbórea foi descrita a partir do cálculo dos seguintes parâmetros quantitativos por espécie: altura máxima, número de indivíduos, número de parcelas com ocorrência da espécie e índice do valor de importância (IVI). Para a determinação da diversidade de espécies foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e de equabilidade de Pielou (J') em base logarítmica natural (Brower & Zar 1984).

Para analisar as correlações entre os gradientes ambientais e vegetacionais foi empregada uma análise de correspondência canônica (CCA) (ter Braak 1987), utilizando-se o programa FITOPAC v.1.6.4.29 (Shepherd, 2007). A matriz de abundância das espécies foi constituída do número de indivíduos por parcela das espécies que apresentaram vinte ou mais indivíduos na área amostral total. A matriz de variáveis ambientais incluiu, a princípio, as duas variáveis topográficas, as classe de umidade dos solos, além de todas 15 variáveis químicas e texturais dos solos, totalizando 21 variáveis. As classes de drenagem dos solos foram expressas como variável ordinal ('ranking'), atribuída às categorias: 1 – moderadamente saturado, 2 – saturado, 3 – muito saturado e 4 – excessivamente saturado (outras classes de saturação não foram representadas).

Após realizar uma CCA preliminar, foram eliminadas 11 variáveis ambientais fracamente correlacionadas ou altamente redundantes com outras variáveis. A CCA final foi processada com as 10 (dez) variáveis mais representativas e mais fortemente correlacionada com os eixos de ordenação.

Para comparar as parcelas quanto à similaridade florística, foi construída uma matriz de presença e ausência das espécies nas parcelas por classe textural. A partir dessa matriz foi calculada a similaridade florística através do índice de porcentagem de similaridade (Müeller-Dombois & Ellenberg, 1974), e a interpretação dos dados se deu pelo método de média de grupo (UPGMA) (Sneath & Sokal, 1973). As análises foram feitas utilizando o programa FITOPAC v.1.6.4.29 (Shepherd, 2007).

CAPÍTULO 2

FLORISTIC AND COMMUNITY STRUCTURE OF A MONTANE TROPICAL SWAMP FOREST IN THE ESPINHAÇO MOUNTAIN RANGE, BRAZIL.

ABSTRACT

Tree species diversity and composition have been not deeply investigated for Neotropical montane swamp forests. An upper montane tropical swamp forest in the Espinhaço mountain range was investigated for arboreal community species richness and structure. The studied forest patch is part of the Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais, a large montane transition between the Cerrado (Savanna) and the Atlantic Rainforest, with components of a subtropical ecosystem. These forests have a naturally small, fragmented distribution, and high species dominance. We test the hypothesis that this plant community has a richer flora than expected with a distribution of species constrained climatic and ecologically. The sampling was conducted in 21 rectangular plots of 10m x 30m, grouped in two separated but close swamps, summing up 0.63 ha area. In each plot, phytosociological data were recorded from all living and stand-up dead individuals with perimeter at breast height (PBH) ≥ 15 cm. Botanical samples were identified and incorporated to the OUPR Herbarium. Altogether were sampled 2127 individuals belonging to 32 families, 54 genera and 84 species. Myrtaceae was the family with the greatest number of species (17), followed by Lauraceae (6), along with Melastomatacea, Myrsinaceae, Euphorbiaceae and Fabaceae, all with four species. The total estimate density of the survey was 3376 individuals per hectare and the total basal area was 14.190m². The Shannon diversity index (H) obtained was 3.1 and the Pielou index (J) was 0.7. The result of this research suggests that these ecosystems do not have low richness and diversity of species, although it has an identifiable community structure, strongly defined by sub tropical dominant species.

Keywords: Biogeography, Floristic and Phytosociology, Upper Montane Swamp Forest, Sub-Tropical Montane Ecosystems, Plant Community.

INTRODUCTION

Spatial species distribution and eco-physiological responses to harsh conditions define variation in the community structure over a range of scales, and need to be better understood in front of present land use changes and habitat destruction (Forman, 1983). Although landscape ecology has improved the knowledge of natural ecosystem changes and human-natural communities interfaces, little has been done to describe and understand the role of geomorphology and geology in the delimitation of plant communities within undisturbed landscapes.

The Brazilian Atlantic Rainforest, which was declared UNESCO Reserve of Biosphere and a hot-spot of global diversity (Myers *et al.*, 2000), has an original area of approximately 1,300,000 km². This forest domain covered the entire Southeastern coast, entering to the interior at different extensions (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998). Currently, approximately 110 million people live in this biome, largely transformed into agriculture, mining sites, cities, industrial poles, petrochemicals, ports, and touristic landscapes (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998). Urgent measures are needed in order to refrain further deforestation, with consequent loss of biodiversity. It is estimated that nearly 7% remain from the original area of primary or old successional forest. However, even about these small fragmented remnants, little has been studied about the natural heterogeneity and its abiotic influences.

Hereafter called the Tropical Atlantic Domain (TAD), this forest complex comprises a diverse interlocking ecosystems mosaic, whose formations can be divided into forest (dense ombrophylous forest, mixed ombrophylous forest, open ombrophylous forest, tropical deciduous and semideciduous forests, upper swamps forest, enclaves of the northeast and riverine forest) and associated ecosystems (e.g. high altitude grasslands, sandbanks, mangroves) (IBGE, 1993).

The large variation found in TAD phytophysiology is mainly due to the high spatial heterogeneity resulted from a highly variable geology, geomorphology, climate, hydrology and hydrography. Distinct ecological conditions emerge from the interaction and evolution of vegetation with the landscape, thus affecting in feedback the plant communities composition and structure (Oliveira-Filho *et al.*, 1994a; Ivanauskas *et al.*, 1997; Metzger *et al.*, 1997; Toniato *et al.*, 1998; Oliveira Filho & Fontes, 2000). A dynamic process is therefore related to the maintenance of plant community heterogeneity along distinct scales.

Within the TAD, floodplain forests are poorly studied compared with other forest types. This forest typology is very important to the maintenance of water resources and aquatic ecosystems (Lima 1989). Due to permanent hydric saturation of soil, the forests are dominated by species adapted to this type of terrain, thus able to grow with low oxygen conditions, and other limiting factors. These flood-tolerant plant species often occur in large population stands (Scarano, 2002; Koponen *et al.*, 2004), but

their dynamics may be quite sensitive in the variation in seed or seedling survivorship (Scarano et al., 1997; Scarano, 1998). Many species usually associated with well drained soils in surrounding forests also occur in swamp forests but are represented by only a few individuals, increasing species richness (Ivanauskas et al., 1997; Scarano, 2002).

Geomorphology of river banks and other floodable lowlands define all the dynamics that will shape the plant community (Vivian-Smith, 1997). Micro-topography variations in the swamp forests can promote local drainage variations (Scarano et al., 1997; Vivian-Smith, 1997; Souza & Martins, 2005), which can determine in a small scale distinct patterns of spatial distribution of species, leading to different community structures (Scarano, 2006).

In these ecosystems, most of ecological dynamics are affected by (a) the watercourse and water-bearing level fluctuation (Schiavini, 1992; Oliveira-Filho et al., 1994a; Metzger et al., 1997), (b) the deposition of sediments, burying or litter removal (Grime, 1979; Felfili, 1998), (c) the adjacent vegetation influence (Ivanauskas et al., 1997), (d) the differential performance of species facing the flooding (Joly, 1991), and (e) extreme flooding events (Vervuren et al., 2003). The flooding can be considered as a natural disturbance on the vegetation, and mortality and establishment of species depend on the duration, frequency and intensity of flooding (Joly, 1991). According to Troppmair & Machado (1974), the water content in soil is the major determinant of vegetation, which is related to the rainfall regime, the local topography, river traces and the types of relief.

Forest areas that have remarkable hydric saturation are associated to low diversity of species (sensu high relative dominance) and a fragmented distribution (Toninato et al., 1998), even within larger forests. The disorderly expansion of agricultural frontiers and use of improper practices (e.g. sediment discharge, fragmentation, fire, extractive, contamination) contribute to the degradation and destruction of this environment. Besides, the lack of information about the ecology, floristic composition, community functionality and responses to distinct water dynamics makes difficult the definition of public policies for the preservation of this highly threatened environment. For instance, how much of the apparent low tree species diversity is indeed a fact or an artifact of a high dominance of some species, which biased the perception of whom makes superficial descriptions of such plant communities? Little hard-data in plant species diversity are in fact found in the literature to sustain the perception of a low-richness community for the Neotropical montane swamp forests.

For the Atlantic Rainforest domain, there is only one study in floristic composition and structure of high altitude swamp forests. In this work, we tested the hypothesis that this type of plant community has a richer flora than expected in previous literature surveys, however with species distributions constrained by climate and ecological factors. In order to accomplish with the objectives, we surveyed the

floristic composition and structure of the arboreal community of two swamp forests, located in Carmo Sub-basin, Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Location

The Itacolomi State Park (PEIT) has an area of 7534 ha, located in the municipalities of Ouro Preto and Mariana, in Minas Gerais state, between the meridians 43°32'30" and 42°22'30" West longitude and the parallels 20°22'30" and 20°30'00" South latitude. The sampling areas of this work are located marginally to the Manso Stream, in the interior of a 100 ha fragment (figure 2.1).

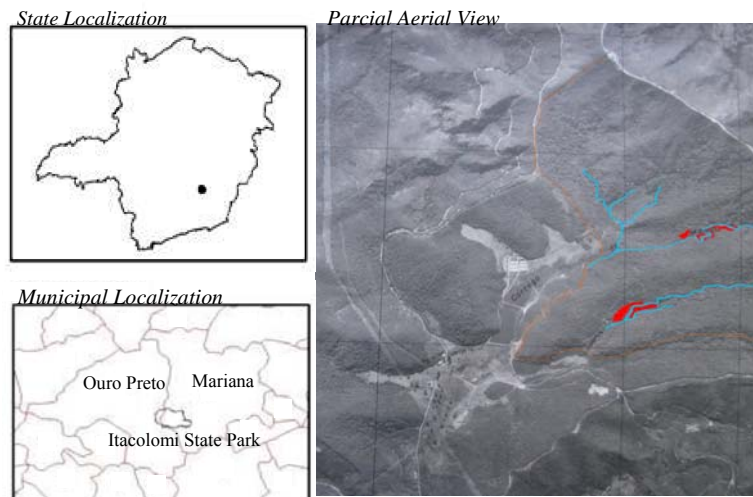


Figure 2.1. The Itacolomi State Park location and partial aerial view of Morro do Cachorro fragment, with Manso Stream and both fragments of Swamp Forest, on blue and red distinction respectively.

Geology and Geomorphology

Regionally, the relief shows steep slopes, with deep combe. The fragment studied is from the foothills to the ridge of “Morro do Cachorro”, a nested and deep valley that defines the conformation, speed and flow of a main drainage composed mainly by the Manso Stream. The area is formed by filite, shale, quartzite and ferruginous rocky (Fujaco *et al.*, 2006).

A qualitative characterization of the sediments was done. Rock fragments, minerals and accessory minerals main constituents was taken with a stereoscope microscope. The presence of filite, cianite, sericite, quartz, grenades, muscovite, biotite, hematite fragments, ferruginous rocky and clay-minerals fragments were identified.

Climate

According to the classification of Köppen, the common climate type in the region is the Cwb, with annual rainfall ranging from 1100mm to 1800mm and annual average temperature from 17.4 °C to 19.8 °C (Gomes, 1998). The rainy season extends from October to February, and drought season has its peak in July and August. The summers are mild, concentrating 89.6% of annual precipitation, with 53.3% of the total precipitating between December and March. In the winter one can register negatives temperatures, with high atmospheric humidity (IGA, 1995). This weather defines a climate in which the low latitude is offset by altitude and regional orographic conformation (Carvalho, 1982).

An ombrometer was installed next to the studied area to assess the amount of monthly rainfall during the period between the months of April, 2007 to March 2008 (figure 2.2).

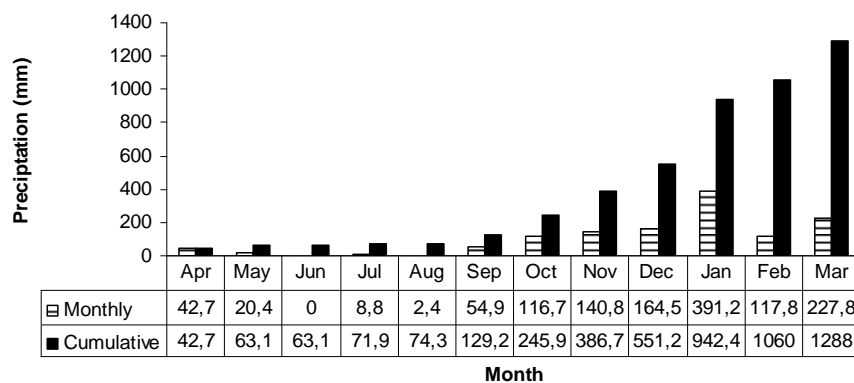


Figure 2.2. Monthly and cumulative precipitation between April 2007 and March 2008.

Sample Design

The two swamp forests selected meet at least two basic criteria: the constant hydric saturation of soil and the presence of arboreal species adapted to the low oxygen availability. Twenty-one plots were allocated, making a total sample area of 0.63 ha. In area 1 (A1) and area 2 (A2) were demarcated 13 (0.39 ha) and 08 plots (0.24 hectares), respectively (figure 2.3).

A detail survey of planialtimetric was conducted to determine the area altimetry, with the aid of a T407 Leica total station and Global Position System (GPS). The GPS was calibrated at the recognized point altimetry (Mariana Station), reducing the error produced by the equipment lifting. In A1 and the A2 the altimetric quotas ranged from 1335m-1351m and 1327m-1323m, respectively.

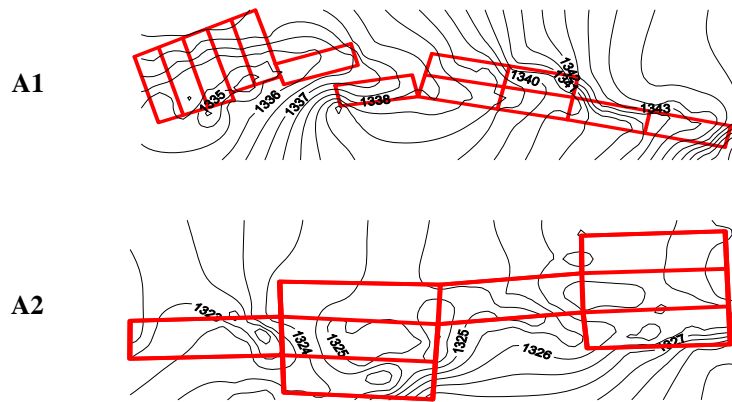


Figure 2.3. Schematic representation of the plots (10m x 30m) in both areas, A1 e A2. The isoline values correspond to topographic quotas.

Floristic Composition and Phytosociological Structure

Within each plot all the arboreal individuals, alive or dead, with perimeter at breast height (PBH) ≥ 15 cm were labeled. The number of individuals and species were recorded, and the total height of each individual estimated with the help of a graduated stick. The botanical samples were incorporated in the Herbarium Prof. José Badini (OUPR), from the Federal University of Ouro Preto. The identification of botanical material was accomplished by comparing existing botanical collections in the OUPR and also through consultations of current literature, specialists and herbarium collections from São Paulo Botany Institute (SP), State University of Campinas (UEC), Federal University of Minas Gerais (BHCB) and Federal University of Viçosa (VIC). The species were classified in families recognized by the Angiosperm Phylogeny Group II system (APG II, 2003).

The phytosociological parameters (Mueller-Dombois and Ellenberg 1974) considered were those commonly used in forest surveys, including: relative frequency (FR), relative density (RD), relative dominance (DoR) and importance index value (IVI), and calculated using FITOPAC program (Shepherd, 2007).

Soil Characterization

The soils of the plots were characterized for comparative and exploratory reasons since the soils of this phytophysiology were not known in its physical and chemical characteristics. Soil samples were collected in the depth of 0-30 cm, at approximately 1L. The samples were analyzed by the Soils Department of Federal University of Viçosa (UFV), making physical analysis (size and texture) and chemical analysis, in which were considered the levels of P, K, Ca, Mg, N, Fe, Al, H+Al, the pH in water, the sum of bases, base saturation, organic matter, cation exchange capacity at pH 7.0 and the index of saturation aluminum.

RESULTS

The soils of the studied swamp forests were classified as mineral hydromorphic soils in the order of gleysol and inserted in the category haplic greyish brown in color. The chemical analysis showed the presence of moderate to very acid soils, dystrophic, with low levels of macro nutrients. The organic matter levels can be considered as intermediaries plots (A, D, E, F, G, H, 4, 6, 8, 9 and 11) with relatively high levels. The aluminum saturation rate is used to estimate the level of aluminum toxicity in the tropical soils and is usually considered toxic for amounts over 50% (table 2.1).

Table 2.1. Chemical and texture characteristics of soils in Altitude Swamp Forests of Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais. N = nitrogenium (dag/kg); pH; P = phosphorus (mg/dm³); K: potassium (mg/dm³); Ca = calcium (cmol/dm³); Mg = magnesium (cmol/dm³); Al = aluminum (cmol/dm³); H+Al = potential acidity; SB = sum of bases (cmol/dm³); CTC = cation exchange capacity (cmol/dm³); V% = base saturation; m% = aluminum saturation; MO = organic matter (dag/kg); Fe = ferrum (mg/dm³).

Plot/Area	N	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V%	m%	MO	Fe	Texture
1/A1	0,17	5,23	1,70	64,00	0,41	0,23	1,35	16,40	0,80	17,20	4,70	62,80	5,98	552,80	clay
2/A1	0,17	5,12	3,40	36,00	0,47	0,40	2,02	17,70	0,96	18,66	5,10	67,80	6,25	495,70	clay
3/A1	0,22	5,38	1,60	78,00	0,64	0,49	0,87	13,00	1,33	14,33	9,30	39,50	6,25	1569,50	loam-clay-silty
4/A1	0,19	5,22	3,30	51,00	0,29	0,11	1,64	12,70	0,53	13,23	4,00	75,60	11,55	898,30	silty-clay
5/A1	0,28	5,01	3,80	47,00	0,25	0,27	1,54	14,00	0,64	14,64	4,40	70,60	6,45	653,40	loam-clay-silty
6/A1	0,21	5,32	1,70	41,00	0,25	0,13	1,35	14,00	0,48	14,48	3,30	73,80	11,42	912,20	clay
7/A1	0,24	5,16	2,20	64,00	0,40	0,29	1,83	17,50	0,85	18,35	4,60	68,30	6,58	431,80	clay
8/A1	0,23	5,38	1,30	29,00	0,45	0,31	0,87	13,40	0,83	14,23	5,80	51,20	15,11	1141,40	silty-clay
9/A1	0,24	5,38	2,10	35,00	0,31	0,63	1,25	14,80	1,03	15,83	6,50	54,80	17,13	978,60	loam-clay
10/A1	0,19	5,33	2,40	40,00	0,17	0,38	1,35	15,90	0,65	16,55	3,90	67,50	6,38	932,80	loam-clay-silty
11/A1	0,17	4,99	2,30	51,00	0,22	0,26	1,83	14,90	0,61	15,51	3,90	75,00	11,82	988,00	clay
12/A1	0,14	4,91	2,00	44,00	0,22	0,16	1,54	13,50	0,49	13,99	3,50	75,90	9,14	841,60	loam-clay-silty
13/A1	0,14	4,83	2,00	61,00	0,23	0,22	1,64	13,80	0,61	14,41	4,20	72,90	9,40	461,30	loam-clay-silty
A/A2	0,25	4,99	3,10	75,00	0,26	0,35	2,12	16,50	0,80	17,30	4,60	72,60	16,46	184,00	silty-clay
B/A2	0,28	4,39	5,70	69,00	0,12	0,15	3,95	22,90	0,45	23,35	1,90	89,80	6,58	58,00	silty-clay
C/A2	0,28	4,44	4,20	72,00	0,29	0,40	3,28	20,00	0,87	20,87	4,20	79,00	6,65	122,70	silty-clay
D/A2	0,27	4,56	4,90	121,00	0,21	0,22	4,43	24,20	0,74	24,94	3,00	85,70	18,81	62,30	silty-clay
E/A2	0,22	5,03	3,70	59,00	0,28	0,23	2,22	15,60	0,66	16,26	4,10	77,10	15,78	160,80	silty-clay
F/A2	0,19	4,57	3,00	53,00	0,11	0,10	3,18	19,60	0,35	19,95	1,80	90,10	14,78	46,80	silty-clay
G/A2	0,28	4,49	3,90	73,00	0,16	0,17	3,76	23,90	0,52	24,42	2,10	87,90	20,15	55,20	silty-clay
H/A2	0,25	4,29	4,50	63,00	0,15	0,11	3,37	21,80	0,42	22,22	1,90	88,90	15,78	96,10	silty-clay

Altogether were sampled 2127 individuals belonging to 32 families, 54 genera and 84 species (table 2.2). Ten species (*Bathysa meridionalis*, *Casearia sylvestris*, *Cedrela fissilis*, *Copaifera langsdorffii*, *Guatteria villosissima*, *Machaerium nyctitans*, *Miconia discolor*, *Myrcia subverticularis*, *Trichilia pallida* and *Vismia brasiliensis*) occurred in adjacent areas to the studied fragments and were computed only for general characterization.

Table 2.2. Floristic list of tree species of the Altitude Swamp Forest in Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. – OUPR = Herbarium collection data.

Families and Species	OUPR
Anacardiaceae	
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	19.181
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	19.182
Annonaceae	
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	19.153
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	19.149
<i>Guatteria sellowiana</i> Schltdl.	19.148
Aquifoliceae	
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	19.183
Araliaceae	
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	21.716
Araucariaceae	
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	20.056
Arecaceae	
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	19.147
Asteraceae	
<i>Baccharis cf. intermixta</i> Gardner	21.686
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	19.075
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	21.687
Clethraceae	
<i>Clethra scabra</i> Pers.	20.061
Cunoniaceae	
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	21.688
Cyatheaceae	
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	21.690
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	21.689
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	21.063
Dicksoniaceae	
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	21.691
Euphorbiaceae	
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	20.067
<i>Croton urucurana</i> Baill.	21.322
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	21.325
<i>Tetrorchidium parvulum</i> Müll. Arg.	21.321
Fabaceae	
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	20.069
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	21.695
<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth. **	flora
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	20.060
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S. Irwin & Barneby	20.071

Hypericaceae

Vismia brasiliensis Choisy**

Lamiaceae

Aegiphila sellowiana Cham. 21.715

Lauraceae

Nectandra nitidula Nees 20.073

Nectandra oppositifolia Nees 21.332

Ocotea diospyrifolia (Meisn.) Mez 21.331

Ocotea lancifolia (Schott) Mez 21.334

Ocotea sp. 21.697

Ocotea spixiana (Nees) Mez 21.335

Magnoliaceae

Magnolia ovata (A. St.-Hil.) Spreng. 21.696

Melastomataceae

Miconia chartacea Triana** flora

Miconia corallina Spring 21.327

Miconia discolor DC.** flora

Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn. 21.330

Tibouchina candolleana (Mart. ex DC.) Cogn. 21.329

Trembleya parviflora (D.Don) Cogn. 19.077

Meliaceae

Cabranea canjerana (Vell.) Mart. 19.180

Cedrela fissilis Vell. ** flora

Monimiaceae

Mollinedia sp. 21.698

Moraceae

Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al. 21.699

Myrsinaceae

Myrsine coriacea (Sw.) Roem. & Schult. 21.700

Myrsine gardneriana A. DC. 19.154

Myrsine sp. 21.701

Myrsine umbellata Mart. 19.555

Myrtaceae

Marlierea cf. excoriata Mart. 21.702

Marlierea obscura O. Berg 19.162

Myrceugenia cf. alpigena (DC.) Landrum 21.703

Myrceugenia miersiana (Gardner) D. Legrand & Kausel 19.166

Myrceugenia sp. 21.704

Myrcia amazonica DC. 19.167

Myrcia cf. crocea (Vell.) Kiaersk. 21.705

Myrcia laruotteana Cambess. 19.168

Myrcia obovata (O. Berg) Nied. 21.706

Myrcia rufipes DC. 19.169

<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	19.170
<i>Myrcia subverticalis</i> (O. Berg) Kiaersk.**	flora
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	21.707
<i>Myrcia vauthieriana</i> O. Berg	19.172
<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg	19.163
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel	19.165
<i>Siphoneugena</i> sp.	21.708
<i>Siphoneugena widgreniana</i> O. Berg	19.164
Onagraceae	
<i>Ludwigia anastomosans</i> (DC.) H. Hara	21.320
Rosaceae	
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	21.709
Rubiaceae	
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) Benth. & Hook.f.	
<i>Cordia elliptica</i> (K. Schum.) Kuntze	19.173
<i>Guettarda</i> sp.	21.710
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	19.175
Salicaceae	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.**	flora
Sapindaceae	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	21.711
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	21.712
<i>Matayba</i> sp.	21.713
Solanaceae	
<i>Solanum cladotrichum</i> Vand.	21.717
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	21.714
Symplocaceae	
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart. ex Miq.	19.183
<i>Symplocos falcata</i> Brand	21.357
Vochysiaceae	
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	19.178
Winteraceae	
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	19.176

The phytophysiognomy shows a very irregular canopy, varying between 7-9 meters in height, mainly due to *Myrcia laruotteana*, *Clethra scabra*, *Nectandra nitidula* and *Ludwigia anastomasans*. The emerging stratum has some trees that reach up to 11 meters high, namely *Alchornea triplinervia*, *Ocotea spixiana* and *Croton urucurana*. Many individuals of Bromeliaceae (*Aechmea bromeliifolia* and *Tillandsia stricta*), Araceae (*Anthurium scandens*) and Orchidaceae (*Epidendrum ellipticum* and *Bulbophyllum* sp.) were observed in the scrub. On the other hand, few individuals belonging to the Poaceae were found in scrub.

Myrtaceae was the family with the greatest number of species (17), followed by Lauraceae (6), Melastomataceae, Myrsinaceae, Euphorbiaceae and Fabaceae, with four species, and Annonaceae, Asteraceae, Cyatheaceae, Rubiaceae and Sapindaceae, each with three species (Figure 2.4). Myrtaceae comprised 34.5% of all sampled individuals. *Myrcia laruotteana* was the species with the highest number of individuals (583). *Nectandra nitidula* and *Clethra scabra* also occurred with high number of individuals 152 and 135, respectively. Other families summed up 67.9 % of individuals. The total density was 3376 individuals per hectare and the total basal area was 14190m². The Shannon diversity index (H) obtained was 3.1 and Pielou index (J) was 0.7.

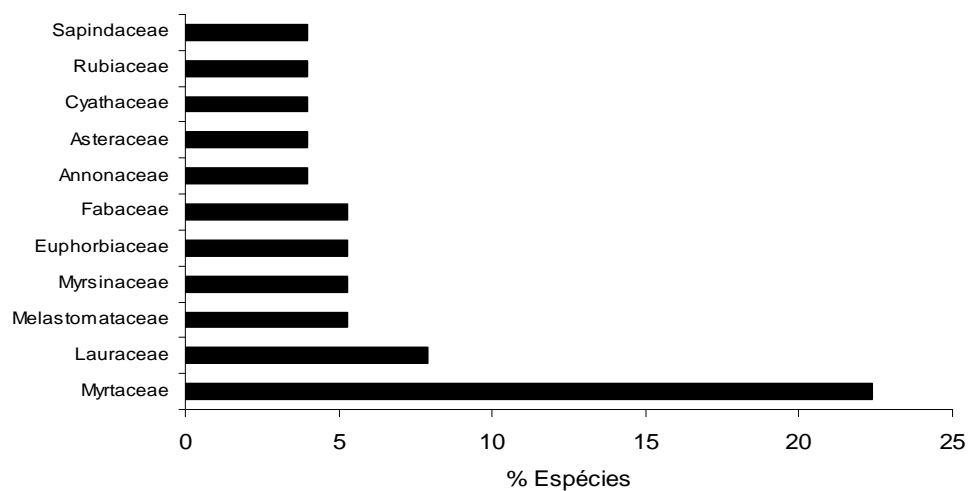


Figure 2.4. Percent distribution of species per family.

Table 3 presents the phytosociological parameters for the 77 species sampled within the plots, arranged in descending order of IVI. The first 10 species represent 67.5% of sampled individuals. The dead individuals were distinct in the survey, occupying the 2nd position, with 226 individuals. Only seven species have a single individual sampled (*Baccharis oblongifolia*, *Cupania vernalis*, *Dalbergia frutescens*, *Guettarda* sp., *Lamanonia ternata*, *Siphoneugena widgreniana* and *Solanum swartzianum*).

The species that occupy the top positions in the community structure were detached numerically from the rest, mainly for IVI, due to the greatest number of individuals, defining high values of density. However, these species also have relatively large size, which also defined high values of dominance.

Among the 76 surveyed species, 39 are common to both areas, 09 are exclusive of area 1 (A1) and 28 of area 2 (A2). The species that characterize the swamp forests of the region *Myrcia laruotteana*, *Nectandra nitidula*, *Clethra scabra*, *Ludwigia anastomosans*, *Sapium glandulosum* and *Tibouchina candolleana*, occurred in both areas.

Table 2.3. Phytosociological parameters of sampled species at the Altitude Swamp Forest in Itacolomi State Park, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. N° Ind. = number of individual; DR = relative density; FR = relative frequency; DoR = relative dominance; IVI = Importance value index; H. Max. = maximum height; H. Min. = minimum height.

Species	N° Ind.	DR	FR	DoR	IVI	H. Max.	H. Min.
<i>Myrcia laruotteana</i>	583	27.41	4.66	22.48	54.55	9.5	1.5
<i>Morto</i>	226	10.63	4.66	10.03	25.31	7.5	1.5
<i>Clethra scabra</i>	135	6.35	4.66	8.94	19.95	9.0	2.5
<i>Nectandra nitidula</i>	152	7.15	3.55	6.26	16.96	8.5	3.5
<i>Ludwigia anastomasans</i>	70	3.29	2.66	4.16	10.11	8.0	2.5
<i>Myrsine gardneriana</i>	77	3.62	3.77	2.10	9.49	7.0	2.5
<i>Miconia theaezans</i>	62	2.91	2.88	2.49	8.28	6.5	3.0
<i>Tibouchina candolleana</i>	53	2.49	2.44	3.30	8.23	9.0	2.5
<i>Sapium glandulosum</i>	49	2.30	2.88	2.78	7.96	8.5	4.0
<i>Cyathea corcovadensis</i>	30	1.41	2.00	4.31	7.71	6.5	1.6
<i>Drimys brasiliensis</i>	30	1.41	3.10	2.39	6.90	8.5	4.5
<i>Vochysia tucanorum</i>	34	1.60	3.10	1.39	6.09	8.0	2.5
<i>Cyathea delgadii</i>	30	1.41	2.00	2.62	6.03	4.0	1.8
<i>Siphoneugena sp.</i>	45	2.12	1.77	1.66	5.55	9.0	3.5
<i>Annona emarginata</i>	35	1.65	2.66	0.93	5.24	7.5	3.5
<i>Tapirira guianensis</i>	31	1.46	2.00	1.55	5.00	8.0	3.0
<i>Cordia elliptica</i>	32	1.50	2.66	0.81	4.98	6.5	3.0
<i>Symplocos falcata</i>	28	1.32	1.55	1.72	4.59	8.0	3.0
<i>Magnolia ovata</i>	31	1.46	1.55	1.36	4.37	7.5	4.0
<i>Myrcia venulosa</i>	19	0.89	1.77	1.13	3.80	9.0	3.5
<i>Dicksonia sellowiana</i>	13	0.61	1.77	1.41	3.80	6.0	1.8
<i>Psychotria vellosiana</i>	26	1.22	2.00	0.56	3.77	6.0	3.0
<i>Myrcia splendens</i>	14	0.66	1.55	1.29	3.50	8.5	4.0
<i>Alchornea triplinervia</i>	12	0.56	2.22	0.67	3.45	11.0	4.5
<i>Myrsine umbellata</i>	18	0.85	1.77	0.64	3.26	8.0	4.5
<i>Ilex theezans</i>	12	0.56	1.77	0.70	3.04	8.5	4.0
<i>Symplocos celastrinea</i>	15	0.71	1.55	0.44	2.69	7.0	2.0
<i>Ocotea lancifolia</i>	11	0.52	0.89	1.18	2.58	8.0	6.5
<i>Schinus terebintifolia</i>	15	0.71	1.33	0.46	2.50	7.0	3.5
<i>Marlierea obscura</i>	13	0.61	1.33	0.45	2.39	9.0	4.0
<i>Myrcia rufipes</i>	14	0.66	1.11	0.56	2.33	9.5	4.5
<i>Vernonanthura discolor</i>	13	0.61	0.89	0.71	2.21	8.0	5.0
<i>Schefflera calva</i>	15	0.71	0.67	0.80	2.17	9.5	2.5
<i>Ocotea spixiana</i>	9	0.42	0.89	0.73	2.04	10.5	5.5
<i>Guatteria australis</i>	10	0.47	1.33	0.23	2.03	6.5	4.0
<i>Myrsine sp.</i>	14	0.66	0.67	0.66	1.99	10.5	3.0
<i>Croton urucurana</i>	7	0.33	1.11	0.39	1.83	9.5	6.0
<i>Guatteria sellowiana</i>	8	0.38	1.11	0.30	1.78	7.0	4.5
<i>Myrceugenia sp.</i>	7	0.33	1.11	0.30	1.74	6.5	5.5
<i>Prunus myrtifolia</i>	8	0.38	1.11	0.25	1.74	7.5	3.5
<i>Cyathea phalerata</i>	6	0.28	0.67	0.66	1.61	6.0	2.5
<i>Myrcia amazonica</i>	7	0.33	0.89	0.17	1.39	7.0	4.0
<i>Trembleya parviflora</i>	8	0.38	0.67	0.30	1.34	7.0	5.0
<i>Baccharis cf. intermixta</i>	6	0.28	0.89	0.17	1.34	7.5	4.0
<i>Ocotea sp.</i>	7	0.33	0.67	0.29	1.29	8.0	4.0
<i>Solanum cladotrichum</i>	4	0.19	0.89	0.12	1.20	5.0	4.5
<i>Myrsine coriacea</i>	4	0.19	0.89	0.09	1.17	7.0	5.0
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i>	8	0.38	0.44	0.25	1.07	8.0	3.5

<i>Tetrorchidium parvulum</i>	4	0.19	0.67	0.10	0.95	6.0	4.0
<i>Myrcia vauthieriana</i>	4	0.19	0.67	0.09	0.94	6.0	5.0
<i>Sorocea bonplandii</i>	4	0.19	0.67	0.08	0.94	6.0	4.0
<i>Matayba marginata</i>	3	0.14	0.67	0.08	0.89	7.0	5.0
<i>Siphoneugena densiflora</i>	6	0.28	0.44	0.14	0.86	6.0	5.5
<i>Ocotea aff. diospyrifolia</i>	2	0.09	0.44	0.30	0.84	8.0	6.0
<i>Araucaria angustifolia</i>	3	0.14	0.44	0.22	0.81	8.0	6.0
<i>Myrceugenia miersiana</i>	5	0.24	0.44	0.12	0.80	6.0	3.0
<i>Mollinedia sp.</i>	4	0.19	0.44	0.11	0.74	6.0	3.5
<i>Aegiphila sellowiana</i>	2	0.09	0.44	0.19	0.72	8.0	7.0
<i>Senna macranthera</i>	3	0.14	0.44	0.11	0.69	5.5	4.0
<i>Myrcia cf. crocea</i>	2	0.09	0.44	0.14	0.67	7.0	6.0
<i>Inga cf. edulis</i>	3	0.14	0.44	0.05	0.64	5.0	2.5
<i>Marlierea cf. excoriata</i>	2	0.09	0.44	0.09	0.62	7.0	6.0
<i>Myrcia obovata</i>	2	0.09	0.44	0.07	0.61	6.0	6.0
<i>Matayba ssp.</i>	2	0.09	0.44	0.05	0.59	6.5	4.0
<i>Miconia corallina</i>	2	0.09	0.44	0.04	0.58	6.0	3.0
<i>Cabrlea canjerana</i>	2	0.09	0.44	0.03	0.57	6.0	4.5
<i>Machaerium villosum</i>	2	0.09	0.44	0.03	0.56	7.5	3.5
<i>Lamanonia ternata</i>	1	0.05	0.22	0.20	0.46	7.0	7.0
<i>Siphoneugena widgreniana</i>	1	0.05	0.22	0.19	0.46	8.0	8.0
<i>Myrceugenia cf. alpigena</i>	2	0.09	0.22	0.14	0.46	7.5	6.0
<i>Geonoma schottiana</i>	3	0.14	0.22	0.08	0.45	6.0	2.0
<i>Cupania vernalis</i>	2	0.09	0.22	0.07	0.38	7.0	6.0
<i>Solanum swartzianum</i>	1	0.05	0.22	0.03	0.30	5.0	5.0
<i>Baccharis oblongifolia</i>	1	0.05	0.22	0.03	0.30	4.0	4.0
<i>Dalbergia frutescens</i>	1	0.05	0.22	0.02	0.29	7.0	7.0
<i>Nectandra oppositifolia</i>	1	0.05	0.22	0.02	0.28	4.0	4.0
<i>Guettarda sp.</i>	1	0.05	0.22	0.01	0.28	3.5	3.5

DISCUSSION

The four most abundant species found in this study (*M. laruotteana*, *C. scabra*, *N. nitidula* and *L. anastomasans*), and various others less abundant species are typical of the swamp forests in the southern subtropical regions of South America. Hence, the present swamp forest is a disjointed plant community enclosed in the Atlantic rainforest. Structurally speaking, swamp forests have high density of arboreal individuals per hectare, but usually with trees of small to medium diameter and canopy ranging from 7 m to 15 m. The presence of a greatest number of species with few individuals occurs in swamp forests as well as in many other tropical phytogeography (Pires & Prance, 1977; Espirito-Santo et al., 2002; Oliveira-Filho et al., 1994c, 1994d, Guedes-Bruni, et al., 2006). However, this is a pattern difficult to detect in swamp, heavily dominated, forests.

Spatial micro-topography variations in swamps provide a source of environment heterogeneity (Scarano, 1997; Vivian-Smith, 1997; Koponen et al., 2004), along with the adjacent habitat vegetation (Ivanauskas et al., 1997); the hydroperiod (Lugo, 2006) and the size of the flooded area. Furthermore, the

interaction between micro-topography and fluctuations of the soil water table (Walker & Kenkel 2001), which creates a variety of situations ranging from elevated, well-drained mounds to permanently flooded pits and channels, are prime conditions for habitat complexity and, thus, increased species richness. Soil moisture is a key factor controlling seed germination and seedling establishment (Scarano et al., 1997; Scarano, 1998; Battaglia et al., 2000). In a long term, the combination of permanent and fluctuating conditions may strongly affect the distribution of tree species populations and individuals survivorship.

Joly (1982 and 1991) points out that there are few arboreal species with ecophysiological and morphological adaptations which allow germination, establishment, development and survival of the species under low oxygen conditions. However, many studies (Lieberg, 1990; Marques et al., 1996; Pimenta et al., 1998) showed that amount of species in floodplains are higher than previously thought, which may reflect windows of opportunity for species partially adapted to flooding (see Ribeiro & Brown, 2006). Joly (1991) and Marques & Joly (2000) indicate that the differential performance and success in species establishment in the flooding zone is a major factor defining floristic and structure in swamp habitats.

The general wisdom in the literature is that swamp forests have low diversity and high homogeneity, especially when compared to other physiognomies on soils with better aeration and drainage. However, such perception may be not sufficiently supported by data. According to Torres et al., (1994), the low number of species found in the swamp forests can be explained by the environment, considered more selective, homogeneous and stable with permanent or almost permanent flooding throughout the whole year. A relative smaller diversity and richness of species in the swamp forests is expected and, unquestionably, the restriction imposed by constant hydric saturation in the soil may result in less species than surrounding habitats. However, less diversity in the tropics does not mean low diversity.

The Shannon's diversity index obtained in this study (3.1 nats / individuals), we can consider this community as an intermediately rich. This value is within the expected for the Atlantic tropical forest that comprises values between 3.10 and 4.00 (Martins, 1991). Moreover, the equability of 0.7 shows that the species are not enough equally abundant (Magurran, 1988) among the forests. This result contrasts with other studies in the Atlantic swamp forests, which showed values close to 1 (Torres et al., 1994; Costa et al., 1997; Ivanauskas et al., 1997; Toniato et al., 1998; Paschoal & Cavassan, 1999; Vanini, 1999; Sztutman & Rodrigues, 2002; Marques et al., 2003; Carboni, 2007; Dorneles & Waechter 2004; Pinto et al., 2005; Teixeira & Assis, 2005; Loures et al., 2007; Silva et al., 2007).

Species from the surrounding habitats would have strong influence on the richness and diversity (Ivanauskas et al., 1997), nevertheless with little contribution to the physiognomic definition of this forest. Due to the high altitude (1350 meters above the sea), these swamp forests of Ouro Preto region present

habitat specialist (i.e., temperature and soil resistant) species, as well as species indifferent to the altitude (Meira Neto et al., 1989; Oliveira-Filho & Fontes, 2000). The altitude indicator species were: *Clethra scabra*, *Drimys brasiliensis*, *Geonoma schottiana*, *Guatteria australis*, *Miconia chartacea*, *Miconia theaezans*, *Myrcia laruotteana*, *Nectandra nitidula*, *Schefflera calva*, *Siphoneugena widgreniana*, *Symplocos celastrinea*, *Trembleya parviflora* and *Vismia brasiliensis*. The species considered indifferent to the high altitude were: *Aegiphila sellowiana*, *Alchornea triplinervia*, *Cabranea canjerana*, *Cupania vernalis*, *Myrsine umbellata*, *Nectandra oppositifolia*, *Sapium glandulosum*, *Sorocea bonplandii* and *Tapirira guianensis*.

According to the IBGE (1993) and Sousa et al. (1998) the area of the PEIT is a transition between the Cerrado and Atlantic rainforest, and the predominant vegetation in the conservation unit is rocky fields and montane and upper montane semideciduous seasonal forests. Until this work, there were no records of physiognomy belonging to *strictu sensu* subtropical ombrophylous forests, neither records of some species considered typical of this community, such as *Tetrorchidium parvulum*, *Ludwigia anastomasans*, *Symplocos celastrinea* and *S. falcata*. This swamp forest shows species that are indicators of higher altitude, or low latitudes forests. For example, the lowest relative richness of Fabaceae and greatest richness of Lauraceae, Asteraceae, Cyatheaceae, Solanaceae, Melastomataceae, Myrsinaceae and Aquifoliaceae, fit a floristic profile described by Oliveira-Filho and Fontes (2000) for the Upper Montane Atlantic Forest, both for ombrophylous and semideciduous forests. Gentry (1995), analyzing Andean and Central America forests, also noted the loss of importance of the family Fabaceae from 1.500m of altitude, while increasing the prevalence of Lauraceae, Melastomataceae and Rubiaceae. Moreover, the richest families in the swamp forests of the PEIT, Myrtaceae, Lauraceae and Melastomataceae, are considered by Webster (1995) a characteristics of tropical forests of the Neotropical region, but combined with Aquifoliaceae, Clethraceae, Clusiaceae, Rosaceae, Symplocaceae and Winteraceae may characterize a distinct, restricted community. Therefore, the records and the results obtained in this study suggest strongly that these swamps are disjointed subtropical forests.

The swamp forests seem to be an arboreal formation indicator of geomorphobotanic characteristics which are usually neglected by ecologists, botanists and geologists. This is a specialized community related to hydromorphic soil, the water-bearing superficiality, hydric saturation of the soil and geomorphological framework important for the definition of swamp or semi-swamp areas. The acquisition of preliminary and intuitive information of geological aspects, geomorphological and hydrics can assist the planning, zoning and management of environmental protected areas, especially those related and with strong influence in maintaining the quality, quantity and balance of springs and hydric resources.

CAPÍTULO 3

HETEROGENEIDADE AMBIENTAL, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES NAS FLORESTAS PALUDOSAS DE ALTITUDE DE OURO PRETO, MG.

RESUMO

As Florestas Paludosas são formações florestais que apresentam características ambientais peculiares, como a constante e permanente saturação hídrica dos solos, normalmente, provocada pelo afloramento do lençol freático. São áreas consideradas homogêneas e com baixa diversidade de espécies. Acredita-se que estas formações não sejam nem tão homogêneas nem baixo diversas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a heterogeneidade ambiental, a riqueza e a diversidade da comunidade arbórea de dois trechos de floresta ombrófila alto-montana permanentemente alagada (Floresta Paludosa de Altitude) situada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG, Brasil, com o propósito de avaliar as variáveis ambientais relacionadas com o solo e a topografia sobre a estrutura da comunidade arbórea. Foram analisados os efeitos da topografia, características físico-químicas e umidade relativa dos solos sobre a fisionomia, florística e estrutura da vegetação paludícola em 21 parcelas de 10×30 m para amostragem dos indivíduos arbóreos com perímetro à altura do peito (PAP) ≥ 15 cm. Foram amostrados: 2127 indivíduos pertencentes a 32 famílias, 54 gêneros e 84 espécies. Três subgrupos texturais de solos: Argila, Argila-Siltosa e Franco-Argila-Siltosa. A comunidade arbórea correspondeu ao perfil fisionômico das florestas paludosas do Sudeste brasileiro. O perfil florístico apresentou traços das florestas alto-montanas e com as florestas ombrófilas. Uma análise de correspondência canônica detectou que a distribuição das espécies arbóreas apresenta significativa correlação com as micro-variações ambientais das florestas paludosas estudadas. Houve ainda variações significativas entre os três habitats de solo quanto à diversidade de espécies. O arcabouço geomorfológico e o regime de água no solo foram provavelmente às variáveis ambientais chaves, relacionadas com as variações florísticas e estruturais da floresta.

Palavras-Chaves: Floresta ombrófila alto-montana permanentemente alagada, comunidade arbórea, diversidade de espécies, variáveis ambientais

ABSTRACT

The swamp forests are forest formations that have unique environmental characteristics, such as constant and permanent water saturation of the soil, usually caused by the outbreak of the water table. These are considered homogeneous areas with low diversity of species. However, this is not at all the same of been a species poor ecosystem. The purpose of this study was to evaluate the heterogeneity, the richness and diversity of the tree community of two permanently flooded areas in an upper montane rain forest located at Itacolomi State Park, Ouro Preto, MG, Brazil, was surveyed in order to evaluate the response of the species community to environmental variables related to the soil and topography. Variations were analyzed for physiognomic and community structure. Individual trees with diameter at breast height (DBH) ≥ 4.8 cm were surveyed within 21 plots of 10×30 m. Samples of surface soil were collected for chemical and textural analyses and the relative moisture of soil was quantified. The survey quantified 2,127 individual trees in total, 84 species, 54 genera and 32 families, as well as three soil classes: Clay, Silt-Clay and Loam-Clay-Silt. The tree community corresponded to the physiognomic features of the swamps forests of southeastern Brazil. Floristic features showed similarities to upper montane as well as ombrophyllous forests. A canonical correspondence analysis detected a main gradient of tree species distribution significantly correlated with (micro)variations in the environmental variables. There were also significant variations among the three soil habitats for species diversity. Geomorphology and ground water regime were the key environmental variable defining floristic and forest structure and heterogeneity.

Keywords: Permanently flooded upper montane rainforest, tree community, species diversity, environmental variables

INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais apresenta grande variedade de formações vegetacionais, devido, principalmente, pelas diversificadas condições geológicas, topográficas e climáticas (Mello-Barreto, 1942), o que repercuti em uma elevada heterogeneidade ambiental e, conseqüentemente, em uma elevada heterogeneidade florística e estrutural. As principais formações encontradas no estado pertencem aos Domínios da Mata Atlântica e do Cerrado, com destaque para as savanas e caatingas, concentradas no centro-oeste e norte do estado, e as florestas ombrófilas e estacionais no centro-sul e leste (Veloso *et al.*, 1992).

O processo de alteração da paisagem iniciada no século XVII, com basicamente atividades agropastoris, e intensificada no final do século XIX e início do século XX, com a descoberta das grandes jazidas minerais na região central do estado, resultaram na redução e fragmentação da cobertura vegetal original, que em sua maioria encontra-se hoje bastante perturbada pelo fogo, pecuária extensiva ou retirada seletiva de madeira (Oliveira-Filho & Machado, 1993).

A região conhecida como Quadrilátero Ferrífero (QF) está localizada na porção central do estado e caracteriza-se pela grande riqueza mineral (principalmente de ferro, ouro e manganês), pela complexa rede hidrográfica e pelas variadas condições geomorfológicas. Nesta região são encontradas diferentes fitofisionomias vegetacionais cada qual com fisionomia e espécies peculiares que expressam alguma adaptação à sobrevivência ligada às condições ambientais na qual se desenvolvem.

A heterogeneidade espacial das características físicas do ambiente, tais como as variações edáficas (Oliveira-Filho *et al.*, 1994b, 1994d), topográficas (Scarano, 1997; Oliveira-Filho *et al.*, 1998; Botrel *et al.*, 2002), de encharcamento do solo (Troppmair & Machado, 1974; Oliveira-Filho *et al.*, 1994a; Scarano, 2006) e as características hidrológicas da bacia e do curso d'água (Mantovani, 1989), são fatores preponderantes na definição de condições ecológicas o que, conseqüentemente, diferencia as formações fitofisionomicas e influenciam na distribuição de espécies, composição florística e estrutura da comunidade vegetal destes ambientes.

Na região tropical, associações entre as condições ambientais, a fisionomia e a composição florística dos remanescentes de vegetação nativa são aos poucos conhecidas. Estudos realizados no cerrado brasileiro mostraram que as características edáficas, topográficas ou hidrogeomorfológicas influenciam a distribuição das espécies arbóreas (Felfili & Silva Júnior, 1993; Felfili *et al.*, 1998; Ribeiro & Walter, 1998). Esta relação foi observada em trabalhos no interior de São Paulo (Salis *et al.*, 1995; Torres *et al.*, 1997, Kotchetkoff-Henriques *et al.*, 2005), assim como no estado de Minas Gerais (Botrel *et al.*, 2002; Espírito-Santo *et al.*, 2002; Oliveira-Filho *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2005a, 2005b).

Apesar da existência de inúmeros trabalhos que investiguem a influência dos fatores controladores e/ou modeladores da paisagem, ainda são escassos aqueles que analisam a ocorrência de variações florísticas associadas às variações ambientais em uma escala espacial muito reduzida, e dentro da mesma região climática (Oliveira Filho *et al.*, 1994a, 1994b, 1994c, 1994d; Bertani *et al.*, 2001; Costa & Araújo, 2001; Botrel *et al.*, 2002). Variações deste tipo, dentro da mesma formação florestal, evidenciam a ocorrência diferencial de espécies em diferentes micro-condições ambientais. Segundo Rodrigues & Gandolfi (1996), os estudos realizados em uma micro-escala espacial indicam que, dentro de uma mesma região climática, o tipo de solo ou as condições peculiares de umidade do solo podem ser utilizados como indicadores da composição florística a ser implantada em projetos de recomposição da vegetação. Tiner (1993) sugere a utilização de algumas espécies como indicadores dedutivos ou até mesmo indicadores precisos de certos níveis de fatores ambientais, em função das adaptações observadas nas espécies.

Um fator importante a ser considerado em estudos dessa natureza é a presença de autocorrelação espacial. A maioria dos fenômenos ecológicos, bem como as variáveis físicas que descrevem o ambiente, está sujeita à autocorrelação espacial, e esta pode estar presente qualquer que seja a escala considerada (Legendre & Fortin, 1989; Legendre, 1993; Diniz-Filho *et al.* 2003). A autocorrelação espacial pode ser definida como a existência de uma correlação positiva (autocorrelação positiva) ou negativa (autocorrelação negativa) entre a distância entre pontos e a similaridade nos valores medidos em uma variável em uma intensidade maior que a esperada pelo acaso (Legendre, 1993). Portanto, uma variável é autocorrelacionada se uma medida feita num ponto carrega informação sobre outra medida daquela variável registrada em outro ponto, localizado a determinada distância. A presença de autocorrelação espacial nos dados indica que parte da variância da variável estudada é explicada pelo efeito da variabilidade espacial (Legendre, 1993).

O presente trabalho foi conduzido em dois fragmentos de Floresta Paludosa, localizados no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), no município de Ouro Preto, borda sudeste do Quadrilátero Ferrífero, estado de Minas Gerais. O objetivo central do estudo foi de verificar as possíveis correlações entre as variações da estrutura fisionômica, da diversidade e composição de espécies da comunidade arbórea e as variações ambientais relacionadas com o substrato, topografia e regime hídrico. Nossa hipótese básica é de que, a despeito do tamanho e homogeneidade dos fragmentos florestais estudados, as variações espaciais da estrutura fisionômica e da diversidade e composição de espécies de sua comunidade arbórea são correlacionadas com a (micro) heterogeneidade ambiental da formação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo – Este estudo foi conduzido no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) localizado no município de Ouro Preto e Mariana, Minas Gerais, entre os meridianos 43°32'30"W e 42°22'30"W de longitude e os paralelos 20°22'30"S e 20°30'00"S de latitude. A precipitação pluviométrica quantificada através da instalação de um pluviômetro próximo aos fragmentos estudados registrou para o ano de 2007/2008 uma precipitação total de 1288mm (figura 3.1), valor este dentro do esperado para a região, que apresenta uma média anual para a região varia entre 1.100 a 1.800 mm, concentrada nos meses de setembro a março (IGA, 1995).

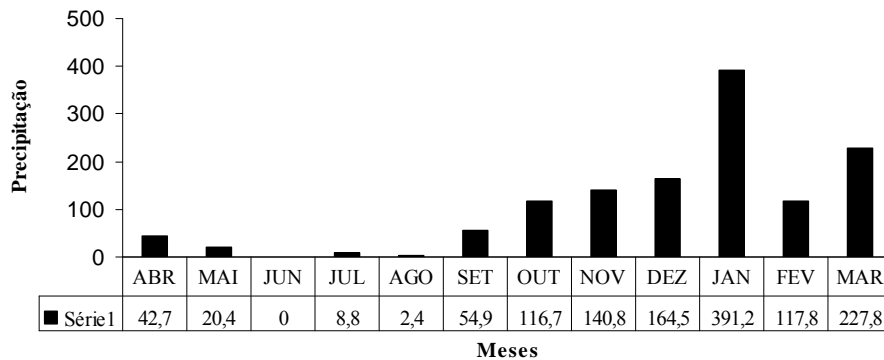


Figura 3.1 – Precipitação (em mm), nas proximidades dos fragmentos estudados, Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.

A temperatura média anual de 17,4 °C a 19,8 °C (Gomes, 1998). O PEIT apresenta uma área de 7.534ha e a paisagem é composta, principalmente, por fragmentos de campos rupestres, campos gramíneos, florestas estacionais alto-montanas, florestas ombrófilas alto-montanas, formações monodominantes de candeia (*Eremanthus erythropappus*) e por reflorestamento de eucalipto (*Eucaliptus citriodora*) (SEMAD/IEF/PROMATA, 2007). O relevo da região apresenta vertentes íngremes, com vales encaixados e profundos.

As áreas estudadas estão inseridas em um fragmento de aproximadamente 100 ha de floresta estacional semidecidual alto-montana, com enclaves de florestas ombrófilas, com cota altimétrica média de 1350m. As florestas paludosas (figura 3.2) ocupam áreas de solo hidromórfico, com solo constantemente saturado devido ao afloramento do lençol freático ou a proximidade deste na superfície. O solo dos fragmentos estudados é classificado, conforme o sistema de classificação da EMBRAPA (1999) como Gleissolo Háplico.



Figura 3.2 – Vista parcial de um trecho da Floresta Paludosa de Altitude, localizado no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.

Levantamento estrutural e florístico – Foram selecionados dois fragmentos da fitofisionomia (A1 e A2), sendo nestes alocados 21 parcelas, perfazendo uma área amostral total de 0,63ha. No fragmento A1 e A2 foram demarcadas, respectivamente, 13 (figura 3.3) e 08 parcelas (figura 3.4).

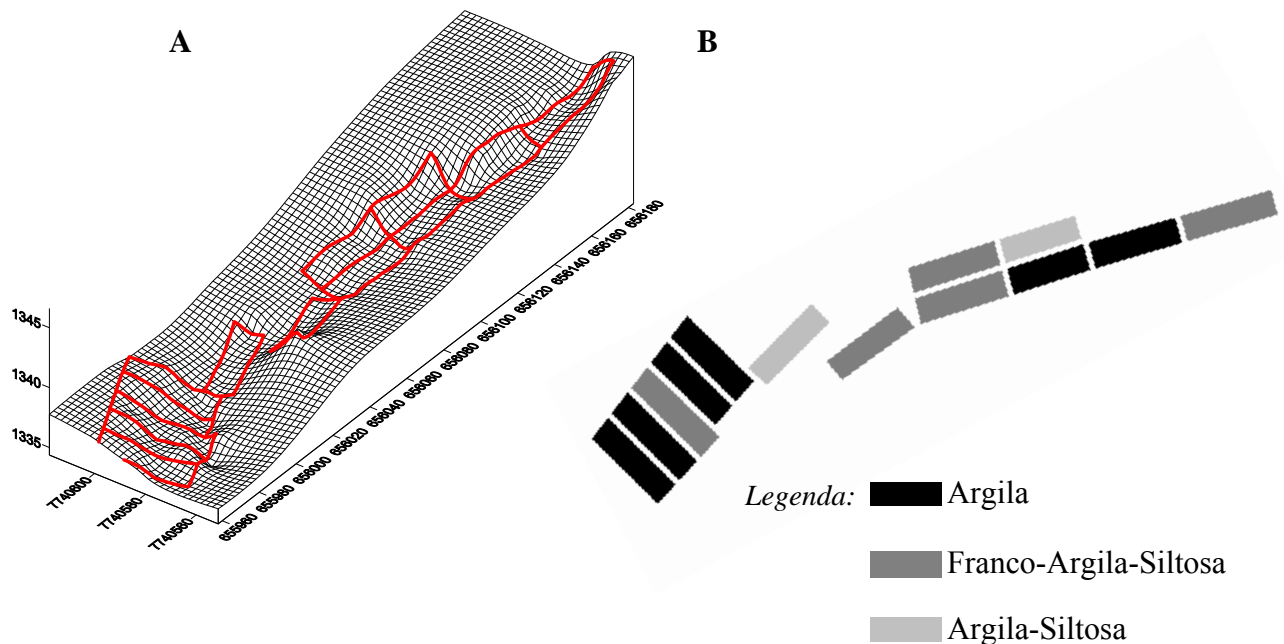


Figura 3.3 – A. Grade de superfície mostrando a topografia da área de floresta paludosa de altitude A1 estudada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG e a distribuição das parcelas de 10 × 30 m. B. Distribuição das classes de solo nas parcelas amostrais.

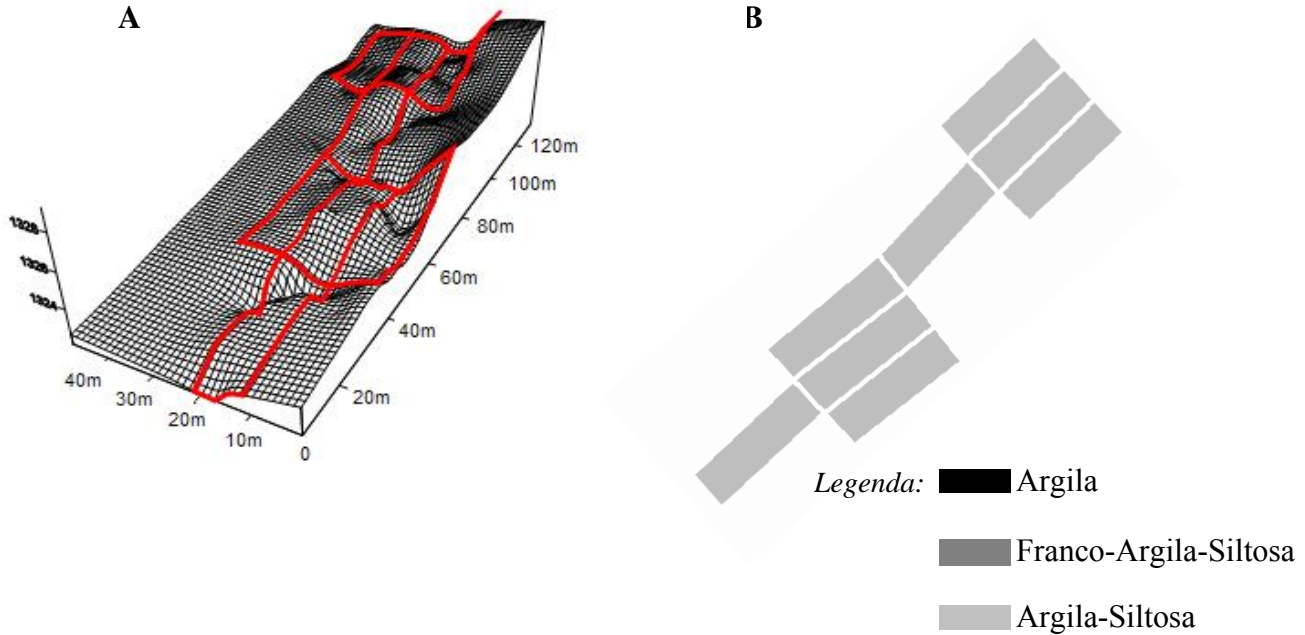


Figura 3.4 – A. Grade de superfície mostrando a topografia da área de floresta paludosa de altitude A2 estudada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG e a distribuição das parcelas de 10 × 30 m. B. Distribuição das classes de solo nas parcelas amostrais.

Em cada parcela foram registrados todos os indivíduos arbóreos vivos e mortos em pé com perímetro à altura do peito (PAP) igual ou superior a 15cm, o que equivale a um diâmetro à altura do peito (DAP) de 4,8cm. Cada indivíduo foi plaqueado, sendo registrados seu número, a espécie, o valor dos PAPs, medido com fita métrica, e a altura total, estimada com auxílio de vara graduada junto ao podão de coleta de material botânico. Foram coletadas amostras de material botânico dos espécimes registrados nas parcelas para posterior identificação. A identificação do material botânico foi realizada com a utilização de coleções botânicas já existentes no Herbário OUPR e também por meio de consultas à literatura, a especialistas e a coleções dos Herbários do Instituto de Botânica de São Paulo (SP), Universidade Estadual de Campinas (UEC), Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB) e Universidade Federal de Viçosa (VIC). A coleção testemunha foi incorporada ao acervo do Herbário do Departamento de Ciências Biologia da Universidade Federal de Ouro Preto (Herbário OUPR). As espécies foram classificadas nas famílias reconhecidas pelo sistema do Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003). Foi realizada uma caracterização do sub-bosque dos fragmentos, identificando-se quando possível as espécies não arbóreas, como as epífitas e gramíneas.

Levantamento topográfico – O levantamento planialtimétrico foi realizado nas áreas, com auxílio de trena, bússola, GPS (*global position system*) e uma estação total Leica TC 740, a partir do qual foi produzida

uma representação tridimensional da área (figura 3.2 e 3.3) e extraídas duas variáveis topográficas por parcela: (a) desnível, obtido da diferença entre as cotas máxima e mínima; e (b) declividade média, obtida da média da declividade dos quatro lados das parcelas (Van der Berg & Oliveira-Filho, 1999).

Solos – Em cada parcela, foram coletadas amostras compostas do solo superficial (0-30 cm de profundidade) de cerca de 0,5 L. Efetuaram-se análises químicas, granulométricas e texturais das amostras no Laboratório de Análise de Solos da UFV seguindo o protocolo da EMBRAPA (1999). As variáveis de solo obtidas foram: pH; teores de P, K, Ca, Mg, Al, Fe, H+Al; soma de bases (S.B.), saturação por bases (valor V), matéria orgânica, capacidade de troca de cátions (CTC), índice de saturação de alumínio (m%) e porcentagem de areia, silte e argila. A caracterização mineralógica foi realizada de maneira parcimoniosa, sendo selecionadas em campo áreas representativas da fitofisionomia para as análises. A caracterização qualitativa dos principais constituintes minerais e dos minerais acessórios foi realizada com auxílio de uma lupa binocular.

A umidade mensal do solo foi quantificada pelo método gravimétrico, com coletas mecânicas fazendo-se uso de trado e células de acondicionamento do material, pesagem e secagem em estufa a 105 ± 3 °C por 24 h, conforme EMBRAPA (1999). Os dados mensais obtidos para as áreas foram transformados em média anual, média na estação seca e média na estação chuvosa.

Para a avaliação da variabilidade espacial e temporal da umidade do solo foram elaborados mapas temáticos da variável umidade do solo para verificar o comportamento espacial dessa variável nas duas áreas. Os mapas temáticos foram confeccionados usando-se a interpolação por krigagem ordinário (Kriging 1951), com a utilização do software Surfer 8.0.

Caracterização do Regime Hídrico – Com o objetivo de melhor se conhecer as relações hídricas envolvidas no sistema considerado foram quantificados os seguintes parâmetros: nível do lençol freático e precipitação pluviométrica. Para a quantificação do nível do lençol freático foram instalados piezômetros que, ultimamente, tem sido muito utilizado para estudos ambientais, principalmente por ser um método simples, eficaz e barato. A profundidade de um (1) metro para perfuração e instalação dos piezômetros foi baseada no trabalho de Schiavini (1992). Estas perfurações foram executadas com trado de caçamba manual. As medições foram realizadas mensalmente com o auxílio de uma linha com uma bóia e medidas em uma régua de madeira com 150 cm. Quando não havia água até a profundidade estabelecida (1 m), era anotado o valor 0 (zero). Foram selecionadas áreas côncavas e convexas dentro da fitofisionomia para instalação dos piezômetros e melhor caracterização do comportamento da água subsuperficial das Florestas Paludosas.

Para a quantificação pluviométrica foi instalado um pluviômetro próximo ao fragmento estudado. A precipitação pluviométrica foi quantificada mensalmente através da instalação de um pluviômetro próximo às áreas estudadas para a determinação da espessura da camada de água líquida que se deposita

sobre a superfície horizontal, em decorrência da precipitação, se não ocorresse evaporação, infiltração e escoamento superficial. A quantificação do nível do lençol freático foi realizada de maneira parcimoniosa, sendo selecionadas em campo áreas representativas da fitofisionomia para as análises.

Análises Estatísticas – A estrutura da comunidade arbórea foi descrita a partir do cálculo dos seguintes parâmetros quantitativos por espécie: altura máxima, número de indivíduos, número de parcelas com ocorrência da espécie e índice do valor de importância (IVI). Para a determinação da diversidade de espécies foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e de equabilidade de Pielou (J') em base logarítmica natural (Brower & Zar 1984).

Para analisar as correlações entre os gradientes ambientais e vegetacionais foi empregada uma análise de correspondência canônica (CCA) (ter Braak 1987), utilizando-se o programa FITOPAC v.1.6.4.29 (Shepherd, 2007). A matriz de abundância das espécies foi constituída do número de indivíduos por parcela das espécies que apresentaram vinte ou mais indivíduos na área amostral total. A matriz de variáveis ambientais incluiu, a princípio, as duas variáveis topográficas, as classe de umidade dos solos, além de todas 15 variáveis químicas e texturais dos solos, totalizando 21 variáveis. As classes de drenagem dos solos foram expressas como variável ordinal ('ranking'), atribuída às categorias: 1 – moderadamente saturado, 2 – saturado, 3 – muito saturado e 4 – excessivamente saturado (outras classes de saturação não foram representadas).

Após realizar uma CCA preliminar, foram eliminadas 11 variáveis ambientais fracamente correlacionadas ou altamente redundantes com outras variáveis. A CCA final foi processada com as 10 (dez) variáveis mais representativas e mais fortemente correlacionada com os eixos de ordenação.

Para comparar as parcelas quanto à similaridade florística, foi construída uma matriz de presença e ausência das espécies nas parcelas por classe textural. A partir dessa matriz foi calculada a similaridade florística através do índice de porcentagem de similaridade (Müeller-Dombois & Ellenberg, 1974), e a interpretação dos dados se deu pelo método média de grupo (UPGMA) (Sneath & Sokal, 1973). As análises foram feitas utilizando o programa FITOPAC v.1.6.4.29 (Shepherd, 2007).

As análises de autocorrelação espacial foram realizadas utilizando-se o software SAM ("*Spatial Analysis in Macroecology*"), disponível em www.ecoevol.ufg.br/sam (Rangel *et al.*, 2006).

RESULTADOS

Os dois fragmentos estudados (A1 e A2) apresentam relativa similaridade tanto na composição florística quanto nas variáveis do ambiente físico. As análises de correlação não evidenciaram nenhuma organização espacial das variáveis observadas em ambos os fragmentos. É importante ressaltar que naturalmente os valores de correlação tendem a ser menores nos maiores intervalos devido ao pequeno número de pares testados, ou seja, a probabilidade de detecção de autocorrelação espacial torna-se baixa quando apenas poucas unidades amostrais são consideradas.

Ambos os fragmentos apresentaram uma particularidade das matas de elevada altitude, que é a abundância de espécies não arbóreas como as epífitas, sobretudo de orquídeas (e.g. *Bulbophyllum ipanemenses* e *Epidendrum ellipticum*), pteridófitos (e.g. *Blechnum* sp. e *Adiantum* sp.), musgos e líquens. A espécie *Aechmea bromeliifolia* (Bromeliaceae) apresentou elevada abundância em quase todas as parcelas da formação paludícola.

No total foram amostrados 2127 indivíduos arbóreos pertencentes a 32 famílias, 54 gêneros e 84 espécies (tabela 3.1). Oito espécies (*Bathysa meridionalis*, *Casearia sylvestris*, *Cedrela fissilis*, *Machaerium nyctitans*, *Miconia discolor*, *Miconia chartacea*, *Myrcia subverticalis*, e *Vismia brasiliensis*) ocorreram nas áreas adjacentes aos fragmentos estudados, sendo computados apenas para caracterização geral.

Tabela 3.1 – Espécies inventariadas nas Florestas Paludosas de Altitude localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. DA = Densidade Absoluta; OUPR = número de registro do Herbário da Universidade Federal de Ouro Preto (OUPR). ** espécies inventariadas nas áreas adjacentes, não encontradas nas parcelas

Família / Espécie	DA	DR	FR	DoR	IVI	OUPR	Abreviações
Anarcadiaceae							
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	15	0.71	1.33	0.46	2.50	19.181	Schi tere
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	31	1.46	2.00	1.55	5.00	19.182	Tapi guia
Annonaceae							
<i>Annona emarginata</i> Schltld.	35	1.65	2.66	0.93	5.24	19.153	Anno ema
<i>Guatteria australis</i> A.St-Hil	10	0.47	1.33	0.23	2.03	19.149	Guat aust
<i>Guatteria sellowiana</i> Schltld.	8	0.38	1.11	0.30	1.78	19.148	Guat sell
Aquifoliaceae							
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	12	0.56	1.77	0.70	3.04	19.183	Ilex thee
Araliaceae							
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	15	0.71	0.67	0.80	2.17	21.716	Sche calv
Araucariaceae							
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	3	0.14	0.44	0.22	0.81	20.056	Arau ang
Areaceae							
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	3	0.14	0.22	0.08	0.45	19.147	Geon scho

Asteraceae							
<i>Baccharis cf. intermixta</i> Gardner	6	0.28	0.89	0.17	1.34	21.686	Bacc int
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1	0.05	0.22	0.03	0.30	19.075	Bacc oblo
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	13	0.61	0.89	0.71	2.21	21.687	Vern disc
Clethraceae							
<i>Clethra scabra</i> Pers.	135	6.35	4.66	8.94	19.95	20.061	Clet scab
Cunoniaceae							
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	1	0.05	0.22	0.20	0.46	21.688	Lama tern
Cyatheaceae							
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	30	1.41	2.00	4.31	7.71	21.689	Cyat corc
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	30	1.41	2.00	2.62	6.03	21.690	Cyat delg
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	6	0.28	0.67	0.66	1.61	21.063	Cyat phal
Dicksoniaceae							
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	13	0.61	1.77	1.41	3.80	21.691	Dick sell
Euphorbiaceae							
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	12	0.56	2.22	0.67	3.45	20.067	Alch trip
<i>Croton urucurana</i> Baill.	7	0.33	1.11	0.39	1.83	21.322	Crot uruc
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morang	49	2.30	2.88	2.78	7.96	21.325	Sapi glan
<i>Tetrorchidium parvulum</i> Müll. Arg.	4	0.19	0.67	0.10	0.95	21.321	Tetro parv
Fabaceae							
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	1	0.05	0.22	0.02	0.29	20.069	Dalb frut
<i>Inga cf. edulis</i> (Vell.) Mart.	3	0.14	0.44	0.05	0.64	21.695	Inga edul
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	2	0.09	0.44	0.03	0.56	20.071	Mach vill
<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.**	*					**	**
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S. Irwin & Barneby	3	0.14	0.44	0.11	0.69	20.060	
Hypericaceae							
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy**	*					**	**
Lauraceae							
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	152	152	7.15	3.55	6.26	20.073	Nec niti
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	1	1	0.05	0.22	0.02	21.332	Nec opp
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	2	2	0.09	0.44	0.30	21.331	Oco dios
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	11	11	0.52	0.89	1.18	21.334	Oco lanc
<i>Ocotea</i> sp.	7	7	0.33	0.67	0.29	21.697	Oco sp.
<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	9	9	0.42	0.89	0.73	21.335	Oco spix
Magnoliaceae							
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	31	1.46	1.55	1.36	4.37	21.696	Mag ovat
Melastomataceae							
<i>Miconia chartacea</i> Triana**	*					**	**
<i>Miconia corallina</i> Spring	2	0.09	0.44	0.04	0.58	21.327	Mic cora
<i>Miconia discolor</i> DC.**	*					**	**
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	62	2.91	2.88	2.49	8.28	21.330	Mic thea
<i>Tibouchina candolleana</i> Cogn.	53	2.49	2.44	3.30	8.23	21.329	Tibou can
<i>Trembleya parviflora</i> Cogn.	8	0.38	0.67	0.30	1.34	19.077	Trem parv
Meliaceae							
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	2	0.09	0.44	0.03	0.57	19.180	Cabr canj
<i>Cedrela fissilis</i> Vell. **	*					**	**
Monimiaceae							
<i>Mollinedia</i> sp.	4	0.19	0.44	0.11	0.74	21.698	Moll sp.

Moraceae							
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.Burger <i>et al.</i>	4	0.19	0.67	0.08	0.94	21699	Soro bonp
Myrsinaceae							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	4	0.19	0.89	0.09	1.17	21.700	Myrs cor
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	77	3.62	3.77	2.10	9.49	19.154	Myrs gard
<i>Myrsine</i> sp.	14	0.66	0.67	0.66	1.99	21.701	Myrs sp.
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	18	0.85	1.77	0.64	3.26	19.555	Myrs umb
Myrtaceae							
<i>Marlierea cf. excoriata</i> Mart.	2	0.09	0.44	0.09	0.62	21.702	Marl exc
<i>Marlierea obscura</i> O. Berg	13	0.61	1.33	0.45	2.39	19.162	Marl obs
<i>Myrceugenia cf. alpigena</i> (DC.) Landrum	2	0.09	0.22	0.14	0.46	21.703	Myrce alp
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	5	0.24	0.44	0.12	0.80	19.166	Myrce mier
<i>Myrceugenia</i> sp.	7	0.33	1.11	0.30	1.74	21.704	Myrce sp.
<i>Myrcia amazonica</i> DC	7	0.33	0.89	0.17	1.39	19.167	Myrc ama
<i>Myrcia cf. crocea</i> (Vell.) Kiaersk.	2	0.09	0.44	0.14	0.67	21.705	Myrc cro
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	583	27.41	4.66	22.48	54.55	19.168	Myrc laru
<i>Myrcia obovata</i> (O. Berg) Nied.	2	0.09	0.44	0.07	0.61	21.706	Myrc obo
<i>Myrcia rufipes</i> DC.	14	0.66	1.11	0.56	2.33	19.169	Myrc ruf
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	14	0.66	1.55	1.29	3.50	19.170	Myrc sple
<i>Myrcia subverticularis</i> (O. Berg) Kiaersk. **	*	0.19	0.67	0.09	0.94	**	**
<i>Myrcia vauthieriana</i> O. Berg	4	0.89	1.77	1.13	3.80	21.707	Myrc vault
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	19	0.09	0.44	0.14	0.67	19.172	Myrc venu
<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg	6	0.28	0.44	0.14	0.86	19.163	Siph dens
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel	8	0.38	0.44	0.25	1.07	19.165	Siph kiae
<i>Siphoneugena</i> sp.	45	2.12	1.77	1.66	5.55	21.708	Siph sp.
<i>Siphoneugena widgreniana</i> O.Berg	1	0.05	0.22	0.19	0.46	19.164	Siph wid
Onagraceae							
<i>Ludwigia anastomosans</i> (DC.) H. Hara	70	3.29	2.66	4.16	10.11	21.320	Ludw anas
Rosaceae							
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	8	0.38	1.11	0.25	1.74	21.709	Prun myrt
Rubiaceae							
<i>Bathysa australis</i> Smith & Downs**	*					**	**
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) K. Schum.	32	1.50	2.66	0.81	4.98	19.173	Cord elli
<i>Guettarda</i> sp.	1	0.05	0.22	0.01	0.28	21.710	Guett sp.
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	26	1.22	2.00	0.56	3.77	19.175	Psyc vell
Salicaceae							
<i>Casearia sylvestris</i> Sw. **	*					**	**
Sapindaceae							
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	0.09	0.22	0.07	0.38	21.711	Cup ver
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	3	0.14	0.67	0.08	0.89	21.712	Matay marg
<i>Matayba</i> sp.	2	0.09	0.44	0.05	0.59	21.713	Matay sp.
Solanaceae							
<i>Solanum cladotrichum</i> Vand.	4	0.19	0.89	0.12	1.20	21.717	Sol cladot
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	1	0.05	0.22	0.03	0.30	21.714	Sol swart
Symplocaceae							
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart. ex Miq.	15	0.71	1.55	0.44	2.69	19.183	Symp cela
<i>Symplocos falcata</i> Brand	28	1.32	1.55	1.72	4.59	21.357	Symp falc
Verbenaceae							

<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	2	0.09	0.44	0.19	0.72	21.715	Aeg sell
Vochysiaceae							
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	34	1.60	3.10	1.39	6.09	19.176	Vock tuca
Winteraceae							
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers.	30	1.41	3.10	2.39	6.90	19.178	Drim bras

Myrtaceae foi a família com maior número de espécies (17), seguida de Lauraceae (6), Melastomataceae, Myrsinaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae, todas com quatro espécies, e Annonaceae, Asteraceae, Cyatheaceae, Rubiaceae e Sapindaceae, com três espécies. Muitas famílias apresentaram uma única espécie.

As espécies mais significativas quanto à abundância pertencem à família Myrtaceae, congregando 34,5% do total de indivíduos amostrados. *Myrcia laruotheana* foi a espécie com maior número de exemplares, com 583 indivíduos. *Nectandra nitidula* e *Clethra scabra* também ocorreram com elevado número de indivíduos, com 152 e 135 respectivamente. Os indivíduos amostrados, pertencentes às famílias com maior diversidade totalizaram 67,93%. A densidade total do levantamento foi de 3376 indivíduos/ha e a área basal total foi de 14190m². O índice de diversidade de Shannon (H') obtido foi de 3,1 e o de equabilidade (J') de 0,7.

Dentre as espécies que caracterizam o dossel desta formação, destacaram-se como as mais abundantes *Myrcia laruotheana*, *Nectandra nitidula*, *Clethra scabra*, *Myrsine gardneriana*, *Cordia elliptica*, *Tapirira guianensis* e *Sapium glandulosum*. A altura média do dossel variou entre 7m e 9m, com alguns indivíduos emergentes de *Croton urucurana* e *Alchornea triplinervea* atingindo de 11m. Em relação à área basal e densidade por hectare, os valores encontrados foram também muito semelhantes entre os fragmentos.

Entre as variáveis topográficas, a cota média variou entre 1323,245 e 1343,837m, com média igual a 1333,273m; o desnível, dentro das parcelas, variou entre 0,744 e 4,551m, com média igual a 2,381m. De maneira geral, as áreas estão localizadas em uma região plana a plana ondulada e com baixa declividade. Este arcabouço geomorfológico apresenta-se como essencial e fundamental para o desenvolvimento e isolamento de áreas pantanosas ou semi-pantanosas.

A análise granulométrica dos solos (tabela 3.2) apresentou predominantemente a textura argila-siltosa. A textura argila e franco-argila-siltosa apareceram em cinco e seis amostras, respectivamente. Foi possível separar três classes texturais dos solos, sendo realizadas análises de similaridade de espécies entre elas.

Tabela 3.2 – Análise textural das amostras superficiais (0-30 cm) de solo das Florestas Paludosas de Altitude localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto – MG. A.G = Areia Grossa; A.F = Areia Fina.

FRAGMENTO	PARCELA	A.G	A.F	SILTE	ARGILA	TEXTURA
A1	1	4	6	35	55	argila
A1	2	2	6	39	53	argila
A1	3	2	5	56	37	franco-argila-siltosa
A1	4	1	5	53	41	argila-siltosa
A1	5	2	7	51	40	franco-argila-siltosa
A1	6	3	4	36	57	argila
A1	7	4	5	35	56	argila
A1	8	3	6	41	50	argila-siltosa
A1	9	13	12	37	38	franco-argila-siltosa
A1	10	3	15	44	38	franco-argila-siltosa
A1	11	2	11	38	49	argila
A1	12	5	14	42	39	franco-argila-siltosa
A1	13	4	12	47	37	franco-argila-siltosa
A2	A	1	6	42	51	argila-siltosa
A2	B	1	5	43	51	argila-siltosa
A2	C	1	4	42	53	argila-siltosa
A2	D	1	4	40	55	argila-siltosa
A2	E	0	5	41	54	argila-siltosa
A2	F	1	5	40	54	argila-siltosa
A2	G	2	5	41	52	argila-siltosa
A2	H	1	6	42	51	argila-siltosa

O horizonte 0_1 formado por folhas secas e húmus apresenta uma espessura de 3 a 7 cm, onde, provavelmente, se desenvolve intensa vida bacteriana. O horizonte “A” apresenta coloração bruno acinzentado (5Y3/1), textura muito argilosa, estrutura moderada de tamanho pequeno e blocos sub-angulares. São solos pouco mosqueados, com baixa porosidade, poucas raízes e sem transição (figura 3.5).



Figura 3.5 – Perfil representativo do Gleissolo Háplico das Florestas Paludosas localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.

Análise qualitativa dos minerais mostra a presença de fragmentos de filito, cianita, sericita, quartzo, granadas, muscovita, biotita, hematita, fragmentos de canga e os argilo-minerais. Estes minerais são as principais fontes naturais de magnésio, potássio, cálcio, alumínio e ferro e são normalmente encontrados nas rochas do Supergrupo Rio das Velhas e Minas, principais estruturas geológicas do Quadrilátero Ferrífero e do município de Ouro Preto.

Na tabela 3.3 encontram-se os valores e teores químicos do solo para os macros e micronutrientes considerados para análise. De maneira geral, os solos da fitofisionomia estudada apresentam elevada acidez, expressa pelo pH, variando de 4,29 a 5,38. Observamos uma tendência de maiores teores de H+Al em solos mais ricos em matéria orgânica, principalmente se estes apresentarem pH baixo. As amostras das parcelas 1, 2, 3, 5, 7, 10, B, C apresentaram menores concentrações de M.O, considerando-se que, segundo Tomé Júnior (1997), valores acima de 7,2 dag/kg são altos. Nas parcelas 4, 8, 9, A, D, E, F, G, H foram observados as maiores concentrações de M.O.

A acidez elevada dos solos está diretamente relacionada com os teores de matéria orgânica e de H+Al, contudo com moderada fertilidade, principalmente quando considerados os teores de fósforo (P) e nitrogênio (N), que apresentaram teores variando entre 1,30 e 4,50 mg/dm³ para o fósforo e de 0,14 e 0,28 dag/kg para o nitrogênio. Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) variaram entre baixo e médio, o alumínio (Al) entre alto e muito alto e com baixa saturação por bases (V), indicando existir elevada acidez e provavelmente toxidez por Al³⁺.

Tabela 3.3 – Análises químicas do solo das Florestas Paludosas do PEIT, Ouro Preto, MG. N = Nitrogênio (dag/kg); pH em água; P = Fósforo (mg/dm³); K = Potássio (mg/dm³); Ca = Cálcio (cmol/dm³); Mg = Magnésio (cmol/dm³); Al = Alumínio (cmol/dm³); H+Al = acidez potencial pH 7,0; m% = Índice de Saturação de Alumínio; MO = Matéria Orgânica (dag/kg); Fe = Ferro (mg/dm³).

Fragmento	Parcela	N	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	m%	MO	Fe
A1	01	0,17	5,23	1,70	64,00	0,41	0,23	1,35	16,40	62,80	5,98	552,80
A1	02	0,17	5,12	3,40	36,00	0,47	0,40	2,02	17,70	67,80	6,25	495,70
A1	03	0,22	5,38	1,60	78,00	0,64	0,49	0,87	13,00	39,50	6,25	1569,50
A1	04	0,19	5,22	3,30	51,00	0,29	0,11	1,64	12,70	75,60	11,55	898,30
A1	05	0,28	5,01	3,80	47,00	0,25	0,27	1,54	14,00	70,60	6,45	653,40
A1	06	0,21	5,32	1,70	41,00	0,25	0,13	1,35	14,00	73,80	11,42	912,20
A1	07	0,24	5,16	2,20	64,00	0,40	0,29	1,83	17,50	68,30	6,58	431,80
A1	08	0,23	5,38	1,30	29,00	0,45	0,31	0,87	13,40	51,20	15,11	1141,40
A1	09	0,24	5,38	2,10	35,00	0,31	0,63	1,25	14,80	54,80	17,13	978,60
A1	10	0,19	5,33	2,40	40,00	0,17	0,38	1,35	15,90	67,50	6,38	932,80
A1	11	0,17	4,99	2,30	51,00	0,22	0,26	1,83	14,90	75,00	11,82	988,00
A1	12	0,14	4,91	2,00	44,00	0,22	0,16	1,54	13,50	75,90	9,14	841,60
A1	13	0,14	4,83	2,00	61,00	0,23	0,22	1,64	13,80	72,90	9,40	461,30
A2	A	0,25	4,99	3,10	75,00	0,26	0,35	2,12	16,50	72,60	16,46	184,00
A2	B	0,28	4,39	5,70	69,00	0,12	0,15	3,95	22,90	89,80	6,58	58,00
A2	C	0,28	4,44	4,20	72,00	0,29	0,40	3,28	20,00	79,00	6,65	122,70
A2	D	0,27	4,56	4,90	121,00	0,21	0,22	4,43	24,20	85,70	18,81	62,30
A2	E	0,22	5,03	3,70	59,00	0,28	0,23	2,22	15,60	77,10	15,78	160,80
A2	F	0,19	4,57	3,00	53,00	0,11	0,10	3,18	19,60	90,10	14,78	46,80
A2	G	0,28	4,49	3,90	73,00	0,16	0,17	3,76	23,90	87,90	20,15	55,20
A2	H	0,25	4,29	4,50	63,00	0,15	0,11	3,37	21,80	88,90	15,78	96,10

O comportamento da umidade do solo ao longo dos meses apresentou características diferentes para cada fragmento. A umidade no fragmento A1 (figura 3.6) apresentou maior e menor amplitude durante os meses de agosto e julho, respectivamente, enquanto que no fragmento A2 (figura 3.7) a umidade apresentou seus picos, respectivamente, em agosto e junho. A melhor distribuição da umidade (uniformidade) ocorreu no mês de outubro e no mês de maio para o fragmento A1 e A2, respectivamente

Observamos para ambas as áreas que a média da umidade do solo durante a estação seca assemelha-se a média anual, sugerindo que mesmo com a ausência ou diminuição da precipitação, com conseqüente rebaixamento do lençol freático, os solos das florestas paludosas apresentam elevada e constante umidade, descaracterizando a estacionalidade hídrica sugerida para as formações florestais interioranas do Domínio Atlântico.

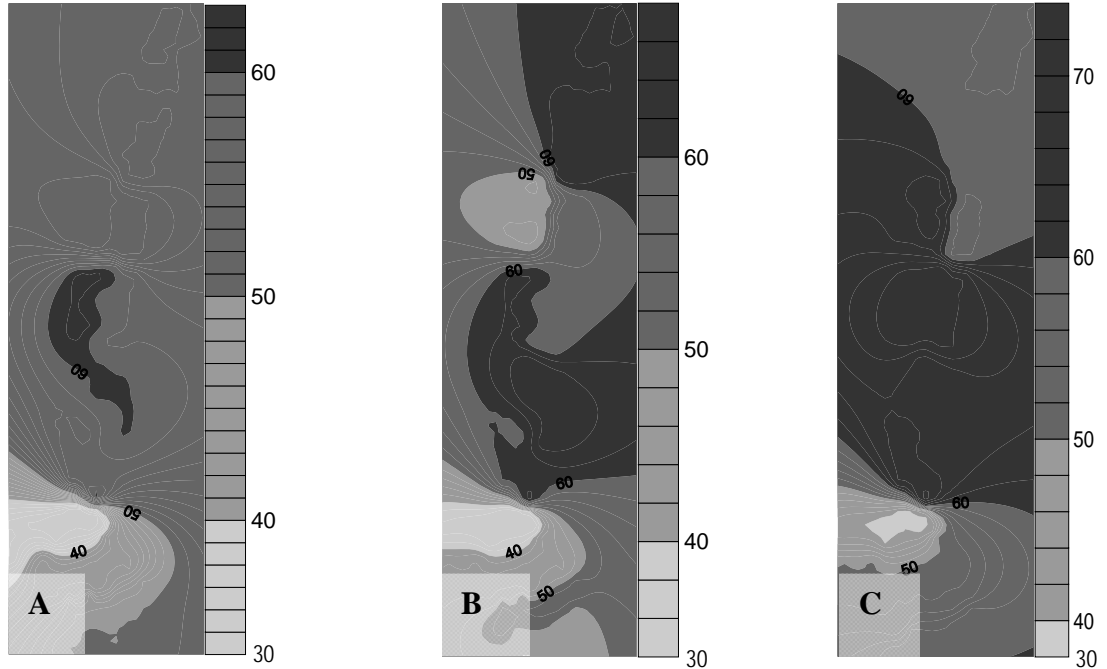


Figura 3.6 – Distribuição espacial da umidade do solo (%), na profundidade de 0-30 cm, subdividida em três épocas (A: distribuição média anual; B: distribuição média na estação seca; C distribuição média na estação chuvosa), para Floresta Paludosa correspondente a área A1 localizada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. Os valores das isolinhas correspondem aos valores em porcentagem da umidade relativa do solo.

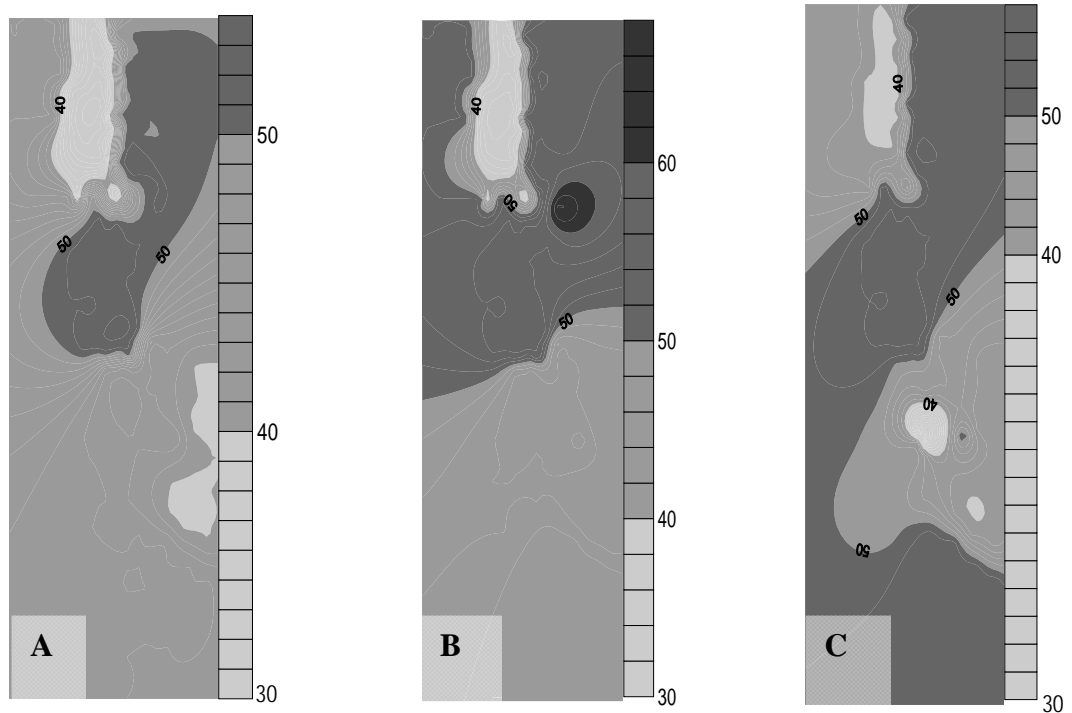


Figura 3.7 – Distribuição espacial da umidade do solo (%), na profundidade de 0-30 cm, subdividida em três épocas (A: distribuição média anual; B: distribuição média na estação seca; C: distribuição média na estação chuvosa), para Floresta Paludosa correspondente a área A2 localizada no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. Os valores das isolinhas correspondem aos valores em porcentagem da umidade relativa do solo.

Os autovalores da CCA para os dois primeiros eixos de ordenação foram de 0,26 (eixo 1) e 0,13 (eixo 2). O primeiro autovalor pode ser considerado baixo ($< 0,5$ *sensu* ter Braak, 1995), indicando a existência de um gradiente curto, ou seja, grande parte das espécies ocorre ao longo de todo gradiente, variando essencialmente o número de indivíduos das populações (ter Braak, 1995). Os dois primeiros eixos explicaram apenas 29,38% (eixo 1) e 14,97% (eixo 2) da variância global, indicando muito “ruído, o que sugere a existência de autocorrelação espacial. Todavia, é possível separar a proporção do efeito das variáveis ambientais e espaciais na distribuição das espécies. É possível visualizar no diagrama de ordenação (figura 3.8) a formação de três grupos de parcelas distintos, correspondendo às microcondições ecológicas dentro da fitofisionomia investigada. As parcelas do fragmento A1 encontram-se todas à esquerda do diagrama, enquanto as parcelas do fragmento A2 encontram-se todas agrupadas à direita do diagrama. Apesar da clara divisão entre grupos de parcelas dos fragmentos considerados, no interior destes não foi possível separar subgrupos, pois a distribuição das parcelas manteve-se relativamente homogêneas.

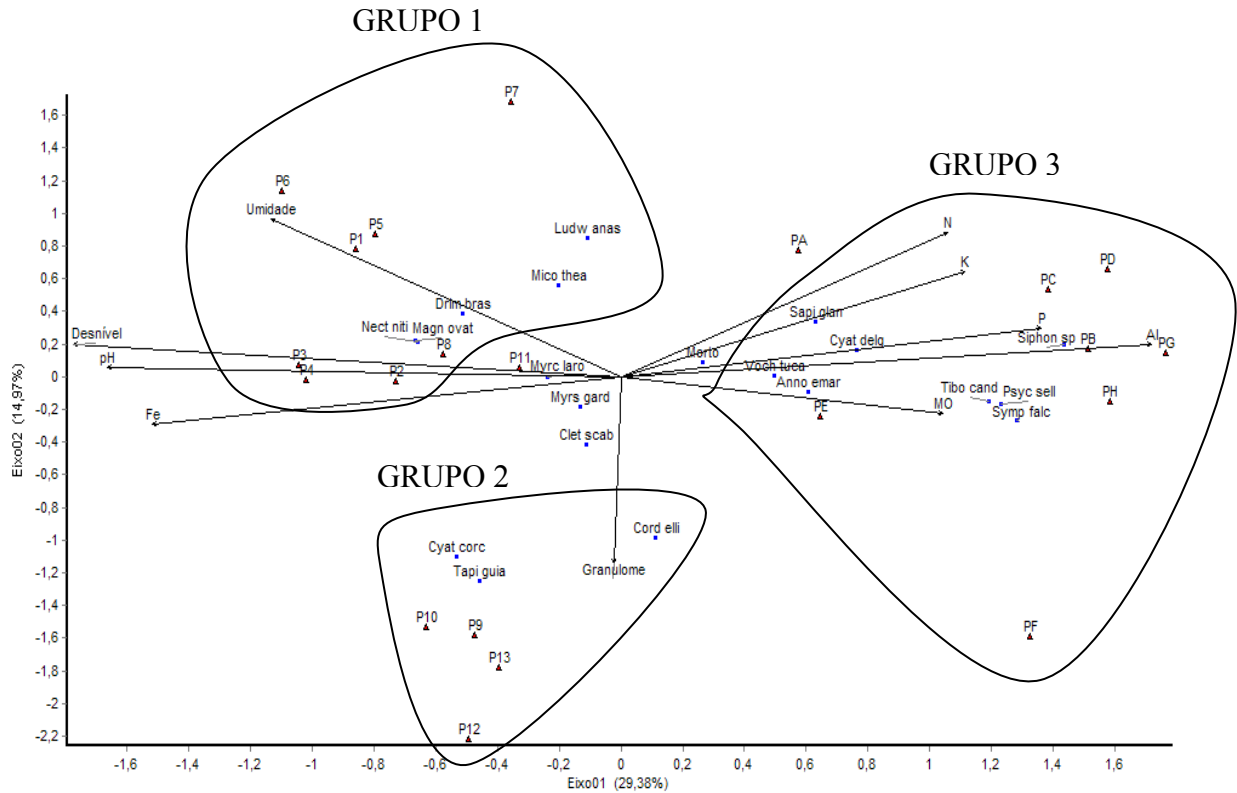
As variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo foram, em ordem decrescente, teor de Al, teor de P, teor de Fe, pH e cota média. Já para o segundo eixo as variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas foram umidade, teor de N e granulometria. As correlações ponderadas mostram também correlações fortes entre as variáveis (tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Análise de correspondência canônica (CCA) = correlações internas (‘intra-set’) nos dois primeiros eixos de ordenação e matriz de correlações ponderadas para as variáveis topográficas e edáficas nas Florestas Paludosas de Altitude, localizadas no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. Correlações com valores absolutos $> 0,5$ estão indicadas em negrito.

Variáveis Ambientais	Eixo 1	Eixo 2	Textura	pH	Al	Fe	Umidade	Desnível	N	P	K	MO
Textura	-0,013	-0,614	1,000									
pH	-0,894	0,029	0,057	1,000								
Al	0,922	0,105	-0,154	-0,911	1,000							
Fe	-0,815	-0,155	0,282	0,803	-0,828	1,000						
Umidade	-0,609	0,519	-0,315	0,662	-0,497	0,371	1,000					
Desnível	-0,953	0,106	-0,037	0,781	-0,805	0,775	0,630	1,000				
N	0,568	0,473	0,173	-0,414	0,510	-0,369	-0,040	-0,450	1,000			
P	0,730	0,157	-0,029	-0,779	0,851	-0,727	-0,400	-0,628	0,576	1,000		
K	0,599	0,343	-0,065	-0,538	0,666	-0,471	-0,258	-0,547	0,442	0,498	1,000	
MO	0,561	-0,123	0,162	-0,299	0,428	-0,325	-0,267	-0,605	0,353	0,215	0,288	1,000

O grupo 1 está fortemente relacionado à área com maior toxicidade por alumínio, sendo que as parcelas A, E e F mostram-se com teores de N, P e K mais baixos. O grupo 3 apresenta solos com granulometria mais grossa, apresentando valores de areia mais elevados. O grupo 2 vincula-se às áreas com maior teor relativo de água no solo e menor teor de matéria orgânica.

Figura 3.8 – Diagrama de ordenação das parcelas e das espécies produzido pela análise de correspondência canônica baseada na distribuição da densidade das 20 espécies arbóreas com 25 ou mais indivíduos nas Florestas Paludosas de Altitude, Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto – MG. As parcelas estão representadas por siglas (P1 a P13 e PA a PH) e as variáveis edáficas por vetores = Cota média, Granulometria, pH, Umidade, N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = potássio, MO = matéria orgânica, H+Al = Hidrogênio mais alumínio, Al = alumínio, Fe = Ferro.



A ordenação das espécies pela CCA sugere que espécies como *Drimys brasiliensis*, *Ludwigia anastomosans*, *Magnolia ovata*, *Miconia theaezans* e *Nectandra nitidula* tendem a ser mais abundantes nas parcelas com maior umidade e constância da saturação do solo. *Clethra scabra*, *Myrcia laruotteana* e *Myrsine gardneriana* foram as espécies com maior número de indivíduos e de frequência absoluta em todas as parcelas, contudo o diagrama demonstra uma leve tendência em apresentar maior densidades nas áreas com maior encharcamento. Não obstante, as espécies *Cyathea delgadii*, *Annona emarginata*, *Sapium glandulosum*, *Vochysia tucanorum* e os indivíduos mortos também se encontram na região central do diagrama, contudo com leve aglomeração em áreas com maiores teores de N, P, K, assim como áreas com menor umidade relativa do solo.

Correlacionado negativamente com o eixo 1 e 2 encontram-se as espécies *Cordia elliptica*, *Cyathea corcovadensis* e *Tapirira guianensis*, sugerindo uma maior concentração destas espécies em áreas

com granulometria mais grosseira. As espécies *Psychotria vellosiana*, *Siphoneugena* sp., *Symplocos falcata* e *Tibouchina candolleana* encontram-se relativamente agregadas e fortemente relacionada aos elevados teores de alumínio.

A influência da umidade dos solos na distribuição de espécies arbóreas e nas variações fisionômicas nas florestas tropicais é um padrão bem descrito (Basnet, 1992, Clark *et al.*, 1998, Oliveira-Filho *et al.*, 1994b, van den Berg & Oliveira-Filho, 1999, Botrel *et al.*, 2002). Na Floresta Paludosa do Parque Estadual do Itacolomi é muito clara, por exemplo, a maior abundância *Drimys brasiliensis*, *Ludwigia anastomosans*, *Magnolia ovata*, *Miconia theaezans* e *Nectandra nitidula* nas áreas mais encharcadas e de *Psychotria vellosiana*, *Siphoneugena* sp., *Symplocos falcata* e *Tibouchina candolleana* nas áreas menos encharcadas. *Annona emarginata*, *Clethra scabra*, *Cyathea delgadii*, *Myrcia laruotteana*, *Myrsine gardneriana*, *Sapium glandulosum* e *Vochysia tucanorum* ocorreram com elevada densidade e frequência em todos os ambientes, sendo consideradas espécies indiferentes quanto a umidade do solo, contudo com algumas preferências micro-ambientais.

Uma análise de similaridade foi realizada com os dados de riqueza e densidade absoluta das espécies por classe textural de solo (figura 3.9). Do total de espécies inventariadas, 32 espécies ocorreram nas três classes texturais de solo, contudo a densidade de indivíduos por espécie por classe textural apresentou valores distintos. As espécies *Myrcia laruotteana*, *Ludwigia anastomosans*, *Nectandra nitidula*, *Myrsine gardneriana*, *Annona emarginata* e *Magnolia ovata* são boas indicadoras de áreas brejosas *latu senso*. As ciatéáceas compreendem espécies que são comuns em ambientes ciliares, assim como nas florestas paludosas.

Trinta espécies ocorreram somente na classe textural argila-siltosa (*Marlierea* cf. *excoriata*, *Marlierea obscura*, *Matayba marginata*, *Matayba* sp., *Miconia corallina*, *Mollinedia* sp., *Myrceugenia* cf. *alpigena*, *Myrceugenia miersiana*, *Myrcia* cf. *crocea*, *Myrcia obovata*, *Myrcia rufipes*, *Myrcia vauthieriana*, *Myrcia venulosa*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine* sp., *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea diospyrifolia*, *Prunus myrtifolia*, *Ocotea lancifolia*, *Senna macranthera*, *Schinus terebintifolia*, *Siphoneugena kiaerskoviana*, *Siphoneugena* sp., *Siphoneugena widgreniana*, *Siphoneugena densiflora*, *Solanum swartzianum*, *Sorocea bonplandii*, *Symplocos falcata*, *Tetrorchidium parvulum*, *Vernonanthura discolor*, *Trembleya parviflora*). A textura argila apresentou três espécies com distribuição restrita (*Cabralea canjerana*, *Geonoma schottiana* e *Siphoneugena densiflora*) e a textura franco-argila-siltosa apenas uma espécie (*Dalbergia frutescens*).

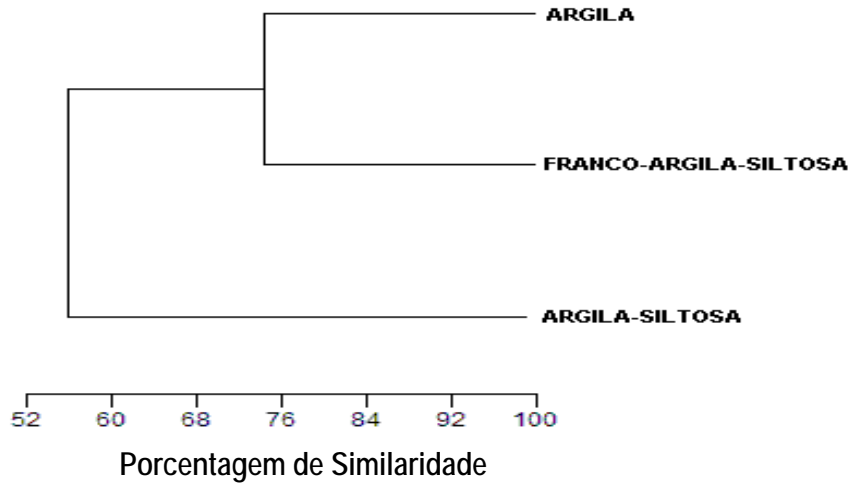


Figura 3.9 - Dendrograma de similaridade da densidade absoluta de espécies por classe textural de solos obtido pelo método de média de grupo (UPGMA), com base no índice de porcentagem de similaridade, das Florestas Paludosas de Altitude do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.

A classe textural argila-siltosa apresentou maior riqueza e diversidade com 68 espécies. As classes franco-argila-siltosa e argila apresentaram valores muito próximos de riqueza, com 40 e 38 espécies respectivamente (figura 3.10).

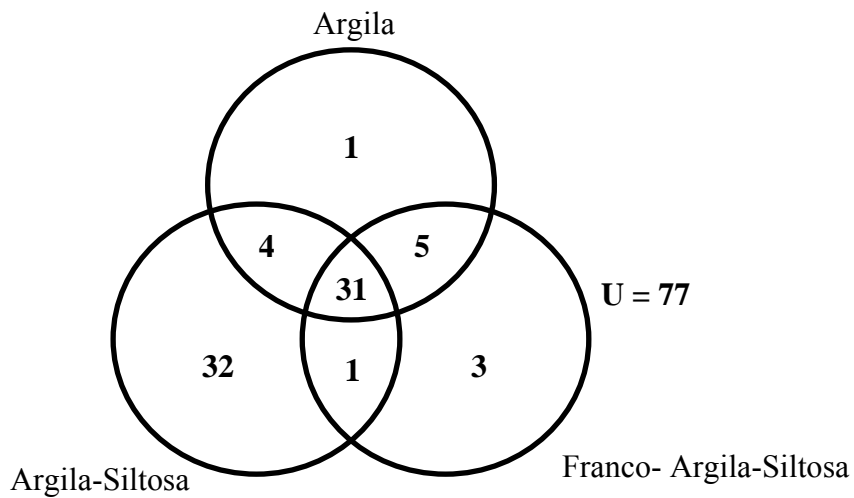


Figura 3.10 – Diagrama de Venn mostrando o número de espécies arbóreas em cada classe textural dos solos dos fragmentos de floresta paludosa localizados no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais.

DISCUSSÃO

Embora não seja possível fazer uma ampla comparação e extrapolação dos dados, devido a escassez de publicações que utilizem variáveis espaciais em análises multivariadas para dados de vegetação (Carvalho *et al.*, 2007), os valores percentuais encontrados para a explicação dos dados no presente trabalho podem ser considerados eficazes na interpretação das correlações entre ambiente-espécie (ver Braak, 1995).

As variações da topografia têm sido classificadas como alguns dos principais fatores responsáveis pela intemperização dos solos em florestas tropicais, inferindo diretamente no regime de água do solo (Oliveira-Filho *et al.*, 1997; Vivian-Smith, 1997; Oliveira-Filho *et al.*, 2001). Segundo Hugget (1995), a disponibilidade de água e de nutrientes minerais são, nesta ordem, fatores importantes na determinação dos padrões de distribuição de plantas, mas, segundo Terborgh (1992), o regime de disponibilidade de água nos solos é fortemente dependente das características físicas do solo e da topografia, podendo variar em uma escala de poucos metros, com reflexo na distribuição das espécies de plantas.

Dessa forma, muitas vezes, é difícil distinguir claramente os efeitos do regime de água no solo sobre a distribuição das plantas devido à sua inter-relação com as demais características do substrato e com o arcabouço geomorfológico. Contudo, podemos presumir que a capacidade de armazenamento de água nas florestas paludosas tem um papel importante nos padrões de distribuição das espécies.

As variações espaciais do ambiente nos fragmentos de floresta paludosa foram claramente correspondidas por distribuições diferenciais da abundância das espécies arbóreas, com conseqüências para os padrões de diversidade, validando nossa hipótese de que a diversidade e riqueza das espécies arbóreas são correlacionadas com as (micro) variações do ambiente físico. Contudo, foi identificado um razoável montante de variância não explicada pelas variáveis ambientais utilizadas ('ruído') e isto se deve, provavelmente, a fenômenos estocásticos de estabelecimento e crescimento, condições de luminosidade e/ou variáveis associadas à dispersão das espécies.

Uma das diferenças importantes entre os fragmentos A2 e A1 é que o substrato do primeiro é mais homogêneo, ao passo que a (micro) heterogeneidade de solos e de topografia do segundo é maior. Entretanto, mesmo em fragmentos reduzidos, é comum encontrarmos um conjunto diferenciado de espécies típicas ou preferenciais do habitat. A dominância ecológica é comum em florestas tropicais, sendo que a distribuição dos indivíduos nas populações das florestas paludosas estudadas manteve-se equilibrada, demonstrando uma boa partição de recursos na área. Segundo McCune & Mefford (1999), a distribuição de populações com maior grau de homogeneidade pode ser utilizada como indicadores de grupos de parcelas, como constatado no presente trabalho.

Os valores da riqueza (84 espécies) e da diversidade ($H' = 3.1$) obtidos no presente estudo podem ser considerados elevados e são valores semelhantes aos encontrados em florestas tropicais (Martins, 2001). Em outras florestas paludosas localizadas no estado de Minas Gerais (Loures *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2007) foram obtidos altos valores de diversidade expressos pelo índice H' , porém em estudos no estado de São Paulo estes valores apresentam-se relativamente baixos (ver Torres *et al.*, 1994; Costa *et al.*, 1997; Ivanauskas *et al.*, 1997; Toniato *et al.*, 1998; Paschoal & Cavassan, 1999; Vanini, 1999; Sztutman & Rodrigues, 2002; Marques *et al.*, 2003; Carboni, 2007).

É importante destacar que os fragmentos estudados apresentaram estrutura semelhante às florestas paludosas do Sudeste brasileiro. No entanto, a composição de espécies mostrou-se diferenciada, devido a ocorrência de espécies indicadoras de altitude tais como *Clethra scabra*, *Drimys brasiliensis*, *Geonoma schottiana*, *Guatteria australis*, *Miconia chartacea*, *Miconia theaezans*, *Myrcia laruotteana*, *Nectandra nitidula*, *Schefflera calva*, *Siphoneugena widgreniana*, *Symplocos celastrinea*, *Trembleya parviflora* e *Vismia brasiliensis* (Meira Neto *et al.*, 1989; Oliveira-Filho & Fontes, 2000) e espécies típicas ou comuns das floresta ombrófilas como *Araucaria angustifolia*, *Symplocos falcata*, *Ludwigia anastomosans* e *Tetrorchidium parvulum* (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Oliveira-Filho, 2006; Aranha Filho *et al.*, 2007).

Dessa maneira, conclusões sobre os padrões de distribuição de espécies em face das variáveis ambientais só devem se aproximar de uma generalização após muitas repetições do mesmo padrão em diversas áreas, pois as espécies são sensíveis às variáveis ambientais de uma forma interativa e não isoladamente, além de responder a elas num ambiente de competição entre espécies, o que pode originar padrões de correlação diferentes, ou até opostos, em diferentes áreas (Oliveira-Filho *et al.* 1994d).

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

A maioria dos estudos realizados em ambientes ciliares ou mesmo em formações florestais sem associação com cursos d'água têm mostrado que as comunidades vegetacionais organizam-se não só pelo desempenho diferencial das espécies às adversidades restritivas ou subsidiárias a ocupação, mas principalmente em função da heterogeneidade ambiental definida pelas variações topográficas, edáficas e de encharcamento dos solos. Pelo fato das florestas paludosas *lato senso* apresentarem distribuição naturalmente fragmentada, a ocorrência, distribuição e estrutura da comunidade arbórea dependerá da qualidade da vegetação adjacente, assim como dos fatores e características hidrogeomorfológicas da micro bacia.

A utilização de espécies vegetais como bioindicadoras de microcondições ambientais aparentou ser relativamente eficaz, principalmente em uma escala fitofisionômica. A constante saturação e/ou umidade do solo aparenta ser o fator preponderante no estabelecimento, fixação e desenvolvimento da vegetação, contudo as pequenas variações das feições morfológicas do terreno funcionam como pequenas ilhas de ocupação para algumas espécies. Estes dois fatores foram considerados oportunos para a utilização e diferenciação de micro habitats dentro das florestas paludosas estudadas.

Pequenas, mas perceptíveis, variações na umidade relativa do solo, que é um produto do arcabouço geomorfológico e hidrológico, foram suficientes para diferenciar áreas quanto à riqueza e diversidade de espécies, sendo maior quanto menor os teores de água no solo. Nas áreas com maior saturação hídrica do solo foi encontrada uma menor diversidade de espécies, contudo estas apresentaram elevada densidade de indivíduos. Já as áreas relativamente menos saturadas e com maior diversidade, as espécies ocorreram com menor densidade, evidenciando o fator restritivo na ocupação da deficiência de oxigênio. Tal situação reforça a importância do cuidado nos desenhos amostrais para pesquisa dessas comunidades.

Diferenças entre os trechos destas florestas estão relacionados principalmente ao grau de saturação hídrica do solo, mas como demonstrado pelos diagramas existem fatores considerados secundários e/ou associados, p.ex. o histórico de distúrbios, efeito borda, estoque de nutrientes minerais e qualidade da vegetação de entorno que podem estar vinculados aos padrões de riqueza, diversidade e distribuição das espécies, o que requer estudos comparativos mais precisos para permitir inferências mais seguras. A maior densidade de indivíduos nas áreas com maior saturação, sobretudo com menor diâmetro e altura, provavelmente resulta de uma estrutura e dinâmica que são particulares de ambientes com regimes de água distintos.

O levantamento das principais e preponderantes características ambientais das florestas paludosas do Parque Estadual do Itacolomi proporcionou um maior acúmulo de conhecimentos sobre esta formação, uma vez que descreve com maior detalhamento as condições ambientais sob a qual a vegetação se desenvolve, possibilitando a identificação de micro-condições ecotonais dentro de uma mesma formação fitofisionômica.

A clara correlação entre a distribuição de espécies e as características do substrato, com ênfase na disponibilidade de água e nutrientes minerais nos solos. Apesar disso, também foi identificado um razoável montante de variância não explicada pelas variáveis ambientais utilizadas ('ruído') e isto se deve, provavelmente, à estocasticidade dos fenômenos de estabelecimento e crescimento, bem como a variáveis importantes, mas nem sempre facilmente perceptíveis ou mensuráveis, como condições de luz atuais e pretéritas e variáveis associadas à dispersão das espécies. Portanto, é preciso cautela na interpretação de certas correlações entre distribuição de espécies e variáveis do ambiente físico, pois, muitas vezes, as correlações são espúrias, levando a interpretações errôneas.

Dessa maneira, a interpretação de padrões de distribuição de espécies em consonância com variáveis ambientais exige sempre muita cautela. As espécies são sensíveis às variáveis ambientais de uma forma interativa e não isoladamente, além de responder a elas num ambiente de competição entre espécies, o que pode originar padrões de correlação diferentes, ou até opostos, em diferentes áreas (Oliveira-Filho *et al.* 1994d). Dessa maneira, conclusões sobre os padrões de distribuição de espécies em face das variáveis ambientais só devem se aproximar de uma generalização após muitas repetições do mesmo padrão em diversas áreas.

Os pequenos fragmentos florestais dispersos pela paisagem, em muitas regiões do Brasil, representam talvez a única forma de conservação disponível no momento atual. No entanto, estas pequenas unidades são as mais sensíveis aos efeitos da fragmentação florestal, estando mais susceptíveis à degradação, principalmente ao se tratar das florestas paludosas, que são formações naturalmente fragmentas e normalmente de pequenas proporções. Estes pequenos mosaicos de uma unidade maior, hoje irrecuperável, resumem uma notável heterogeneidade ambiental refletida aqui de maneira pálida e imperfeita. O conhecimento dos mecanismos de geração e manutenção da diversidade, bem como dos processos ecológicos aos quais estão sujeitos é primordial para o estabelecimento de ações e políticas pertinentes de conservação e recuperação destas áreas remanescentes.

REFÊRENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ab'Saber, A. 2006. **Brasil: paisagens de exceção**. São Paulo: Ateliê Editorial. 184p.
- Alkmim F. F. & Marshak S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research** **90**: 29-58.
- Almeida F. F. M. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande, PB. **Atas Campina Grande** Pp. 363-391.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG) II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** **141**: 399-436.
- Aranha Filho, J.L.M.; Fritsch, P.W.; Almeida, F.; Martins, A.B. 2007. A Revision of *Symplocos* Jacq. Section *Neosymplocos* Brand (*Symplocaceae*). **Proceedings of the California Academy of Sciences** **58**: 407-446
- Baltazar, O.F.; Raposo, F.O. & Mattos, D.M.M. 1993. Estratigrafia, petrografia e petrologia. In: **Programas de levantamento básicos do Brasil - PLGB**. Mapeamento Geológico da Folha de Mariana SF.23-x-B-I. Belo Horizonte. Texto Explicativo. Pp.17-93.
- Barbosa A.L.M. 1968. **Contribuições recentes à geologia do Quadrilátero Ferrífero**. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 68p.
- Basnet, K. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. **Biotropica** **24**: 31-42.
- Battaglia, L.L.; Foré, S.A. and Sharitz, R.R. 2000. Seedling emergence, survival and size, in relation to light and water availability in two bottomland hardwood species. **Journal of Ecology** **88**: 1041-1050.
- Bertani, D.F., Rodrigues, R.R., Batista, J.L.F. & Shepherd, G.J. 2001. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica** **24**: 11-23.
- Botrel, R.T.; Oliveira Filho, A.T.; Rodrigues & L.A. & Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingai, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 195-213.
- Brower, J.E. & Zar, J.H. 1984. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2nd, C. Brown, Iowa.
- Carboni, M. 2007. **Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecidual ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP**. M.Sc Dissertation. Universidade Estadual Paulista. Botucatu. São Paulo.
- Carvalho, W.A.; Oliveira-Filho, A.T.; Fontes, M.A.L. & Curi, N. 2007. Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecidual em Piedade do Rio Grande, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **30**(2): 321-341.
- Carvalho, D.A.; Oliveira-Filho, A.T.; Van der Berg, D. B.; Fontes, M.A.L.; Vilela, E.A.; Marques, J. J. G. S. E. M. & Carvalho, W. A. C. 2005a. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19**: 91-109.
- Carvalho, D.A.; Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Curi, N.; Van der Berg, E.; Fontes, M.A.L. & Botezelli, L. 2005b. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**: 329-345.
- Carvalho, E.T. 1982. **Carta Geotécnica de Ouro Preto**. M.Sc Dissertation. Universidade Nova de Lisboa.
- Castañeda C. 1993. **Projeto Caracterização geológica e geomorfológica do Parque Estadual do Itacolomi: Ouro Preto**. Relatório Técnico. Convênio IEF/UFOP/Bird, XIV, 36p.
- Clark, D.B.; Clark, D.A. & Read, J.M. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. **Journal of Ecology** **86**: 101-112.

- Costa, A.A & Araújo, G.M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerrado e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasílica** (15)1: 63-72.
- Costa, F.R.C.; Schlittler, F.H.M. & Monteiro, R. 1997. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um remanescente de mata de brejo no município de Brotas – SP. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**. **40**: 263-270.
- Cowardin, L.M. *et al.* 1979. **Classification of wetlands and deep-water habitats of the United States**. U.S. Fish and Wildlife Service Office of Biological Services. Washington, D.C.
- Diniz-Filho, J.A.F; Bini, L.M. & Hawkins, A.B. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **Global Ecology & Biogeography** **12**: 53-64.
- Dorneles, L.P.P. & Waechter, J.L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**. **18**: 815-824.
- Dorr, J.V.N. 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS/DNPM. **Professional Paper** 641-A. 110p.
- Dorr, J.V.N.; Gair, J.E.; Pomerene, J.B. & Rynearson, G.A. 1957. Revisão estratigráfica pré-Cambriana do Quadrilátero Ferrífero. Brasil. DNPM/DFPM. **Avulso** **81**, 31p.
- EMBRAPA. 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro.
- Espírito-Santo, F.; Oliveira-Filho, A.T.; Machado, E.L.M.; Souza, J.S.; Fontes, M.A.L. & Marques, J.J.G.S.M. 2002. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no Campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta Botanica Brasil** **16**: 331-356.
- Felfili, J.M. 1998. Determinações de padrões de distribuição de espécies em uma mata galeria no Brasil Central, com a utilização de técnicas de análise multivariada. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** **2**: 35-48.
- Felfili, J.M., Silva Júnior, M.C., Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E. 1998. Comparison of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in central Brazil. **Ciência e Cultura** **50**: 237-343.
- Felfili, J.M. & Silva Júnior, M.C. 1993 A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **9**: 277-289.
- Fernandes, S.M.; Aguilar, J.Z.P.; Costa, J.C.V.; Azevedo, M.M. & Oliveira, R.I.C. 1988. **Estudo Integrado de geologia, geomorfologia e solos do Parque Estadual do Itacolomi, MG**. Relatório técnico FAPEMIG.
- Ferreira, A. F. & Lazzarin, H. A. 1993. **Caracterização litoestrutural e geomorfológica da região do Pico do Itacolomi, Ouro Preto**. Monografia de Graduação em Engenharia Geológica, DEGEO/UFOP. 54p.
- Forman, R.T.T. 1983. Interactions among landscape elements: a core of landscape ecology. *In*: Tjallingii, S.P. and Deveer, A.A. 1º ed. **Perspectives in landscape ecology**. Wageningen, Países Baixos, Pudoc. P.35-48.
- Fujaco, M.A.G.; Leite, M.G.P.; Ribeiro, S.P. and Ornelas, A.R. 2006. Controle geomorfológico e antrópico na distribuição de cadeias (*Eremanthus sp.*) no Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais. *In*: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Goiânia.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 1998. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no Período 1990-1995**. Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Instituto Socioambiental. São Paulo, Brasil.
- Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Pp. 146–194. *In*: Bullock, S.H., Mooney, H.A. & Medina, E. (eds) **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gomes R. C. 1998. Condicionantes geotécnicos do espaço urbano de Ouro Preto/MG. Pp. 363-370. *In*: XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Brasília. **Anais Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**.
- Grime, J.P. 1979. **Plant strategies and vegetation processes**. John Wiley and Sons. Wichester. England.
- Guedes-Bruni, R.R Silva Neto, S.J.; Morim, M.P. and Mantovani, W. 2006. Composição florística e estrutura de trecho de floresta ombrófila densa atlântica aluvial na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** **57**: 413-428.

- Harms, W.R. Schreuder, H.T, Hook, D.D., Brown, C.L. & Shropshire, F.R. 1980. The effects of flooding on the swamp forest in Lake Oklawaha. **Ecology** **61**: 1412-1421.
- Hueck, K. 1955. O mapeamento fitogeográfico e sua importância prática para silvicultura. Anuário **Brasileiro de Economia Florestal** **8**(8): 90-96.
- Hueck, K. 1953. Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). **Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências** **10**: 1-24.
- Hugget, R. J. 1995. **Geocology: an evolutionary approach**. Routledg, Londres.
- IBGE. 1993. **Mapa de Vegetação do Brasil**. (1:5.000.000). Rio de Janeiro, IBGE.
- IGA. 1995. **Desenvolvimento ambiental de Ouro Preto – microbacia do Riberirão do Funil**. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Minas Gerais/CETEC. 363p.
- Ivanauskas, N.M.; Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica** **20**: 139-153.
- Jiménez, J.A.; Lugo, A.E. & Cintrón, G. 1985. Tree mortality in mangrove forests. **Biotropica** **17**: 177-185.
- Joly, C.A. 1991. Flooding tolerance in tropical trees. Pp.23-34. In: **Plant life under oxygen deprivation: ecology, physiology and biochemistry** (Jackson,M.B., Avies, D.D. e Lambers. H.). SBP Academic Publishing, The Hague.
- Joly, C.A. 1982. **Flooding tolerance mechanisms of some brasilian trees**. PhD thesis. University of St. Andrews. Saint Andrews.
- Koponen, P.; Nygren, P.; Sabatier, D.; Rousteau, A. and Saur, E. 2004. Tree species diversity and Forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. **Plant Ecology** **17**: 17-35.
- Kotchetkoff-Henriques, O; Joly, C.A.; Bernacci, L.C. 2005 Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **28**: 541-562.
- Krige, D. G. 1951. A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witwatersrand. **Johanesburg Chemistry Metallurgy Mining Society South African, Johanesburg** **52**: 119-139.
- Legendre, P. 1993. Spatial Autocorrelation: trouble or new paradigm? **Ecology** **74**: 1659-1673.
- Legendre, P & Fortin, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio** **80**: 107-138.
- Leitão-Filho, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo** **16**: 197-206.
- Lieberg, S.A. 1990. **Tolerância à inundação e aspectos demográficos de *Inga affinis* DC**. M.Sc Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil.
- Lima, W.P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar. Pp. 25-42. In: **Simpósio sobre mata ciliar** (L.M. Barbosa). Fundação Cargill, Campinas,
- Loures, L.; Carvalho, D.A.; Machado, E.L.M. & Marques, J.J.G.M. 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. **Acta Botanica. Brasilica** **21**: 885-896.
- Lugo, A.E.; Brinson, M. & Brown, S. 2006. Forested wetlands. Pp. 1-85. In: **Ecosystems of the world** **15**. Elsevier, New York.
- Lugo, A.E. 1980. Mangrove ecosystems: sucessional or steady state? **Biotropica** **12**: 65-72.
- Lugo, A.E. & Brinson, M.M. 1978. Calculation of the value of saltwater wetlands. Pp. 120-130. In: **Wetland functions and values: the state of our understanding**. (Greeson, P.E; Clark, J.R.; Clark, J.E.). American Water Resources Association. Minneapolis.
- Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Magurran, A.E., (eds.). 177 p.
- Mantovani, W. 1989. Conceituação e fatores condicionantes. Pp. 11-19. In: **Simpósio sobre mata ciliar** (L.M. Barbosa). Fundação Cargill, Campinas,

- Marques, M.C.M.; Silva, S.M. & Salino, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila na bacia do rio jacaré-pepira, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **17**: 495-506.
- Marques, M.A.M & Joly, C.A. 2000. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**: 107-112.
- Marques, M.C.M; Pimenta, J.A. & Colli, S. 1996. Aspectos do metabolismo e da morfologia de *Cedrela fissilis* Vell. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Bren. submetidas a diferentes regimes hídricos. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **39**: 385-392.
- Martins, S. V. 2001. **Recuperação de matas ciliares**. Aprenda Fácil/Centro de Produções Técnicas, 146 p.
- Martins, F.R. 1991. **Estrutura de uma Floresta Mesófila**. Editora da Unicamp, Campinas.
- Martins, C. 1985. **Biogeografia e Ecologia**. 5ª ed. São Paulo: Nobel. 115p.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 1999. **Multivariate analysis of ecological data**. Gleneden Beach, MjM Software.
- Meira Neto, J.A.A., Bernacci, L.C., Grombone, M.T., Tamashiro, J.Y. & Leitão Filho, H.F. 1989. Composição florística da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia, estado de São Paulo). **Acta Botanica Brasilica** **3**: 51-74.
- Mello-Barreto, H.L. 1942. Regiões Fitogeográficas de Minas Gerais. **Boletim Geográfico** **14**: 14-28.
- Metzger, J.P.; Bernacci, L.C. & Goldenberg, R. 1997. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments of different widths (SE Brazil). **Plant Ecology** **133**: 135-152.
- Mitsch, J.W. & Gosselink, J.G. 2000. **Wetlands**. John Wiley & Sons, Inc, New York, USA.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, G.H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey and Sons, 547p.
- Myers, N.; Mittermeier R.A.; Mittermeier, C.G.; da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** **403**: 853-858.
- Oliveira-Filho, A.T. 2006. **Catálogo das árvores nativas de minas gerais – mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de minas gerais**. Lavras: Editora UFLA. 423 p.
- Oliveira Filho, A.T.; Scolforo, J.R.S.; Oliveira, A.D.; Carvalho, L.M.T. 2006. Definição e delimitação de domínios e subdomínios das paisagens naturais do estado de Minas Gerais. In: Scolforo, J.R. & Carvalho, L.M.T (eds). **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 288p.
- Oliveira-Filho, A.T.; Carvalho, D.A.; Vilela, E.A.; Curi, N. & Fontes, M.A.L. 2004. Diversity and structure of the tree community of a patch of tropical secondary forest of the Brazilian Atlantic Forest Domain 15 and 40 years after logging. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 685-701.
- Oliveira-Filho, A.T.; Curi, N.; Vilela, E.A. & Carvalho, D.A. 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in southeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** **58**(1): 139-158.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica** **32**: 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T.; Curi, N.; Vilela, E.A. & Carvalho, D.A. 1998. Effects of canopy gaps, topography and soils on the distribution of woody species in a central Brazilian deciduous dry forest. **Biotropica** **30**: 362-375.
- Oliveira-Filho, A. T.; Mello, J. M & Scolforo, J. R. S. 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five year period (1987-1992). **Plant Ecology** **131**(1): 45-66.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L. & Carvalho, D.A. 1994a. Effect of flooding regime and understory bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio** **113**: 99-124.

- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L. and Carvalho, D.A. 1994b. Comparison of the Woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in Southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** **51**: 355-389.
- Oliveira-Filho, A.T., Vilela, E.A., Carvalho, D.A. & Gavilanes, M.L. 1994c. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Flora** **189**: 1-19.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Carvalho, D.A. & Gavilanes, M.L. 1994d. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **10**: 483-508.
- Oliveira-Filho, A.T. & Machado, J.N.M. 1993. Composição florística de uma floresta semidecídua montana na Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica** **7**(2): 71-88.
- Oliveira, M.R. 1999. **Investigação da contaminação por metais pesados no sedimento de corrente e água do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, e arredores**. M.Sc. Dissertation. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- Paschoal, M.E.S. & Cavassan, O. 1999. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do pelintra, Agudos – SP. **Naturalia** **24**: 153-170.
- Pedreira, G.; Sousa, H.C. & Horta, M.B. 2006. Comparação da Composição Florística e da Estrutura Fitossociológica entre trecho de Floresta Higrófila e Floresta Estacional Semidecidual, no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- Pimenta, J.A.; Bianchini, E. & Medri, M.E. 1998. Adaptations to flooding by tropical trees: morphological and anatomical modifications. Pp. 157-176. In: Scarano, F.R and Franco, A.C. (eds) **Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics**. Series Oecologia Brasiliensis Vol. IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil.
- Pinto, L.V.A.; Davide, A.C; Botelho S.A.; Oliveira-Filho A.T. & Mendonça Machado, E.L.M. 2005. Distribuição das espécies arbóreo-arbustivas ao longo do gradiente de umidade do solo de nascentes pontuais da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Cerne** **11**: 294-305.
- Pires, J.M. & Prance, G.T. 1977. The Amazon forest: a natural heritage to be preserved. In: **Extinction is forever** (G.T. Prance and T.S. Elias, eds.). New York Botanical Garden. New York. p.158-194.
- Prado, H. 2001. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. 2ª ed. Piracicaba: H. Prado. 201p.
- Ramsar. 2008. **Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS)** http://www.ramsar.org/ris/key_ris_index.htm.
- Rangel, T.F.L.V.B.; José Alexandre Felizola Diniz-Filho, J.A.F. & Bini, L.M. 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. **Global Ecology & Biogeography** **15**: 321-327.
- Ribeiro, S.P & Brown, V.K. 2006. Prevalence of monodominant vigorous tree populations in the tropics: herbivory pressure on *Tabebuia* species in very different habitats. *Journal of Ecology* **94**: 932-941.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds) **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa, CPAC, Planaltina, DF. p.89-164.
- Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil – aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2a ed. Âmbito Cultural Edições, Rio de Janeiro.
- Rocha, C.T.V.; Carvalho, D.A.; Fontes, M.A.L.; Oliveira-Filho, A.T.; Van den Berg, E. & Marques, J.J.G.S.M. 2007. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**: 203-218.
- Rodrigues, R.R. 1999. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. **Circular Técnica IPEF** **189**: 1-17.
- Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S. 1996. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** **2**: 4-15.

- Rodrigues, R.R. 1992. **Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do Rio Passa Cinco e suas relações edáficas, Ipeúna, SP**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- Salis, S.M.; Shepherd, G.J. & Joly, C.A. 1995. Floristic comparison of mesophytic semideciduous forests of the interior of the state of São Paulo, Southeast Brazil. **Vegetatio 119**: 155-164.
- Scarano, F.R. 2006. Plant community structure and function in a Swamp Forest within the Atlantic Rain Forest complex: a synthesis. **Rodriguésia 57**: 491-502.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, functions and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforests. **Annals of Botany 90**: 517-524.
- Scarano, F.R. 1998. A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plants subjected to distinct flooding regimes in Brazilian flood-prone forest and estuarine vegetation. Pp. 177-193. In: Scarano, F.R and Franco, A.C. (eds) **Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics**. Series Oecologia Brasiliensis Vol. IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Scarano, F.R.; Ribeiro, K.T.; Moraes, L.F.D. & Lima, H.C. 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology 14**: 793-803.
- Schiavini, I. 1992. **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- SEMAP/IEF/PROMATA 2007. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Itacolomi**. Relatório Técnico.
- Shaw, S.P. & Fredine, C.G. 1956. **Wetlands of the United States, their extent and their value for waterfowl and other wildlife**. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Shepherd, G. J. 2007. **FITOPAC v.1.6.4.29. Manual do usuário**. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, A.C., van den Berg, E., Higuchi, P, & Oliveira-Filho, A.T.. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 30**: 257-269.
- Sneath, P.H. & Sokal, R.R. 1973. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W.H. Freeman, 573p.
- Sousa, H.C.; Messias, M.C.T.B.; Dias, S.J.; Roschel, M.B. & Matos, A.M. 1998. **Levantamento florístico das matas e distribuição de algumas espécies endêmicas da área do Parque Estadual do Itacolomi**. Relatório Técnico, FAPEMIG. Belo Horizonte..
- Souza, A.F. & Martins, F.R. 2005. Spatial variation and dynamics of flooding, canopy openness and structure in a Neotropical swamp forest. **Plant Ecology 180**: 161-173.
- Souza Dias, A.P.S. 1998. **Levantamento florístico e fitossociológico de mata de brejo do município de Piracicaba-SP**. Piracicaba: ESALQ/USP. Relatório final PIBIC/USP/CNPQ.
- Sztutman, M. & Rodrigues, R.R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariqueira-Açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica 25**: 161-176.
- Teixeira, A.P. & Assis, M.A. 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no município de Rio Claro (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 28**: 467-476.
- Ter Braak, C.J.F. 1995. Ordination. Pp. 91-173. In: R.H.G. Jongman; C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren (eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio 69**: 69-77.
- Terborgh, J. 1992. **Diversity and the tropical rain Forest**. New York: Scientific American Library.
- Tiner, R.W. 1993. Using plants as indicators of wetlands. **Proceedings of Academy of Natural Sciences of Philadelphia 144**: 240-253.
- Toniato, M.T.Z.; Leitão-Filho, H.F. & Rodrigues, R.R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica 21**: 197-210.

- Torres, R. B.; Martins, F. R. & Kinoshita, L. S. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 20: 41-49.
- Torres, R.B.; Matthes, L.A.F. & Rodrigues, R.R. 1994. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 17: 189-194.
- Torres, R.B.; Matthes, L.A.F; Rodrigues; R.R & Leitão Filho, H.F. 1992. Espécies florestais nativas para o plantio em áreas de brejo. **O Agrônomo** 44: 13-16.
- Troppmair, H. 1976. Estudo biogeográfico das áreas verdes de duas cidades do interior paulista, Piracicaba e Rio Claro. **Geografia** 1: 63-78.
- Troppmair, H. & Machado, M.L.A.1974.Variação da estrutura da mata galeria na bacia do rio Corumbataí (SP) em relação a água do solo, do tipo de margem e do traçado do rio.**Biogeografia** 8:1-28.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1995. **America's wetlands: our vital link between land and water**. Office of Wetlands.
- Van den Berg, E. & Oliveira-Filho, A.T. 1999. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in south-eastern Brazil. **Flora** 194: 249-246.
- Vanini, A. 1999. **Estudo fitossociológico em caixetais (floresta ombrófila densa permanentemente alagada), com diferentes níveis de perturbação antrópica, Iguape – SP**. M.Sc Dissertation. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba.
- Veloso, H. (org.), 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 93p.
- Vervuren, P.J.A.; Blom, C.W.P.M. & Kroon, H. 2003. Extreme flooding events on the Rhine and the survival and distribution of riparian plant species. **Journal of Ecology** 91: 135-146.
- Vivian-Smith, G. 1997. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. **The Journal of Ecology** 85: 71-82.
- Walker, D.J. and Kenkel, N. C. 2001. Landscape complexity in space and time. **Community Ecology** 2: 109-119.
- Watts, D. 1971. Principles of Biogeography. New York: Mcgraw-Hill, 418p.
- Webster, G.L. 1995. The panorama of Neotropical Cloud Forests. Pp. 53-77. In: S.P. Churchill; H. Balslev; E. Forero & J.L. Luteyn (eds.). **Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests: Proceedings of Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium**. New York, The New York Botanical Garden.